

**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

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Общая биотехнология

**Направление подготовки:**

19.03.01 Биотехнология

**Направленность образовательной программы:**

Биотехнология

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт: Химико-технологический

Кафедра: Промышленной экологии

Белгород 2022


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. техн. наук, доц.  / Н.Ю. Кирюшина /

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 2022 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 компетенции	ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний	ОПК-4.1. Использует базовые и инженерные знания для решения профессиональных задач: рассчитывает основные тепловые, массообменные, гидромеханические процессы в биотехнологии с целью определения основных рабочих параметров технических объектов и систем.	<p><b>Знать:</b> основные биотехнологические процессы, объекты и продукты биотехнологии.</p> <p><b>Уметь:</b> характеризовать основные биотехнологические производства, объяснять область их применения;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками расчета массообменных, гидромеханических процессов с целью определения основных параметров объектов биотехнологических систем.</p>
	ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	ПК-5.1. Принимает участие в эксплуатации технологического оборудования, выполняет технологические операции, управляет биотехнологическими процессами.	<p><b>Знать:</b> стадии промышленного осуществления биотехнологических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> эксплуатировать инструментарий и лабораторное биотехнологическое оборудование; контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками эксплуатации технологического оборудования,</p>

			выполнения технологических операций и управления биотехнологи- ческими процессами.
--	--	--	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-4.** Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>1</sup>
1	Физика
2	Инженерная графика
3	Механика
4	Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств
5	Общая биотехнология

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>2</sup>
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

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	90	90
лекции	34	34
лабораторные	34	34
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>	54	54
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	9	9
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 на подготовку к аудиторным занятиям
1. Общие представления о биотехнологии.					
	Основные этапы развития биотехнологии. Технологии и биотехнологии. Основные направления и задачи биотехнологии. Современное состояние и роль биотехнологии.	2	2	2	1
2. Теоретические основы биотехнологии.					

	Современная классификация биотехнологических методов и производств. Промышленная биотехнология: культивирование микроорганизмов. Типовые приемы и методы подготовки биообъектов.	6	2	6	1,5
3. Генная инженерия.					
	История генетической инженерии. Молекулярные основы генетической инженерии. Техника генной инженерии. Использование генной инженерии в растениеводстве и животноводстве. Генетическая инженерия растений. Генетическая инженерия животных. Генодиагностика и генотерапия человека.	4	4	6	1,5
4. Клеточная и тканевая инженерия растений.					
	История развития метода клеточной и тканевой инженерии растений. Методы и условия культивирования изолированных тканей и клеток растений. Дедифференциация - основа формирования клеточных культур растений. Характеристика каллусных клеток. Суспензионные культуры растений. Изолированные протопласты. Клональное микроразмножение растений и его практическое применение.	4	2	4	1,5
5. Энзиматическая инженерия.					
	Роль и значение ферментов. Иммуобилизованные ферменты. Иммуобилизованные полиферментные системы. Биосенсоры. Биочипы.	4	2	6	1,5
6. Промышленное осуществление биотехнологических процессов.					
	Технологические приемы и аппаратное оформление процессов культивирования на производстве. Отделение, очистка и модификация продуктов биосинтеза. Социальные аспекты биотехнологических производств.	6	2	4	1
7. Прикладные направления биотехнологии.					
	Производство кормового белка. Производство аминокислот. Производство ферментов. Получение антибиотиков. Технология бактериальных препаратов. Пищевая биотехнология и биотехнология питания. Промышленная и экологическая биотехнология. Сельско-хозяйственная и медицинская биотехнология.	6	3	6	1
ВСЕГО		34	17	34	9

#### 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
семестр № 4				
1	Общие представления о биотехнологии	Области применения биотехнологии.	2	0,5
2	Теоретические основы биотехнологии	Биообъекты как средство производства лекарственных, профилактических и диагностических средств. Геномика и протеомика.	2	0,5
3	Генная инженерия	Технология получения трансгенных	4	0,5

