

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

Ястребинский Р.Н.

«16» мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**Микробиология**

Направление подготовки (специальность):

19.03.01 – Биотехнология

Направленность программы (профиль, специализация):

**Биотехнология**

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт Химико-технологический  
Кафедра промышленной экологии

Белгород – 2022 г.

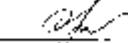
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования бакалавриат по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование, утвержденного приказа Минобрнауки России от 26 мая 2020 г. № 685;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

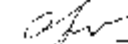
Составитель: канд. биол. наук, доц.  / Е.Н. Гончарова /

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры промышленной экологии

« 28 » апреля 2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  / С.В. Свєргузова /

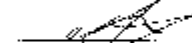
Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  / С.В. Свєргузова /

« 28 » апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института

« 16 » мая 2022 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доц.  (Л.А. Порожтук)

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ХТИ

\_\_\_\_\_ Ястребинский Р.Н.

«\_16\_» \_\_мая\_\_ 2022 г.

**МИКРОБИОЛОГИЯ**

**Направление подготовки:**

19.03.01 – Биотехнология

Биотехнология

Квалификация:

**бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Институт Химико-технологический  
Кафедра промышленной экологии

Белгород – 2022 г.

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказа Минобрнауки России от 10 августа 2021 г. № 736;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составитель: канд. биол. наук, доц. \_\_\_\_\_ / Е.Н. Гончарова /

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры промышленной экологии

«\_\_28\_\_» \_\_апреля\_2022\_ г., протокол № \_\_8\_\_

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф. \_\_\_\_\_ /С.В. Свергузова/

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф. \_\_\_\_\_ /С.В. Свергузова/

«\_\_28\_\_» \_\_апреля\_2022\_ г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института

«\_\_16\_\_» \_\_мая\_20\_\_ г., протокол № \_\_9\_\_

Председатель: канд. техн. наук, доц. \_\_\_\_\_ (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
Общепрофессиональные	ОПК-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическим процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	ОПК-5.2 Осуществляет контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции	<p><i>Знать:</i> физиологические и экологические особенности микроорганизмов для создания оптимальных условий их культивирования и управления биотехнологическим процессом, инженерные основы биотехнологии.</p> <p><i>Уметь:</i> приготовить фиксированные и окрашенные препараты, определить количественные и качественные параметры биотехнологического процесса.</p> <p><i>Владеть:</i> приемами получения чистых и накопительных культур микроорганизмов; навыками приготовления питательных сред, способами стерилизации; различными методами количественного учета микроорганизмов.</p>
Профессиональные	ПК-1 Способен осуществлять экологическую оценку состояния поднадзорных территорий биологическими и химическими методами контроля и проводить анализ природных образцов и биологического материала.	ПК-1.2 Осуществляет проведение микробиологических, токсикологических исследований природных образцов и биологического материала.	<p><i>Знать:</i> методы обнаружения и идентификации микроорганизмов, токсикологические методы оценки природных образцов и биологического материала.</p> <p><i>Уметь:</i> проводить микробиологические и токсикологические исследования природных образцов и биологического материала.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками работы с микроорганизмами для осуществления экологической оценки состояния поднадзорных территорий.</p>
	ПК-3 Способен выбирать материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов получения биологически активных соединений и продуктов	ПК 3-2 Осуществляет процедуры с целью получения накопительной культуры и выделения микроорганизмов-продуцентов; проверяет однородность чистой культуры микроорганизма по морфологическим и физиологическим признакам.	<p><i>Знать:</i> морфологические, биохимические, физиологические особенности микроорганизмов, получения накопительной и чистой культуры, выделения микроорганизмов-продуцентов.</p> <p><i>Уметь:</i> применять экспериментальные методы для получения и проверки качества культуры микроорганизмов-продуцентов, используемых для проведения биотехнологических процессов.</p> <p><i>Владеть:</i> методами получения чистых и накопительных культур микроорганизмов; навыками приготовления питательных сред и способами их стерилизации</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-5.** Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств
2	Общая биотехнология
3	Культура биотехнологических экспериментов
4	Токсикология
5	Основы биосинтеза
6	Микробиология
7	Учебная ознакомительная практика
8	Производственная технологическая практика

