

**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

«16» ноября 2022 г.

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

**Общая биотехнология**

направление подготовки (специальность):

19.03.01 Биотехнология

Образовательная программа:

Экологическая биотехнология

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Химико-технологический

Кафедра Экобиотехнологии

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.

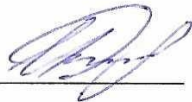
Составитель: канд. техн. наук, доц.  / Н.Ю. Кирюшина /

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Экобиотехнологии

«03» ноября 2022 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доц.  / И.В. Старостина /

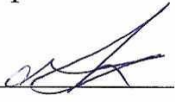
Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой Экобиотехнологии

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доц.  / И.В. Старостина /

«03» ноября 2022 г., протокол № 1

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института

«15» ноября 2022 г., протокол № 1

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.	<b>Знать:</b> основные биотехнологические процессы, объекты и продукты биотехнологии. <b>Уметь:</b> характеризовать основные биотехнологические производства, объяснять область их применения; <b>Владеть:</b> навыками расчёта массообменных, гидромеханических процессов с целью определения основных параметров объектов биотехнологических систем.
	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.	<b>Знать:</b> стадии промышленного осуществления биотехнологических процессов. <b>Уметь:</b> эксплуатировать инструментарий и лабораторное биотехнологическое оборудование; контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции. <b>Владеть:</b> навыками эксплуатации технологического оборудования, выполнения технологических операций и управления

			биотехнологическими 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	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)		
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.	4	2	2	4
2. Теоретические основы биотехнологии.					

	Современная классификация биотехнологических методов и производств. Промышленная биотехнология: культивирование микроорганизмов. Типовые приемы и методы подготовки биообъектов.	6	2	6	6
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	4
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	4
5. Энзиматическая инженерия.					
	Роль и значение ферментов. Имобилизованные ферменты. Имобилизованные полиферментные системы. Биосенсоры. Биочипы.	4	2	6	4
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	8
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	6
ВСЕГО		34	17	34	36

#### 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	Объекты биотехнологических производств. Классификация и особенности работы с каждой из групп. Культивирование и изучение морфологических характеристик микроорганизмов.	2	2
2	Теоретические основы	Влияние условий иммобилизации на	2	4

	биотехнологии	продуктивность микробных клеток.		
3	Генная инженерия	Экспрессия генов, клонированных в прокариотических системах. Культивирование рекомбинантных клеток E.coli.	4	4
4	Клеточная и тканевая инженерия растений	Препараты на основе биомассы растений, полученные методом in vitro.	2	4
5	Энзиматическая инженерия	Ферментация треонина. Идентификация и определение содержания аминокислот в культуральной жидкости (на примере треонина).	2	4
6	Промышленное осуществление биотехнологических процессов	Принцип работы биофильтра с омываемым слоем. Связывание монооксида углерода в реакторе иммобилизованными со-окисляющими бактериями.	2	4
7	Прикладные направления биотехнологии	Препараты на основе живых культур молочнокислых бактерий.	3	4
ИТОГО:			17	26

### 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	Планирование эксперимента и построение модели на примере выращивания микроорганизмов.	2	1
2	Теоретические основы биотехнологии	Методы выделения и очистки целевого биотехнологического продукта.	6	1
3	Генная инженерия	Методы анализа содержания основных (общий азот, белок) и запасных (полисахара, биополимеры) клеточных макромолекул.	6	2
4	Клеточная и тканевая инженерия растений	Сравнение эффективности разных по гормональному и минеральному составу питательных сред при культивировании изолированных тканей растений.	4	2
5	Энзиматическая инженерия	Кинетика ферментативных реакций на примере бактериальных биолюминесцентных систем.	6	2
6	Промышленное осуществление биотехнологических процессов	Иммобилизация микробных клеток.	4	1
7	Прикладные направления биотехнологии	Депонирование пестицидов в матрикс из разрушаемых биополимеров. Исследование динамики разрушения матрикса в почве.	6	1
ИТОГО:			34	10

#### 4.4. Содержание курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

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

Тема РГЗ «Материальный расчет целевых продуктов биотехнологических производств». В РГЗ студент должен разработать концепцию, основанную на использовании определенных агентов и процессов с целью получения ценных биотехнологических продуктов; произвести материальные расчеты целевых продуктов.