		животных. Технология получения и трансплантация эмбрионов в животноводстве.		
4	Клеточная и тканевая инженерия растений	Биотехнология в получении искусственной пищи.	2	0,5
5	Энзиматическая инженерия	Производство и промышленное использование ферментов. Технология получения иммобилизованных ферментов.	2	0,5
6	Промышленное осуществление биотехнологических процессов	Технология производства биогаза и биотоплива из отходов сельского хозяйства.	2	0,5
7	Прикладные направления биотехнологии	Получение и применение иммунобиотехнологических препаратов. Биотехнологические методы получения препаратов на основе живых культур микроорганизмов-симбионтов: нормофлора и пробиотики.	3	0,5
ИТОГО:			17	3,5

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 4				
1	Общие представления о биотехнологии	Определение продуктов метаболизма микроорганизмов. Спиртовое брожение.	2	0,5
2	Теоретические основы биотехнологии	Определение свойств аминокислот, пептидов и белков. Полный гидролиз простых белков.	6	1
3	Генная инженерия	Составление рецептов питательных сред для культивирования клеток животных. Составление рецептов питательных сред для культивирования клеток растений. Изучение свойств клеточных мембран растительных клеток. Сравнение особенностей мембран в живых и мертвых клетках.	6	1
4	Клеточная и тканевая инженерия растений	Получение каллусной ткани и ее субкультивирование. Получение суспензионной культуры растительных клеток.	4	1
5	Энзиматическая инженерия	Поверхностный способ культивирования микроорганизмов продуцентов ферментов на твердых питательных средах.	6	1
6	Промышленное осуществление биотехнологических	Выделение полифруктозанов из растительного сырья.	4	0,5



	процессов			
7	Прикладные направления биотехнологии	Использование жировых отходов мясопереработки в качестве сырья для получения белковой кормовой добавки	6	0,5
ИТОГО:			34	5,5

#### **4.4. Содержание курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

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

Тема ИДЗ «Прикладные направления биотехнологии». В ИДЗ студент должен разработать концепцию, основанную на использовании определенных агентов и процессов для воздействия на живую природу с целью получения ценных биотехнологических продуктов.

Исходные данные для выполнения ИДЗ выдаются в соответствии с последней цифрой учебного шифра студента в виде технического задания.

Состав ИДЗ:

- a. Техническое задание.
- b. Индивидуальные задачи
- c. Выводы.

Техническое задание, утвержденное преподавателем, является единственным основанием для выполнения студентом ИДЗ, включает направление исследования биотехнологического производства.

ИДЗ включает краткий анализ роли биотехнологии для современного биотехнологического производства.

1. Сравните, что отличает современную биотехнологию в ее историческом развитии;
2. Приведите технологическую схему биотехнологического производства, ее основные характеристики;
3. Расшифруйте, что понимают под терминами «агенты» и «процессы» в биотехнологии;
4. Представьте на конкретных примерах возможности воздействия на живую природу для получения биотехнологического продукта.

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

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция** ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-4.1. Использует базовые и инженерные знания для решения профессиональных задач: рассчитывает основные тепловые, массообменные, гидромеханические процессы в биотехнологии с целью определения основных рабочих параметров технических объектов и систем.	Тестовый контроль; Решение практических заданий; Выполнение и защита лабораторных заданий; Защита ИДЗ; Экзамен

**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-5.1. Принимает участие в эксплуатации	Тестовый контроль;

технологического оборудования, выполняет технологические операции, управляет биотехнологическими процессами.	Решение практических заданий; Выполнение и защита лабораторных заданий; Защита ИДЗ; Экзамен
--	--