**2. Компетенция ПК-1.** Способен осуществлять экологическую оценку состояния поднадзорных территорий биологическими и химическими методами контроля и проводить анализ природных образцов и биологического материала.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Токсикология
2	Микробиология
3	Биофизические и биохимические процессы в окружающей среде
4	Санитарно-химический анализ
5	Биоиндикация и экодиагностика сред
6	Биотестирование и биоиндикация
7	Производственная технологическая практика
8	Производственная преддипломная практика

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Основы биосинтеза
2	Микробиология
3	Биотехнологии переработки сырья и отходов
4	Морфология и физиология клетки
5	Процессы и аппараты биотехнологии
6	Основы промышленной асептики
7	Санитарно-гигиенический контроль производств
8	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.  
Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	107	107
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	34	34
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 задание	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 3

№ 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. Морфология, ультраструктура клеток бактерий, систематика прокариот</b>					
ОПК-5	Морфологические типы бактерий. Ультраструктура бактериальной клетки. Споры и спорообразование. Общие сведения по систематике микроорганизмов. Окраска микроорганизмов.	6	4	12	4
<b>2. Питание и метаболизм микроорганизмов</b>					
ПК-3	Химический состав микроорганизмов. Ферменты бактерий и их выявление. Типы питания микроорганизмов. Питательные среды. Механизмы транспорта у микроорганизмов. Катаболизм и анаболизм у микроорганизмов. Накопительные культуры. Выделение чистых культур микроорганизмов.	6	8	6	4
<b>3. Рост и размножение микроорганизмов. Генетика микроорганизмов</b>					
ПК-1	Кривая роста микроорганизмов. Фазы роста. Кинетика роста микроорганизмов в различных условиях культивирования. Проведение микробиологических и токсикологических исследований образцов. ДНК у микроорганизмов. Мутации. Организация генетического материала. Генотип и фенотип. Генетические рекомбинации. Секвенирование ДНК. Генная инженерия.	8	8	6	4
<b>4. Превращение микроорганизмами соединений углерода, азота, серы, фосфора и железа</b>					
ОПК-5	Физиологические процессы микроорганизмов круговорота углерода и кислорода. Физиологические процессы микроорганизмов круговорота азота. Трансформация органических соединений серы. Сероокисляющие бактерии. Сульфатвосстанавливающие микроорганизмы. Круговорот серы. Круговорот железа. Значение жизнедеятельности микроорганизмов в круговороте фосфора. Физиологические и экологические особенности микроорганизмов при культивировании в биотехнологическом процессе	8	8	6	4



5. Микроорганизмы и окружающая среда					
ПК-3	Основные среды обитания микроорганизмов. .Определение содержания микроорганизмов в различных средах окружающей среды. Микробиологическое исследование воды, воздуха и почвы. Санитарная микробиология	6	6	6	3
	ВСЕГО	34	34	34	19

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр № 3</b>				
1	Морфология, ультраструктура клеток бактерий, систематика прокариот	Строение клеток микробов. Прокариоты и эукариоты.	2	0,25
2		Систематика прокариот. Определение микроорганизмов до вида	2	0,25
3	Питание и метаболизм микроорганизмов	Типы питания микроорганизмов.	2	0,25
4		Ферменты бактерий. Ферментативная кинетика. Уравнение Михаэлиса-Ментен	2	0,25
5		Транспорт веществ у микроорганизмов.	2	0,25
6		Изучение последовательности разложения микроорганизмами отходов органической природы. Компостирование	2	0,25
7	Рост и размножение микроорганизмов. Генетика микроорганизмов	Кривая роста микроорганизмов. Фазы роста.	2	0,25
8		Решение задач на тему кинетики роста микроорганизмов в различных условиях культивирования.	2	0,25
9		Виды культивирования микроорганизмов	2	0,25
10		Организация генетического материала. Генотип и фенотип. Генетические рекомбинации. Секвенирование ДНК.	2	0,25
11	Превращение микроорганизмами соединений углерода, азота, серы, фосфора и железа	Физиологические процессы микроорганизмов круговорота углерода и кислорода.	2	0,25
12		Физиологические процессы микроорганизмов круговорота азота.	2	0,25
13		Трансформация органических соединений серы. Сероокисляющие бактерии. Сульфатвосстанавливающие микроорганизмы. Круговорот серы.	2	0,25
14		Значение жизнедеятельности микроорганизмов в круговороте фосфора	2	0,25
15	Микроорганизмы и окружающая среда	Основные среды обитания микроорганизмов	2	0,25
16		.Определение содержания микроорганизмов в различных средах окружающей среды	2	0,25