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

Состав ИДЗ:

- а. Техническое задание.
- б. Материальный расчет целевых продуктов биотехнологического производства.
- с. Выводы.

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

РГЗ 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. Произведите материальный расчет целевых продуктов биотехнологических производств;
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 технологического оборудования, выполняет технологические операции, управляет биотехнологическими процессами.	Тестовый контроль; 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	Устройство и основные конструкторские детали ферментеров

	осуществление биотехнологических процессов (ОПК-5)	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 РГЗ

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме решения задач, выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения тестовых контрольных работ, выполнения и защиты расчетно-графического 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 № <u>4</u>			
1	Общие представления о биотехнологии (ОПК-4)	Планирование эксперимента и построение модели на примере выращивания микроорганизмов.	Каков порядок планирования эксперимента? В чем заключаются основные положения метода наименьших квадратов? Каким образом осуществляется проверка адекватности модели? Назовите достоинства и недостатки однофакторного эксперимента.
2	Теоретические основы биотехнологии (ОПК-4)	Методы выделения и очистки целевого биотехнологического продукта.	Какие основные методы сбора биомассы вы знаете? Дайте краткую характеристику этим методам. Как можно разрушить биомассу и отделить осколки клеток от

			<p>супернатанта?</p> <p>Какие основные приемы выделения целевого продукта?</p> <p>Чем отличается аффинная хроматография от гель-фильтрации?</p>
3	Генная инженерия (ОПК-4)	<p>Методы анализа содержания основных (общий азот, белок) и запасных (полисахара, биополимеры) клеточных макромолекул.</p>	<p>Почему необходимо изучать биохимический состав микроорганизмов?</p> <p>Каковы основные методы определения белковых компонентов клетки?</p> <p>В чем заключаются принципы определения общего азота?</p> <p>Какие отличия наблюдаются при определении общего азота в клетках бактерий, отобранных в разные фазы роста?</p> <p>В каких условиях роста микроорганизмы синтезируют запасные вещества?</p> <p>Какие основные запасные вещества содержат микроорганизмы?</p> <p>В чем заключается принцип антронового метода?</p> <p>К какому классу органических соединений относятся полигидрокси-алканоаты?</p> <p>Каковы основные этапы газохроматографического определения содержания полимера в бактериях? Перечислите их.</p>
4	Клеточная и тканевая инженерия растений (ОПК-4)	<p>Сравнение эффективности разных по гормональному и минеральному составу питательных сред при культивировании изолированных тканей растений.</p>	<p>Как гормональный состав среды влияет на процессы регенерации в культуре зрелых зародышей?</p> <p>Объясните, какие условия лучше использовать для проведения дальнейшего микроразмножения. Охарактеризуйте основные способы получения суспензионных культур.</p> <p>Какие условия лучше использовать для проведения микроразмножения декоративных культур?</p> <p>Объясните, зачем нужны изменения гормонального состава среды при пересадке культур.</p> <p>Рассчитайте возможный коэффициент микроразмножения комнатных растений.</p>
5	Энзиматическая инженерия (ОПК-4)	<p>Кинетика ферментативных реакций на примере</p>	<p>В чем отличие ферментов от остальных белков?</p>

		бактериальных билюминесцентных систем.	Почему важна жесткость молекулярной структуры фермента при его работе? Каковы преимущества ферментативного катализа перед обычным химическим катализом? Объясните понятие стационарной кинетики. Каким образом фермент отличает специфический субстрат от другого? Поясните смысл отношения $k_{кат}/K_m$ . Дайте характеристику бактериальных билюминесцентных систем различной сложности.
6	Промышленное осуществление биотехнологических процессов (ОПК-5)	Иммобилизация микробных клеток.	В чем специфика конструкции и методов применения биопрепаратов и биотехнологий для детоксикации ксенобиотиков? Каковы особенности техники иммобилизации микробных клеток, предназначенных для связывания токсикантов? В чем заключаются «узкие» места применения биопроцессов и биообъектов для защиты окружающей среды от токсичных стоков и газовоздушных выбросов?
7	Прикладные направления биотехнологии (ОПК-5)	Депонирование пестицидов в матрикс из разрушаемых биополимеров. Исследование динамики разрушения матрикса в почве.	В чем принципиальное отличие по способам применения и эффективности действия биопестицидов и биоинсектицидов от химических препаратов? Почему биоинсектициды исключают залповые выбросы препаратов в среду? Что является ключевым моментом для успеха конструирования и применения биоинсектицидов и биогербицидов?