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

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Общие представления о биотехнологии (ОПК-4)	Что такое биотехнология. Основные этапы развития биотехнологии. Основные направления и задачи биотехнологии. Современное состояние и роль биотехнологии. Биообъекты. Основные биообъекты биотехнологии и их народно-хозяйственное значение.
2.	Теоретические основы биотехнологии (ОПК-4)	Современная классификация биотехнологических методов и производств. Системы аэрирования и перемешивания в технологии ферментационных процессов. Периодический способ культивирования. Непрерывный способ культивирования. Основные типы биотехнологических процессов.
3.	Генная инженерия (ОПК-4)	История генетической инженерии. Молекулярные основы генетической инженерии. Техника генной инженерии. Использование генной инженерии в растениеводстве. Использование генной инженерии в животноводстве. Генетическая инженерия растений. Генетическая инженерия животных. Генодиагностика и генотерапия человека.
4.	Клеточная и тканевая инженерия растений (ОПК-4)	Развитие метода клеточной и тканевой инженерии растений. Методы и условия культивирования изолированных тканей и клеток растений. Дедифференциация как основа формирования клеточных культур растений. Каллусные клетки. Суспензионные культуры растений. Изолированные протопласты. Клональное микроразмножение растений и его практическое применение.
5.	Энзиматическая инженерия (ОПК-4)	Роль и значение ферментов. Иммобилизованные ферменты. Иммобилизованные полиферментные системы. Биосенсоры, их значение. Биочипы, использование биочипов.
6.	Промышленное осуществление биотехнологических процессов (ОПК-5)	Устройство и основные конструкторские детали ферментеров и биореакторов. Системы перемешивания в процессах культивирования на биотехнологическом производстве.

		Системы теплообмена, пеногашения и стерилизации в процессах культивирования на биотехнологическом производстве. Отделение, очистка и модификация продуктов биосинтеза.
7	Прикладные направления биотехнологии (ОПК-5)	Производство кормового белка. Производство аминокислот. Производство ферментов. Получение антибиотиков. Технология бактериальных препаратов. Пищевая биотехнология и биотехнология питания. Промышленная и экологическая биотехнология. Сельско-хозяйственная и медицинская биотехнология.

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре и защиты ИДЗ

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме решения задач, выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения тестовых контрольных работ, выполнения и защиты индивидуального домашнего задания.

**Лабораторные занятия.** В пособии [7] 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 для защиты лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Контрольные вопросы
семестр № 4			
1	Общие представления о биотехнологии (ОПК-4)	Определение продуктов метаболизма микроорганизмов. Спиртовое брожение.	Какие условия влияют на интенсивность спиртового брожения? Почему в качестве гидрозатвора используется серная кислота? Как оценивается спиртообразующая способность различных штаммов дрожжей? Какие ферменты участвуют в процессе спиртового брожения?
2	Теоретические основы биотехнологии (ОПК-4)	Определение свойств аминокислот, пептидов и белков. Полный гидролиз простых белков.	Что называют белками, их роль в природе? Чем отличаются различные белки, полученные из разных источников? Назовите основные виды связей в белковой молекуле. Что называют первичной, вторичной, третичной и

			<p>четвертичной структурой белков? Объясните механизм осаждения белков при нагревании, при добавлении кислот, щелочей или органических растворителей.</p>
3	Генная инженерия (ОПК-4)	<p>Составление рецептур питательных сред для культивирования клеток животных. Составление рецептур питательных сред для культивирования клеток растений. Изучение свойств клеточных мембран растительных клеток. Сравнение особенностей мембран в живых и мертвых клетках.</p>	<p>Перечислите функции сред для выращивания клеток животных и растений. Составьте классификацию питательных сред для выращивания клеток животных и растений. Какие микрокомпоненты должны включать питательные среды для выращивания клеток многоклеточных организмов? Охарактеризуйте такое свойство клеток, как избирательная проницаемость мембран.</p>
4	Клеточная и тканевая инженерия растений (ОПК-4)	<p>Получение каллусной ткани и ее субкультивирование. Получение суспензионной культуры растительных клеток.</p>	<p>Что такое дедифференциация? Перечислите факторы, индуцирующие каллусогенез. Какую роль играют ауксины и цитокинины в данном процессе? С какой периодичностью осуществляется субкультивирование каллусов? Какие правила необходимо соблюдать при пересадке каллусной ткани на свежую питательную среду? Перечислите основные направления использования каллусных культур. Преимущества суспензионных культур растительных клеток по сравнению с культурами каллусных тканей. Охарактеризуйте основные способы получения суспензионных культур. Какие требования предъявляются к каллусным тканям, используемым для инициирования суспензионных культур растительных клеток?</p>
5	Энзиматическая инженерия (ОПК-4)	<p>Поверхностный способ культивирования микроорганизмов продуцентов ферментов на твердых питательных средах.</p>	<p>Какова роль посевного материала в культивировании продуцента? Какие факторы влияют на процесс культивирования продуцента при: а) поверхностном способе; б) глубинном способе?</p>