17		Микробиологическое исследование воды, воздуха и почвы	2	0,25
ИТОГО:			34	4,25

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 3				
1	Морфология, ультраструктура клеток бактерий, систематика прокариот	Микробиологическая лаборатория и правила работы в ней. Изучение устройства микроскопа и техники микроскопирования	2	0,25
2		Морфология микроорганизмов и техника их микроскопирования. Простые методы окрашивания.	2	0,25
3		Сложные методы окрашивания. Окраска по Граму	2	0,25
4		Строение микробной клетки, включения и запасные вещества. Споры.	2	0,25
5		Размеры микроорганизмов. Негативный метод окрашивания.	2	0,25
6		Систематика микроорганизмов. Бактерии, грибы, водоросли, простейшие и другие микроорганизмы. Идентификация микроорганизмов.	2	0,25
7	Питание и метаболизм микроорганизмов	Методы стерилизации. Культивирование микроорганизмов и их хранение. Питательные среды	2	0,5
8		Метаболизм. Регуляция метаболизма. Виды дыхания микроорганизмов.	2	0,25
9		Брожение. Выделение чистых культур микроорганизмов.	2	0,25
10	Рост и размножение микроорганизмов. Генетика микроорганизмов	Кривая роста микроорганизмов. Количественные методы подсчета микробов.	2	0,25
11		Влияние физических и химических факторов на рост микроорганизмов.	2	0,25
12		Методы разрушения клеток. Анализ нуклеиновых кислот. Мутагенез.	2	0,25
13	Превращение микроорганизмами соединений	Дифференциально-диагностические среды. Среда Гисса.	2	0,25

14	углерода, азота, серы, фосфора и железа	Микроорганизмы цикла серы и железа. Выделение и определение основных свойств микробов.	2	0,25
15	Микроорганизмы и окружающая среда	Микроорганизмы в воздухе. Методы определения содержания.	2	0,25
16		Микрофлора воды. Методы определения содержания.	2	0,25
17		Микроорганизмы в почве. Методы определения содержания.	2	0,25
ИТОГО:			34	4,25

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания

Учебным планом предусмотрено расчетно-графическое задание. Целью РГЗ по дисциплине является приобретение теоретических знаний в области микробиологии, получение знаний по теме использования микроорганизмов-продуцентов в биотехнологии и навыков расчетов основных кинетических параметров развития популяции микроорганизмов в условиях непрерывного и периодического культивирования микроорганизмов, количественной оценки влияния экологических факторов на биохимические и физиологические характеристики популяций в условиях производства и окружающей природной среды.

Пример задания:

1. Индукция. Конститутивные и индуцибельные ферменты. Механизм индукции на молекулярном уровне. Привести примеры.
2. Роль вещества-предшественника при производстве вторичных метаболитов. Привести примеры.
3. Основные способы промышленного получения аминокислот. Преимущества и недостатки каждого из способов. Назвать незаменимые аминокислоты. Каким образом их получают?
4. Стерилизация воздуха в биотехнологических производствах.
5. Хемостатический режим культивирования. Достоинства и недостатки хемостатов.
6. С целью определения экономического коэффициента  $Y$ , характеризующего рост популяции кишечной палочки *E.coli* (индикатора санитарно-эпидемиологической безопасности природных и техногенных сред), проводили периодическое культивирование *E.coli* на водной минеральной среде с лимитированием по глюкозе до выхода популяции в стационарную фазу. В ходе эксперимента измеряли концентрацию биомассы клеток и концентрацию глюкозы. Экспериментальные данные выдаются.
7. Представить графически динамику концентраций биомассы и глюкозы в среде и определить по представленным данным значение экономического коэффициента  $Y$ , а также стационарное значение концентрации биомассы  $X$ , характеризующих рост популяции кишечной палочки *E.coli* на глюкозе. Рассчитать удельную скорость роста биомассы популяции и удельную скорость превращения питательного субстрата.
8. Определить по представленным данным значения кинетических параметров  $K_S$  и  $\mu_{max}$ , характеризующих рост популяции кишечной палочки *E.coli* на глюкозе. Экспериментальные данные выдаются.
9. Микроорганизмы выращивали в условиях непрерывного процесса на небольшой опытной установке, имеющей сосуд емкостью 20 л. Источником углерода в аммонийной солевой среде являлся глицерин с концентрацией 2,5 г/л. Какова концентрация