**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)	<p>Объекты биотехнологических производств.</p> <p>Классификация и особенности работы с каждой из групп.</p> <p>Культивирование и изучение морфологических характеристик микроорганизмов.</p>	<p>Мотивируйте многообразие применяемых в биотехнологических процессах биологических систем.</p> <p>Современная классификация биообъектов.</p> <p>Требования к работе с микроорганизмами в качестве объектов биотехнологических производств.</p> <p>Особенности культивирования вирусов.</p> <p>Определение биокатализатора.</p> <p>Понятие биотрансформации.</p> <p>Объясните понятия первичной клеточной культуры, устойчивой клеточной линии, чистой линии, клона, штамма.</p>
2	Теоретические основы биотехнологии (ОПК-4)	<p>Влияние условий иммобилизации на продуктивность микробных клеток.</p>	<p>Дайте определение понятия иммобилизации биообъектов.</p> <p>Каким образом биообъект может быть связан с нерастворимым носителем?</p> <p>Какие типы нерастворимых носителей вы знаете?</p> <p>Каковы преимущества метода иммобилизации биообъектов при получении лекарственных веществ?</p> <p>Какими свойствами должен обладать носитель при иммобилизации ферментов?</p> <p>В чем суть метода включения ферментов в липосомы?</p> <p>Какие методы иммобилизации клеток микроорганизмов вы знаете?</p> <p>В каких случаях иммобилизации целых клеток-продуцентов лекарственных веществ нерациональна?</p>
3	Генная инженерия (ОПК-4)	<p>Экспрессия генов, клонированных в прокариотических системах.</p> <p>Культивирование рекомбинантных клеток E.coli.</p>	<p>Какие регуляторные участки должны присутствовать в экспрессируемой плазмиде?</p> <p>Ген экспрессируемого в E.coli белка находится под промотором РНК полимеразы фага Т7. Какие гены должны присутствовать в клетке-хозяине, чтобы экспрессия была эффективной?</p> <p>Опишите регуляторные механизмы экспрессии в системе рЕТ.</p>

			<p>Что такое ИПТГ? Что происходит в трансформированных клетках после его добавления в питательную среду?</p> <p>В каких условиях производится культивирование трансформированных клеток <i>E.coli</i> BL21(DE3)?</p>
4	Клеточная и тканевая инженерия растений (ОПК-4)	<p>Препараты на основе биомассы растений, полученные методом <i>in vitro</i>.</p>	<p>Назовите методы селекции, используемые в культуре тканей и клеток растений.</p> <p>Почему явление тотипотентности имеет большое значение при получении БАВ из растительного сырья?</p> <p>Приведите преимущества растительного сырья, получаемого при выращивании культур клеток, перед сырьем из плантационных и дикорастущих растений.</p> <p>Какие методы стерилизации растительных клеток вам известны?</p> <p>Из каких стадий состоит технология получения биомассы?</p> <p>Какие компоненты должна содержать среда культивирования?</p> <p>Приведите основные характеристики растительных клеток.</p> <p>Почему фитогормоны являются обязательными компонентами питательных сред?</p> <p>Обоснуйте, почему протопласты являются ценным объектом биотехнологических производств.</p>
5	Энзиматическая инженерия (ОПК-4)	<p>Ферментация треонина. Идентификация и определение содержания аминокислот в культуральной жидкости (на примере треонина).</p>	<p>Назовите методы получения аминокислот и укажите их специфические особенности и различия.</p> <p>Какие микроорганизмы используют для микробиологического синтеза аминокислот?</p> <p>На какие уровни регуляции внутриклеточного метаболизма воздействуют при создании штаммов-суперпродуцентов аминокислот?</p> <p>Какие параметры необходимо контролировать в процессе ферментации плазмидного</p>

