

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт
физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____/Ж.В. Мацулевич/

подпись ФИО

“08” июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.1 Биотехнологические производства

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки: 19.03.01 «Биотехнология»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность: «Общая и прикладная биотехнология»

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: НиБ

Кафедра-разработчик НиБ

Объем дисциплины: 216/6

Промежуточная аттестация: зачет, зачет с оценкой

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Кузина Ольга Владимировна, к.б.н., доцент

Калинина Александра Александровна, к.х.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2021

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 августа 2021 г. № 736 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол от 28.10.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 01.06.2021 № 9.

И.О. зав. кафедрой: к.х.н., доцент Калинина А.А.

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, протокол от 08.06.2021 № 9.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 19.03.01-о-27

Начальник МО

Н.Р. Булгакова

(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____/Н.И. Кабанина/

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	6
4. Структура и содержание дисциплины.....	12
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	20
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	26
7. Информационное обеспечение дисциплины	27
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	29
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	29
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	30
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	32

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины «Биотехнологические производства» является - формирование у студентов представлений о современных направлениях, методах, проблемах и перспективах биотехнологии. «Биотехнологические производства» являются одной из основополагающих дисциплин в цикле естественнонаучной подготовки биотехнологов, необходимой для выполнения выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности. Данный курс предназначен для студентов, знакомых с основами биохимии, молекулярной биологии, микробиологии, теоретическими основами биотехнологии. Главное внимание в данном курсе уделено тому, как с помощью технологии рекомбинантных ДНК можно создавать нужные человеку продукты. В ней излагаются способы крупномасштабного культивирования генетически измененных микроорганизмов с целью получения коммерческих продуктов. Помимо создания трансгенных микроорганизмов, в данном курсе рассматриваются методы создания трансгенных растений и животных. Особое внимание уделено рассмотрению применения технологии рекомбинантных ДНК для идентификации генов человека, ответственных за развитие некоторых заболеваний, и подходами к генной терапии.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- формирование у студентов знаний о закономерностях биотехнологических процессов и управлении ими;
- рассмотрение роли микроорганизмов-продуцентов в практической деятельности человека и в природе;
- подготовка к работе по созданию и использованию организмов-продуцентов на производствах биотехнологического профиля;
- дать представление о современном состоянии и путях развития молекулярной биотехнологии;
- развить самостоятельность в приобретении научных знаний.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина «Биотехнологические производства» включена в вариативную часть обязательных дисциплин образовательной программы направленности (профиля) «Общая и прикладная биотехнология». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина основывается на базовых знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин первого, второго и третьего курсов. Примерами таких дисциплин являются: «Органическая химия», «Введение в специальность», «Общая биология и микробиология», «Основы биотехнологии», «Химия биологически активных веществ», «Основы биохимии и молекулярной биологии», «Теоретические основы биотехнологии», «Методы получения промышленных штаммов микроорганизмов».

Для усвоения дисциплины студент должен владеть химической терминологией; понимать смысл химических формул и символов; иметь представления об основных классах неорганических и органических соединений; знать основы строения атомов и молекул, теории химической связи в соединениях различных типов; знать основные закономерности функционирования биосферы и человека, глобальные проблемы окружающей среды; знать уровни организации и свойства живых систем; химическую

организацию, строение и функции эукариотических и прокариотических клеток; знать общие признаки микроорганизмов и их классификацию; освоить основные методы работы с микроорганизмами; использовать знания фундаментальных разделов химии для понимания микробиологических и биохимических процессов; знать метаболические процессы ключевых компонентов клетки: углеводов, триацилглицеринов, белков, нуклеотидов; строение прокариотических и эукариотических генов; основные этапы репликации, транскрипции, трансляции.

Дисциплина «Биотехнологические производства» является одной из завершающих специальных дисциплин биотехнологического профиля. Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины будут необходимы при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

Особенностью дисциплины является проведение практических работ в форме семинаров. В семинарские занятия введены элементы, повышающие интерес студентов к ним и их познавательную активность. Для повышения познавательной активности студентов и приобретения ими первичных навыков научного исследования, в занятия введены элементы научно-поискового исследования. Исследования в области молекулярной биотехнологии развиваются чрезвычайно быстро и некоторые примеры быстро оказываются устаревшими. Поэтому, при подготовке к семинарским занятиям, из потока научных публикаций, необходимо выбирать в качестве примеров те работы, которые не только иллюстрируют определенные положения, но и формируют у студентов твердую научную базу, позволяющую им ориентироваться в узкоспециальных вопросах молекулярной биотехнологии.