бактериальной суспензии при условии, что скорость поступления среды равна 5,0, 10,0 и 20,0 л/ч, и какова при этом будет величина «выхода» клеток для системы?

В ряде экспериментов в условиях одноразовой культуры было установлено, что при достижении предельного роста на указанной выше среде можно получить 1,325 г сухой массы бактерий в 1 л среды; максимальная удельная скорость роста составляет  $0,85 \text{ ч}^{-1}$ . Величина  $K_S$  была определена с некоторым приближением и равнялась  $K_S=1,35 \cdot 10^{-4}$  моль/л

10. Микроорганизмы выращивали в условиях непрерывного процесса в сосуде емкостью  $V$  л. Источником углерода в аммонийной солевой среде являлась глюкоза с концентрацией  $S$  г/л. Какова концентрация бактериальной суспензии при условии, что скорость поступления среды равна  $v_1$  и  $v_2$ ?

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

### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция ОПК-5.** Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-5.2      Осуществляет контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции	Экзамен, защита РГЗ, защита лабораторной работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос

**2 Компетенция ПК-1.** Способен осуществлять экологическую оценку состояния поднадзорных территорий биологическими и химическими методами контроля и проводить анализ природных образцов и биологического материала.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.2      Осуществляет проведение микробиологических, токсикологических исследований природных образцов и биологического материала.	Экзамен, защита РГЗ, защита лабораторной работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос

**3 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-3.2. Осуществляет процедуры с целью получения накопительной культуры и выделения микроорганизмов-продуцентов; проверяет однородность чистой культуры микроорганизма по морфологическим и физиологическим признакам.	Экзамен, защита РГЗ, защита лабораторной работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Морфология, ультраструктура клеток бактерий, систематика прокариот ОПК-5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прокариоты и эукариоты. Их характеристика.</li> <li>2. Морфологические формы микроорганизмов.</li> <li>3. Жгутики. Фимбрии. Пили. Строение. Функции.</li> <li>4. Бактерии.</li> <li>5. Грибы.</li> <li>6. Систематика микроорганизмов. Привести примеры.</li> <li>7. Основные формы бактерий, их строение и отличительные признаки.</li> <li>8. Строение микробной клетки.</li> <li>9. Основные органеллы микробной клетки, их краткая характеристика.</li> <li>10. Метод окраски по Граму. Грамположительные и грамотрицательные бактерии. Примеры.</li> <li>11. Морфология грибов, их свойства. Классификация грибов.</li> <li>12. Дрожжи. Их строение, размножение и применение в биотехнологии.</li> <li>13. Вирусы. Особенности их строения. Примеры.</li> <li>14. Водоросли.</li> <li>15. Виды систематик микроорганизмов.</li> <li>16. Распространение фагов в природе, их устойчивость.</li> </ol>
2	Питание и метаболизм микроорганизмов ПК-3	<ol style="list-style-type: none"> <li>17. Химический состав клеток микроорганизмов.</li> <li>18. Основные пути проникновения химических веществ в клетки микроорганизмов. Активный и пассивный транспорт ионов.</li> <li>19. Культивирование микроорганизмов. Питательные среды.</li> <li>20. Методы выделения чистых культур микроорганизмов.</li> <li>21. Изложите сущность питания микроорганизмов и классификацию по типам питания.</li> <li>22. Охарактеризуйте сущность процесса дыхания у микроорганизмов. Деление микробов на группы по типу дыхания.</li> <li>23. Ферменты, их классификация и значение в жизнедеятельности микроорганизмов.</li> <li>24. Типы питания микроорганизмов.</li> <li>25. Типы дыхания микроорганизмов.</li> </ol>
3	Рост и размножение микроорганизмов. Генетика микроорганизмов ПК-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>26. Кривые роста</li> <li>27. Цикл бактериального роста.</li> <li>28. Экономический коэффициент роста микробной популяции.</li> <li>29. Эффективность процесса роста микроорганизмов. Кривая роста микроорганизмов.</li> <li>30. Технология получения трансгенных организмов и их практическое использование.</li> <li>31. Совершенствование биообъектов методами индуцированного мутагенеза, селекции, клеточной инженерии.</li> <li>32. Экологические факторы, необходимые для оптимального роста микроорганизмов..</li> </ol>
4	Превращение микроорганизмами соединений углерода, азота, серы, фосфора и железа ОПК-5	<ol style="list-style-type: none"> <li>33. Цикл углерода. Участие микроорганизмов.</li> <li>34. Цикл кислорода. Участие микроорганизмов.</li> <li>35. Цикл азота. Участие микроорганизмов.</li> <li>36. Цикл серы. Участие микроорганизмов.</li> <li>37. Цикл фосфора. Участие микроорганизмов.</li> <li>38. Цикл железа. Участие микроорганизмов.</li> <li>39. Каковы основные методы определения возможности усваивания микроорганизмами различных углеводов?</li> <li>40. Компостирование. Микроорганизмы, участвующие в компостировании.</li> <li>41. Загрязняющие вещества газовоздушных выбросов, удаляемые с</li> </ol>