			<p>Какие преимущества и недостатки имеет перед поверхностным способом глубинное культивирование?  На базе каких предпосылок делают первоначальную ориентировку в выборе состава питательной среды для получения ферментов?  Может ли в процессе глубинного культивирования иметь место явление самостерилизации?</p>
6	Промышленное осуществление биотехнологических процессов (ОПК-5)	Выделение полифруктозанов растительного сырья. из	<p>Какие природные источники фитополисахаридов Вам известны?  Назовите и охарактеризуйте основные стадии выделения полифруктозанов из растительного сырья.  Охарактеризуйте основные направления переработки клубней и зеленой массы топинамбура.  Почему так важно поддерживать температуру экстракции инулина не выше 75 °С?  Предложите свои варианты интенсификации процесса экстракции полифруктозанов из разных видов растительного сырья.</p>
7	Прикладные направления биотехнологии (ОПК-5)	Использование жировых отходов мясопереработки в качестве сырья для получения белковой кормовой добавки	<p>Назовите биологическую роль липидов в организме человека и микроорганизмов.  Почему жировые отходы целесообразно использовать при культивировании микроорганизмов с целью получения кормового белка?  В чем преимущества микробиологической трансформации жиросодержащих отходов перед фракционированием и другими путями переработки жиров?  Предложите микроорганизмы, наиболее подходящие для биотрансформации жировых отходов. Ответ обоснуйте.</p>

**Практические занятия.** В пособии [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 практического занятия	Контрольные вопросы
семестр № 4			
1	Общие представления о биотехнологии (ОПК-4)	Области применения биотехнологии.	<p>Что такое биотехнология?</p> <p>Перечислите области народного хозяйства, где применяется биотехнология?</p> <p>Как применяется биотехнология в животноводстве и растениеводстве?</p> <p>Дайте характеристику актиномицетов, грибов и дрожжей.</p>
2	Теоретические основы биотехнологии (ОПК-4)	Биообъекты как средство производства лекарственных, профилактических и диагностических средств. Геномика и протеомика.	<p>Каким образом биообъекты являются средствами производства лекарственных, профилактических и диагностических препаратов?</p> <p>Выделите основные органеллы клетки, определите их функции.</p> <p>Как вы думаете, какие существуют основные направления совершенствования продуцентов?</p> <p>Дайте определение понятиям «геномика» и «протеомика».</p> <p>Какие существуют направления геномики и протеномики.</p> <p>Раскройте содержание проектов «геном человека» и «протеом человека».</p>
3	Генная инженерия (ОПК-4)	Технология получения трансгенных животных. Технология получения и трансплантация эмбрионов в животноводстве.	<p>Составьте схему получения трансгенных животных.</p> <p>Укажите преимущества генной инженерии над селекцией при совершенствовании пород с-х животных.</p> <p>Каким методом получают трансгенных овец?</p> <p>Какие новые свойства приобретают трансгенные животные?</p> <p>Что понимают под трансплантацией эмбрионов?</p> <p>Какие манипуляции можно проводить с эмбрионом?</p>
4	Клеточная и тканевая инженерия растений (ОПК-4)	Биотехнология в получении искусственной пищи.	<p>Чем искусственная пища отличается от традиционной?</p> <p>Какие способы производства искусственной пищи существуют?</p>