			<p>продуцента треонина?          Каким образом осуществляется автоматическая поддержание в среде оптимальных концентраций источника углерода и азота в процессе ферментации продуцента треонина?          Назовите основные преимущества и недостатки биотехнологических методов получения аминокислот по сравнению с химическими.          Почему при культивировании штаммов-продуцентов аминокислот необходимо применение подпиток?          Какие режимы ферментации используют при промышленном получении аминокислот?</p>
6	Промышленное осуществление биотехнологических процессов (ОПК-5)	Принцип работы биофильтра с оmyваемым слоем. Связывание монооксида углерода в реакторе иммобилизованными со-окисляющими бактериями.	<p>Каков принцип действия биореактора с оmyваемым слоем?          Каким фактором лимитируется длительность функционирования биореактора с оmyваемым слоем?          Какие примеры использования микроорганизмов для связывания токсикантов, загрязняющих атмосферу городов, вы можете привести?          Дайте сравнительные характеристики эффективности функционирования биореактора с оmyваемым слоем, реактора с биоскруббером и биофильтра.</p>
7	Прикладные направления биотехнологии (ОПК-5)	Препараты на основе живых культур молочнокислых бактерий.	<p>Охарактеризуйте симбиоз человека с микроорганизмами.          Перечислите механизмы антагонистического действия молочнокислых бактерий на патогенную и гнилостную микрофлору.          Назовите штаммы бактерий, используемые для получения препаратов пробиотиков.          Перечислите параметры, контролируемые в процессе культивирования молочнокислых бактерий.          Приведите различия между отдельными видами молочнокислых бактерий, наблюдаемыми под микроскопом.          Какие типы симбиоза вы знаете?</p>

## Типовые варианты тестов для текущего контроля в семестре

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Контрольные вопросы
семестр № 4			
1	Общие представления 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 манипуляции с генами и вводят их в другие организмы:	а) генная инженерия; б) клеточная инженерия; в) клеточная селекция.
		Животных и растения, которые несут в своем геноме рекомбинантный (чужеродный) ген, принято называть:	а) трансгенными; б) чужеродными; в) несущими; г) все ответы верны.
		Совокупность 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 не зависит от:	а) давления; б) температуры; в) кислотности среды (рН); г) от побочных реакций.
		Укажите биокатализаторы процесса гидролиза:	а) оксиредуктазы; б) трансферазы; в) гидролазы; г) лиазы.
		Верно ли высказывание? Иммунизация 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	а) периодическую; б) непрерывную;

		(по способу ее проведения) подразделяют на:	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 (аэрирование 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
	<p>ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.</p> <p>ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции.</p>
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 материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердыми полными знаниями материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями логической последовательности	Излагает знания без нарушений логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

#### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Творчески применяет теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях.	Не умеет применять теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях.	Умеет применять теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях, но допускает неточности.	Умеет творчески применять теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях в достаточном объеме.	Умеет творчески применять теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях, может корректно использовать их самостоятельно
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	Испытывает затруднения при эксплуатации инструментального лабораторного биотехнологического оборудования;	Правильно эксплуатирует инструментальный и лабораторное биотехнологическое оборудование; контролирует	Правильно эксплуатирует инструментальный и лабораторное биотехнологическое оборудование; контролирует количественные и

показатели получаемой продукции	количественные и качественные показатели получаемой продукции	контролировании количественных и качественных показателей получаемой продукции	количественные и качественные показатели получаемой продукции	качественные показатели 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
Владет 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	Владет навыками расчета массообменных, гидромеханических процессов с целью определения основных параметров объектов биотехнологических систем, эксплуатации биотехнологического оборудования, но допускает неточности	Владет навыками расчета массообменных, гидромеханических процессов с целью определения основных параметров объектов биотехнологических систем, эксплуатации биотехнологического оборудования в достаточном объеме	Владет 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. Ксенофонтов. – 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, посвящённые 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