		<p>помощью микроорганизмов.</p> <p>42. Основные группы микроорганизмов, используемые для биоочистки газовоздушных выбросов.</p> <p>43. Микроорганизмы, используемые для очистки газо-воздушных выбросов от сероводорода.</p>
5	Микроорганизмы и окружающая среда	<p>44. Экология микроорганизмов. Влияние условий внешней среды на развитие микроорганизмов.</p> <p>45. Факторы, влияющие на жизнедеятельность микроорганизмов (физические, биологические, химические).</p> <p>46. Микрофлора воды. Общая характеристика.</p> <p>47.. Количественные показатели загрязнения воды.</p> <p>48.. Что такое симбиотическая азотфиксация?</p> <p>49. Какие методы учета численности микроорганизмов Вы знаете?</p> <p>50. Биотические взаимосвязи с участием микроорганизмов.</p>

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

Выполнение курсового проекта/ курсовой работы не предусмотрено.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре ОПК-5**

Пример тестовых вопросов:

1. ДНК у бактерий имеется в количестве:

- 1)1
- 2)2
- 3)2n
- 4) n

**2. Клетки грибов имеют диаметр**

1. 1-10 мкм
2. 10-50 мкм
3. 50-200 мкм
4. 10-100 нм

**3. В состав клеточных стенок бактерий входит**

- 1.Целлюлоза
- 2.Гликоген
- 3.Муреин
4. Гранулёза
5. Хитин

**4. Тонкие ветвящиеся нити грибницы называются**

1. Гифы
2. Плодовые тела
- 3.Конидии
- 4.Споры

**5. Бациллы – это**

- 1.Тип микроколоний
- 2.Тип морфологии у бактерий
- 3.Спорообразующие палочки

**6. Тело плесневых грибов называется**

1. Конидия
2. Циста
- 3.Акинета
- 4.Мицелий

**7. К прокариотам относятся (несколько ответов)**

- 1.Актиномицеты

2. Водоросли
3. Дрожжи
4. Бактерии

**8. В составе микробной клетки содержится воды**

1. 10-20%
2. 50-60%
3. 80-90%
4. 5-10%

### ПК-3

**9. По отношению к азоту все микроорганизмы делят на (2 ответа) :**

1. Аэробы
2. Анаэробы
3. Аминоавтотрофы
4. Аминогетеротрофы

**10. В состав клеточных стенок грибов входит:**

- 1 Хитин
- 2 Гликоген
- 3 Крахмал
- 4 Муреин

**11. Укажите представителей мицелиальных грибов:**

- 1 *Aspergillus*
- 2 *Nostoc*
- 3 *Saccharomyces*
- 4 *Anabaena*
- 5 *Penicillium*