			Опишите технологию производства белковой икры и искусственного мяса. Перечислите преимущества и недостатки искусственной пищи.
5	Энзиматическая инженерия (ОПК-4)	Производство и промышленное использование ферментов. Технология получения иммобилизованных ферментов.	Каким способом получают ферменты? Какие продуценты ферментов существуют? Как обозначают ферментные препараты? Каким образом производится иммобилизация ферментов? Перечислите методы иммобилизации ферментов.
6	Промышленное осуществление биотехнологических процессов (ОПК-5)	Технология производства биогаза и биотоплива из отходов сельского хозяйства.	Из чего состоит биогаз? Какие биогазовые установки бывают? Из каких составных частей состоит биогазовая установка? Какие отходы можно использовать для получения биогаза?
7	Прикладные направления биотехнологии (ОПК-5)	Получение и применение иммунобиотехнологических препаратов. Биотехнологические методы получения препаратов на основе живых культур микроорганизмов-симбионтов: нормофлора и пробиотики.	Дайте характеристику механизмов, определяющих антогонистическую активность нормофлоры. Приведите примеры современных средств коррекции микробиоценоза. Представьте общую схему производства пробиотиков.

### Типовые варианты тестов для текущего контроля в семестре

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Контрольные вопросы
семестр № 4			
1	Общие представления о биотехнологии (ОПК-4)	Микробиологическая трансформация стероидных структур относится к периоду развития биотехнологии:	а) допастеровскому; б) антибиотиков; в) новой и новейшей биотехнологии.
		Что позволяет осуществить биотехнология:	а) получить необходимые человеку вещества с помощью живых организмов; б) изучить генотип человека.
		В какой области промышленности не используют микроорганизмы?	а) пищевой; б) атомной; в) сельском хозяйстве.



		Какой ученый выявил сущность биотехнологических процессов?	а) Ч. Дарвин; б) В.Вернадский; в) Л. Пастер.
		На решение какой глобальной проблемы человечества направлены усилия биотехнологии?	а) решение проблемы глобального потепления; б) решение проблемы нехватки продовольствия.
2	Теоретические основы биотехнологии (ОПК-4)	Главный критерий отбора продуцента в качестве биообъекта:	а) быстрое накопление биомассы; б) способность синтезировать целевой продукт; в) способность расти на дешевых питательных средах; г) устойчивость к заражению посторонней микрофлорой.
		Наиболее распространенным местом естественного обитания продуцентов антибиотиков является:	а) почва; б) воздух; в) проточная вода; г) деревья.
		К прокариотам относятся	а) бактерии; б) вирусы; в) простейшие.
		Главным звеном биотехнологического процесса, определяющим всю его сущность, является:	а) биологический объект; б) химическое вещество; в) вирус.
		В качестве объектов биотехнологии выступают:	а) клетки микроорганизмов; б) протопласты растений; в) трансгенные животные и растения; г) все перечисленные.
3	Генная инженерия (ОПК-4)	Назовите белок, который один из первых был получен с помощью методов генной инженерии:	а) фибриноген; б) инсулин; в) меланин; г) гемоглобин.
		Комплекс технологий, методов, процессов, посредством которых получают рекомбинантные РНК и ДНК, а также гены из клеток организмов, осуществляют различные	а) генная инженерия; б) клеточная инженерия; в) клеточная селекция.

		манипуляции с генами и вводят их в другие организмы:	
		Животных и растения, которые несут в своем геноме рекомбинантный (чужеродный) ген, принято называть:	а) трансгенными; б) чужеродными; в) несущими; г) все ответы верны.
		Сокупность методов, позволяющих путем операций <i>in vitro</i> переносить информацию из одного организма в другой – это:	а) хромосомная инженерия; б) генная инженерия; в) клеточная инженерия.
		Участок ДНК, в котором записана информация о первичной структуре белка:	а) ген; б) хромосома; в) плазида.
4	Клеточная и тканевая инженерия растений (ОПК-4)	Культивирование клеток и тканей может осуществляться:	а) культивирование на поверхности твердой агаризированной питательной среды; б) культивирование на поверхности твердых носителей, помещенных в питательную среду; в) культивирование одиночных клеток; г) глубинное культивирование суспензионных культур; д) все варианты верны.
		Первичный каллус это?	а) классическая культура, выращиваемая поверхностным способом; б) культуры опухолевых клеток; в) клетки животных и человека;
		Методика искусственного получения каллусной культуры у растений не включает в себя?	а) вычленение эксплантата; б) стерилизация эксплантата; в) получение культуры ткани, из любой части растения.
		Для культивирования протопластов используются :	а) инкубирование в каплях жидкой среды; б) помещение в агаровый слой; в) оба варианта ; г) ни один не подходит.
		Ауксины – термин, под которым объединяются специфические гормоны (стимуляторы роста):	а) животных тканей; б) растительных тканей.
5	Энзиматическая инженерия (ОПК-4)	Скорость ферментативной реакции	а) давления; б) температуры;