**12. Клетки грибов имеют диаметр:**

- 1 1-10 мкм
- 2 10-50 мкм
- 3 50-200 мкм
- 4 10-100 нм

**13. Вещества запаса клеток дрожжевых грибов:**

- 1 Хитин
- 2 Гликоген
- 3 Крахмал
- 4 Масла

**14. Конидии – это:**

- 1 Тип спорообразования у бактерий
- 2 Тип жгутикования
- 3 Спорангии бесполого размножения у грибов
- 4 Органоиды прокариот

**15. В состав клеточных стенок дрожжей входит:**

- 1 Целлюлоза
- 2 Гликоген
- 3 Муреин
- 4 Хитин
- 5 Гранулёза

**16. Укажите представителей плесневых грибов:**

- 1 *Aspergillus*
- 2 *Nostoc*
- 3 *Saccharomyces*
- 4 *Anabaena*
- 5 *Penicillium*

**17. Выберите возбудителей брожения клетчатки**

- 1 Cytophaga
- 2 Saccharomyces vini
- 3 Clostridium omelsanskii
- 4 Escherichia coli

**18. Вирусы имеют размеры:**

- 1 1-10 мкм
- 2 10-50 мкм
- 3 50-200 мкм
- 4 10-100 нм

**19. У прокариот перенос веществ в клетку осуществляется с помощью:**

- 1) пиноцитоза;
- 2) фагоцитоза;
- 3) диффузии;
- 4) зооцитоза

**20. К эукариотам относятся (более одного ответа):**

- 1) бактерии;
- 2) грибы;
- 3) животные;
- 4) актиномицеты.

**ПК-1**

**1. ДНК у бактерий:**

- 1). линейная
- 2). кольцевая
- 3). линейная и кольцевая
- 4). другой вариант

**2. Среднее время генерации у бактерий**

- 1) 15-20 минут
- 2) 10-15 часов
- 3) 24-28 часов
- 4) 30-60 секунд

**3. В составе молекулы ДНК входят**

- 1) два нуклеотида
- 2) три нуклеотида
- 3) четыре нуклеотида
- 4) пять нуклеотидов

**4. Различное окрашивание клеток бактерий по Граму связано с...**

- 1) различным строением клеточной стенки;
- 2) с наличием в клетке кислых белков;
- 3) с возрастом клетки;
- 4) наличием в клетке запасных веществ.

Указания: все задания имеют четыре варианта ответа, из которых, если специально не указано, то правильный только один или нет правильного ответа. Номер ответа обвести кружком в бланке ответов.

Вопросы для защиты лабораторных работ и контроля знаний на практических занятиях:

**ОПК-5**

1. Охарактеризуйте химический состав микробных клеток.
2. Что такое эндо- и экзоферменты бактерий?



3. Какие микроорганизмы относят к прокариотам?
4. Какие микроорганизмы относят к эукариотам?
5. Какие микроорганизмы можно использовать для очистки газо-воздушных выбросов от сероводорода?
6. Каковы типы метаболизма бактерий, которых используют для обезвреживания газовойоздушных выбросов?
7. Какие отходы подвергаются переработке с помощью микроорганизмов?
8. Каковы виды компостирования? Какие культуры микроорганизмов при этом используются?
9. Что такое простые методы окрашивания микроорганизмов?
10. Что такое сложные методы окрашивания микроорганизмов?
11. Как окрашивают споры?

12. **ПК-3**

13. Расскажите о методах изучения ферментативной активности бактерий
14. Витальное окрашивание микроорганизмов.
15. Что такое негативный метод окрашивания микроорганизмов?
16. Каковы основные типы питания микроорганизмов?
17. Как определяются, каковы основные экологические факторы, которые влияют на развитие микробов?
18. Что такое элективные и дифференциально-диагностические среды?
19. Как определяется численность микроорганизмов в воздухе?
20. Как определяется численность микроорганизмов в воде?
21. Как определяется численность микроорганизмов в почве?
22. Как определяется численность микроорганизмов в отходах?
23. Что такое плотные питательные среды?
24. Какие жидкие питательные среды знаете?
25. Каковы размеры микроорганизмов?
26. Какие микроорганизмы участвуют в утилизации отходов органической природы?

27. **ПК-1**

28. Что такое кривая роста?
29. Как определяется время генерации микроорганизмов?
30. Что такое бактериофаг?
31. Как определяется эффективность процесса роста микроорганизмов?
32. Привести пример комменсализма.

33. Привести пример паразитизма.
34. Что такое фагия?
35. Как окрашиваются микроорганизмы по Граму?
36. Назовите грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы.
37. Что такое брожение?
38. Какие виды брожения знаете?
39. Какие микроорганизмы вызывают брожение?
40. Как осуществляют стерилизацию посуды?
41. Что такое тиндализация?
42. Как стерилизуют питательные среды?
43. Что такое нуклеоид?
44. Какие экологические факторы являются определяющими для роста микробов?

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

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, понятий, основных групп микроорганизмов, современных биотехнологий в области защиты и восстановления нарушенных экосистем
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний в сфере экобиотехнологии
Умения	Творчески применяет теоретические знания при решении типовых практических задач в сфере микробиологии
	Производит расчеты, опираясь на экспериментальные данные и результаты мониторинга, нормативные данные, полученные из различных документов, в том числе Интернет
	Умение применять теорию при решении практических заданий в области применения микроорганизмов для защиты окружающей среды
	Качественно оформляет выполненные задания
Навыки	Навыки решения стандартных задач в сфере микробиологии
	Навыки поиска информации из различной учебной и научной литературы в сфере микробиологии
	Анализ и обоснование результатов выполненных заданий с учетом современных научных представлений в сфере микробиологии
	Представляет полученные результаты посредством составления отчетов, оформления отчета о выполнении лабораторных работ, расчетно-графического задания.

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, нормативов в сфере э микробиологии	Не знает терминов, понятий, нормативов в сфере микробиологии	Знает некоторые термины, понятия, нормативы в сфере микробиологии	Знает термины, понятия, нормативы в сфере микробиологии	Знает термины, понятия, нормативы в сфере микробиологии
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 в сфере микробиологии	Не способен изложить и интерпретировать знания в сфере микробиологии	Излагает и интерпретирует некоторые знания в сфере микробиологии	Излагает и интерпретирует знания в сфере микробиологии, но допускает ошибки	Излагает и интерпретирует знания в сфере микробиологии четко и последовательно

## 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 сфере микробиологии	Не может творчески применять теоретические знания при решении типовых практических задач в сфере микробиологии	Может творчески применять теоретические знания при решении типовых практических задач в сфере микробиологии, но допускает значительные ошибки	Может творчески применять теоретические знания при решении типовых практических задач в сфере микробиологии, но допускает незначительные ошибки	В полном объеме может творчески применять теоретические знания при решении типовых практических задач в сфере микробиологии
Производит расчеты, опираясь на результаты экспериментальных исследований и нормативные данные, полученные из различных документов, в том числе Интернет	Не может производить расчеты, опираясь на результаты экспериментальных исследований и нормативные данные, полученные из различных документов, в том числе Интернет	Может производить расчеты, опираясь на результаты экспериментальных исследований и нормативные данные, полученные из различных документов, в том числе Интернет, но допускает значительные ошибки	Может производить расчеты, опираясь на результаты экспериментальных исследований и нормативные данные, полученные из различных документов, в том числе Интернет, но допускает незначительные ошибки	Может уверенно производить расчеты, опираясь на результаты экспериментальных исследований и нормативные данные, полученные из различных документов, в том числе Интернет
Умение применять теорию при решении практических заданий в сфере микробиологии	Не умеет применять теорию при решении практических заданий в сфере микробиологии	Умеет применять теорию при решении практических заданий в сфере микробиологии, но допускает	Умеет применять теорию при решении практических заданий в сфере микробиологии, но допускает	Умеет уверенно применять теорию при решении практических заданий в сфере микробиологии

		значительные ошибки	незначительные ошибки	
Качественно оформляет (презентует) выполнение заданий	Не умеет качественно оформлять выполнение заданий	Умеет оформлять выполнение некоторых заданий	Умеет оформлять выполнение некоторых заданий, допускает небрежность	Умеет качественно оформлять все выполненные задания