		не зависит от:	в) кислотности среды (рН); г) от побочных реакций.
		Укажите биокатализаторы процесса гидролиза:	а) оксиредуктазы; б) трансферазы; в) гидролазы; г) лиазы.
		Верно ли высказывание? Имобилизация фермента это связывание фермента с нерастворимым носителем при сохранении частичной или полной каталитической активности фермента.	а) да; б) нет.
		Трансферазы осуществляют:	а) катализ окислительно-восстановительных реакций; б) перенос функциональных групп на молекулу воды; в) катализ реакций присоединения по двойным связям.
		Как называют исходные вещества, участвующие в реакции?	а) субстраты; б) продукты; в) реактивы.
6	Промышленное осуществление биотехнологических процессов (ОПК-5)	Технологический воздух для биотехнологического производства стерилизуют:	а) УФ-облучением; б) многократным нагреванием; в) многократным фильтрованием; г) антибиотическими веществами.
		Тепловую стерилизацию сред (по способу ее проведения) подразделяют на:	а) периодическую; б) непрерывную; в) верны оба; г) оба не верны.
		Современные биореакторы должны обладать следующими системами:	а) эффективного перемешивания и гомогенизации среды выращивания; б) обеспечения свободной и быстрой диффузии газообразных компонентов системы (азирование в первую очередь); в) теплообмена, обеспечивающего поддержание оптимальной температуры внутри реактора и ее контролируемые изменения; г) верно все.
		Важнейшим условием успешного протекания любого биотехнологического процесса является:	а) поддержание стерильности среды в ферментере и во всей ферментационной установке в целом; б) поддержание оптимальной температуры;

			в) оптимальный рН.
		Задачи герметизации:	а) защита внутреннего объема от посторонней микрофлоры; б) защита окружающей среды от продуктов биосинтеза; в) защита внутреннего объема от посторонней микрофлоры и защита окружающей среды от продуктов биосинтеза.
7	Прикладные направления биотехнологии (ОПК-5)	Наиболее дефицитным компонентом пищи является белок, в особенности, – высокой биологической ценности, то есть:	а) в орехах и семенах; б) в крупах; в) в овощах; г) животного происхождения.
		Одной из основных задач научно-технического прогресса (НТП) является?	а) увеличения пищевых ресурсов; б) увеличения трудовых ресурсов; в) экологизация; г) увеличение результативности мероприятий.
		Антибиотики являются:	а) вторичными метаболитами; б) аминокислотами; в) ферментами.
		В каких отраслях применяют антибиотики?	а) пищевой; б) фармацевтической; в) животноводстве; г) все ответы верны.
		Структурные единицы белков - это	а) аминокислоты; б) жирные кислоты; в) сахара.

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме **экзамена** и является итоговым оценочным средством учебных достижений студента. Для подготовки к ответу на вопросы, которые студенту достаются случайным образом, отводится время в пределах 30 минут, если экзамен проводится в устной форме или в течение 2 академических часов, если экзамен проводится в письменной форме. Форма проведения экзамена, устная или письменная, устанавливается преподавателем. После ответа на теоретические вопросы, преподаватель может задать дополнительные вопросы с целью уточнения сформированности компетенции. Вопросы к экзамену находятся в открытом для студентов доступе.

## 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
	ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.
	ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции.
Знания	Знание терминов, понятий, законов и структуры разделов биотехнологии
	Знание основных биотехнологических процессов, объектов и продуктов биотехнологии.
	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
	Умение характеризовать основные биотехнологические производства, объяснять область их применения, опираясь на нормативные данные, полученные из различных источников, в том числе сети Интернет
	Эксплуатирует инструментальный и лабораторное биотехнологическое оборудование; контролирует количественные и качественные показатели получаемой продукции.
	Осознанно проверяет решения и анализирует результаты
	Качественно оформляет (презентует) выполнение заданий
Навыки	Владеет навыками расчета массообменных, гидромеханических процессов с целью определения основных параметров объектов биотехнологических систем, эксплуатации биотехнологического оборудования
	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 биотехнологии	Не знает терминов и понятий, законов и структуры разделов биотехнологии	Знает термины и понятия, законы и структуру разделов биотехнологии, но допускает неточности.	Знает термины и понятия, законы и структуру разделов биотехнологии, их интерпретирует и использует.	Знает термины и понятия, законы и структуру разделов биотехнологии, может корректно сформулировать их самостоятельно.
Знание основных биотехнологических процессов, объектов и продуктов биотехнологии.	Не знает основных биотехнологических процессов, объектов и продуктов биотехнологии	Знает основные биотехнологические процессы, объекты и продукты биотехнологии, но допускает неточности.	Знает основные биотехнологические процессы, объекты и продукты биотехнологии, их интерпретирует и использует.	Знает основные биотехнологические процессы, объекты и продукты биотехнологии, свободно ими интерпретирует.
Объем освоенного	Не знает	Знает только	Знает материал	Обладает твердыми

материала	значительной части материала дисциплины	основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	дисциплины в достаточном объеме	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 правильно	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
Умение характеризовать основные биотехнологические производства, объяснять область их применения, опираясь на нормативные данные, полученные из различных источников, в том числе сети Интернет	Не умеет производить характеризовать основные биотехнологические производства, объяснять область их применения, опираясь на нормативные данные, полученные из различных источников, в том числе сети Интернет	Умеет характеризовать основные биотехнологические производства, объяснять область их применения, опираясь на нормативные данные, полученные из различных источников, в том числе сети Интернет, но допускает неточности.	Умеет характеризовать основные биотехнологические производства, объяснять область их применения, опираясь на нормативные данные, полученные из различных источников, в том числе сети Интернет в достаточном объеме.	Умеет характеризовать основные биотехнологические производства, объяснять область их применения, опираясь на нормативные данные, полученные из различных источников, в том числе сети Интернет, может самостоятельно их использовать.
Эксплуатирует инструментальный и лабораторное биотехнологическое оборудование; контролирует количественные и качественные	Не умеет эксплуатировать инструментальный и лабораторное биотехнологическое оборудование; контролировать количественные и	Испытывает затруднения при эксплуатации инструментального лабораторного биотехнологического оборудования;	Правильно эксплуатирует инструментальный и лабораторное биотехнологическое оборудование; контролирует количественные и	Правильно эксплуатирует инструментальный и лабораторное биотехнологическое оборудование; контролирует количественные и качественные показатели

показатели получаемой продукции	качественные показатели получаемой продукции	контролировании количественных и качественных показателей получаемой продукции	качественные показатели получаемой продукции	получаемой продукции
Умение проверять и анализировать решения и 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 расчета массообменных, гидромеханических процессов с целью определения основных параметров объектов биотехнологических систем, эксплуатации биотехнологического оборудования	Не владеет навыками расчета массообменных, гидромеханических процессов с целью определения основных параметров объектов биотехнологических систем, эксплуатации биотехнологического оборудования	Владеет навыками расчета массообменных, гидромеханических процессов с целью определения основных параметров объектов биотехнологических систем, эксплуатации биотехнологического оборудования, но допускает неточности	Владеет навыками расчета массообменных, гидромеханических процессов с целью определения основных параметров объектов биотехнологических систем, эксплуатации биотехнологического оборудования в достаточном объеме	Владеет навыками расчета массообменных, гидромеханических процессов с целью определения основных параметров объектов биотехнологических систем, эксплуатации биотехнологического оборудования, 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