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки решения стандартных задач в сфере микробиологии	Не владеет навыками решения стандартных задач в сфере микробиологии	Владеет некоторыми навыками решения стандартных задач в сфере микробиологии	Владеет навыками решения стандартных задач в сфере микробиологии, но допускает ошибки	В полной мере владеет навыками решения стандартных задач в сфере микробиологии
Навыки поиска информации из различной учебной и научной литературы в сфере микробиологии	Не владеет навыками поиска информации из различной учебной и научной литературы в сфере микробиологии	Владеет некоторыми навыками поиска информации из различной учебной и научной литературы в сфере микробиологии	Владеет навыками поиска информации из различной учебной и научной литературы в сфере микробиологии, но недостаточно уверенно	В полной мере владеет навыками поиска информации из различной учебной и научной литературы в сфере микробиологии
Анализ и обоснование результатов выполненных заданий с учетом современных научных представлений в сфере микробиологии	Не владеет навыками анализа и обоснования результатов выполненных заданий с учетом современных научных представлений в сфере микробиологии	Владеет некоторыми навыками анализа и обоснования результатов выполненных заданий с учетом современных научных представлений в сфере микробиологии	Владеет навыками анализа и обоснования результатов выполненных заданий с учетом современных научных представлений в сфере микробиологии, но недостаточно уверенно	В полной мере владеет навыками анализа и обоснования результатов выполненных заданий с учетом современных научных представлений в сфере микробиологии
Представляет полученные результаты посредством составления отчетов, оформления записей, пояснительных записок, отчетов.	Не владеет навыками представления полученных результатов посредством составления отчетов, оформления записей, пояснительных записок, отчетов	Владеет некоторыми навыками представления полученных результатов посредством составления отчетов, оформления записей, пояснительных записок, отчетов	Владеет навыками представления полученных результатов посредством составления отчетов, оформления записей, пояснительных записок, отчетов, но допускает небрежность	В полной мере владеет навыками представления полученных результатов посредством составления отчетов, оформления записей, пояснительных записок, отчетов

**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 занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, самостоятельной работы	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, стационарный экран, ноутбук, магнитно-меловая доска
2	Лаборатория для проведения лабораторных занятий	Специализированная аудитория для проведения лабораторных занятий, оснащенная специализированной мебелью, ламинарным микробиологическим боксом, аналитическими весами, климатостатом P2, 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.
3	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
4	Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
5	Методический кабинет	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. Белясова Н. А. Микробиология: учебник / Н. А. Белясова. — Минск : Вышэйшая школа, 2012. — 443 с. <https://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=20229>
2. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. -М.: «Академия», 2007-2008, 462 с.
3. Микробиология: учебник / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. - М.: Академия, 2006. - 351 с.
4. Общая биология и микробиология: методические указания к выполнению лабораторных занятий и расчетно-графического задания для студентов направления 190301 — Биотехнология. 2018. 95 с. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018122915563799900000654125>
5. Скрипникова Е. В. Микробиология: руководство к лабораторным и практическим занятиям: учебное пособие / Е. В. Скрипникова. — Тамбов: Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, 2019. — 153 с. <https://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=109755>

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

Журналы:

1. «Биотехнология»
2. «Микробиология»
3. «Прикладная биохимия и микробиология»
4. «Известия РАН. Серия биологическая»
5. «Успехи современной биологии»
6. «Экология»
7. «Экология производства»

Реферативные журналы (основное информационное издание содержащие преимущественно рефераты, иногда аннотации и библиографические описания литературы, представляющей наибольший интерес для науки).

1. Биология. Биотехнология.
2. Биология. Микробиология.
3. Биология. Прикладная микробиология.

Интернет-ресурсы, профессиональные базы данных

1. <http://ecobiotech.ru> – информационная деятельность в области экобиотехнологии
2. <http://biofile.ru/bio/17196.html> – научный информационный журнал «Экологические биотехнологии»
3. <http://www.ecoindustry.ru/literature/view/487.html> – экология производства
4. Электронные библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова

*Научно-библиографические Базы данных:*

5. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
6. <http://www.microzym.ru/bio.htm>. Сайт «Биотехнология»
7. <http://cbio.ru/page/51/id/3074/> – журнал «Коммерческие биотехнологии»
8. <http://www.biotechnolog.ru/map.htm> – сайт «Биотехнология»