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 и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации и самостоятельной работы	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук или компьютер
2	Лаборатория для проведения лабораторных занятий	Специализированная аудитория для проведения лабораторных занятий, оснащенная специализированной мебелью, ламинарным микробиологическим боксом, аналитическими весами, климатостатом 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.
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника подключенная к сети Интернет, имеющая доступ в электронную информационную образовательную среду, автоматизированный экран, доска
4	Методический кабинет	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук или компьютер

### **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 19.08.2023г.
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. Биотехнология : учеб. пособие / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева И.И. - М. : Академия, 2006. - 254 с.
2. Егорова Т.А. Основы биотехнологии : учеб. пособие / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - М. : Академия, 2003. - 208 с.
3. Основы микробиологии и биотехнологии : учеб. пособие для студентов / Е. Н. Гончарова; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011. - 228 с.
4. Методические указания к выполнению практических занятий и курсовой работы по дисциплине «Введение в биотехнологию» для студентов направления 190301 — Биотехнология. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. - 33 с. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018122812045448300000655606>
5. Основы микробиологии и экологической биотехнологии : учеб. пособие для студентов вузов / Б. С. Ксенофонов. – М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2015. - 218 с.
6. Шлейкин А.Г. Введение в биотехнологию: учебное пособие / А.Г. Шлейкин, Н.Т. Жилинская. — СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2013. — 92 с. <http://www.iprbookshop.ru/65806.html>
7. 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>
8. Тихонов Г.П. Основы биотехнологии: методические рекомендации для самостоятельной подготовки студентов/ Тихонов Г.П., Минаева И.А. — М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2009.— 137 с. <http://www.iprbookshop.ru/46298>.
9. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии: Уч. пособие /В.В. Бирюков. –М.: КолосС, 2004. - 294 с.

#### **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»

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. Электронные библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова

*Научно-библиографические Базы данных:*

1. <http://www.elibrary.ru>
2. <http://www.microzym.ru/bio.htm>. Сайт «Биотехнология»
3. <http://cbio.ru/page/51/id/3074/> – журнал «Коммерческие биотехнологии»
4. <http://www.biotechnolog.ru/map.htm> – сайт «Биотехнология»
5. **biorosinfo.ru** – Общество биотехнологов России. Журнал «Вестник биотехнологии».
6. **molbiol.ru** - классическая и молекулярная биология. Справочник, методы и растворы. Журнал «Биохимия».

7. **mosbiotechworld.ru** - Биотехнология – состояние и перспективы развития. События и мероприятия на тему биотехнологии: конгрессы, конференции, выставки, конкурсы.
8. **genetika.ru/journal/** – журнал «Биотехнология».
9. <http://www.BioDat.ru/> представлена База данных по экологическим ресурсам, биоразнообразию и др.
10. <http://www.ecoindustry.ru/> - Экология производства (научно-практический портал)
11. <http://www.ecoline.ru> - Информационный ресурс «Эколайн» содержит научные, справочные, методические и учебные материалы, посвященные вопросам обеспечения экологической безопасности, повышения энергоэффективности экономики, распространения наилучших доступных технологий в ключевых отраслях промышленности.
12. <http://www.ecolife.ru/> сайт журнала «Экология и жизнь».
13. <http://www.isjaee.com/jour> -международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология».
14. <http://www.ecoaccord.org> – сайт центра «Эко-Согласие» по проблемам окружающей среды и устойчивого развития.
15. <http://zeleneet.com> – сайт «Зеленый мир» (альтернативная энергетика)
16. <http://www.elibrary.ru> - научная электронная библиотека
17. <http://e.lanbook.com> – электронная библиотечная система издательства «Лань»
18. <http://www.iprbookshop.ru/> - электронно-библиотечная система