Рабочая программа дисциплины «Биотехнологические производства» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Биотехнологические производства» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению подготовки (специальности) 19.03.01 «Биотехнология»:

а) общепрофессиональных (ОПК): ~~ОПК-1, 4.~~ **ПК-1, 2, 3**

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1								
Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (Б1.Б.2)		✓	✓					
Биотехнологические производства (Б1.Б.3)							✓	✓
Кинетика ферментативных реакций (Б1.Б.8)						✓		
Коллоидная химия (Б1.Б.10)							✓	
Математика (Б1.Б.11)	✓	✓						
Общая и неорганическая химия (Б1.Б.13)	✓	✓						
Органическая химия (Б1.Б.154)			✓					
Основы биохимии и молекулярной биологии (Б1.Б.15)						✓		
Основы биохимии человека (Б1.Б.18)							✓	
Физика (Б1.Б.22)		✓	✓					
Физиология человека (Б1.Б.23)					✓	✓		
Физическая химия (Б1.Б.25)				✓	✓			
Химия биологически активных веществ (Б1.Б.27)					✓			
Экология (Б1.Б.28)	✓							
Ознакомительная практика (Б2.У.1)				✓				
Научно-исследовательская работа (Б2.П.2)						✓		
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓
ОПК-4								
Биотехнологические производства (Б1.В.ОД.1)							✓	✓
Инженерная графика (Б1.Б.3)		✓						
Процессы и аппараты				✓				

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>							
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
биотехнологии (Б1.Б.19)								
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С
ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства		
			Текущего контроля	Промежуточной аттестации	
ПК-1. Способен использовать знания о современном состоянии и перспективах развития пищевой биотехнологии, принципов создания технологий пищевых продуктов, теоретических и практических знаний по вопросам переработки сырья растительного, животного и	Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический Трудовая функция: D/02.6 (ПС 22.004) Организация ведения технологического процесса в рамках принятой в организации технологии производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности				
	ИПК-1.1. Использует знания физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве биотехнологической продукции для пищевой промышленности	ЗНАТЬ: - закономерности физических, химических, физико-химических, биохимических и других процессов производства продукции	УМЕТЬ: - применять на производстве базовые знания теоретических основ жизнедеятельности микроорганизмов, используемых в технологическом процессе, а также теоретические основы протекания самих технологических процессов	ВЛАДЕТЬ: - основными понятиями промышленной биотехнологии, инженерной энзимологии, клеточной инженерии, необходимыми для осмысления биотехнологического производства	Вопросы для устного собеседования на зачете (7 семестр) и зачете с оценкой (8 семестр)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
микробиологического происхождения в будущей профессиональной деятельности	ИПК-1.3. Использует знания основных принципов организации и безопасности пищевых производств при проектировании и управлении биотехнологическими процессами, реализуемыми при производстве биотехнологической продукции для пищевой промышленности	ЗНАТЬ: - основные биотехнологические способы получения полезных для человека продуктов; - традиционные биотехнологические процессы, используемые в различных отраслях промышленности; - новейшие достижения области биотехнологии в промышленности; основные научные и технические проблемы и тенденции развития в области биотехнологии; - теоретические основы современных способов максимально возможного сохранения биологически активных веществ в процессе производства и хранения готовых продуктов, современные пути сокращения потерь и отходов, повышение эффективности производства	УМЕТЬ: - оценивать различные способы производства продуктов и на основе проведенного анализа осуществлять выбор; - ориентироваться в современных направлениях получения полезных для человека продуктов; - решать проблемы совершенствования технологии получения традиционных продуктов; оценивать технологическую эффективность и вносить предложения по их усовершенствованию	ВЛАДЕТЬ: - способностью определять перспективы внедрения на предприятиях современных способов получения продуктов, на основе проведенного теоретического анализа современных достижений; - принципами применения биологических знаний в производстве практически ценных продуктов, системными знаниями о современных биотехнологических процессах, базирующихся на генетической и клеточной инженерии, навыками организации, планирования и управления действующими биотехнологическими процессами и производством; - информацией о современных генно-инженерных продуктах: инсулин, соматостатин, соматотропин, ГМО-растения	Вопросы к практическим занятиям.	Вопросы для устного собеседования на зачете (7 семестр) и зачете с оценкой (8 семестр)
ПК-2. Способен владеть современными подходами к	Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический Трудовая функция: В/01.6 (ПС 02.016) Разработка и внедрение технологического процесса для промышленного производства лекарственных средств					

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
конструированию лекарственных средств и диагностических препаратов	<i>ИПК-2.3. Использует знания основных принципов организации и безопасности фармацевтических производств при проектировании и управлении биотехнологическими процессами, реализуемыми при производстве лекарственных препаратов</i>	ЗНАТЬ: - основные этапы получения трансгенных бактерий; - методы получения копии нужного гена; - основные направления клеточной инженерии: получение веществ вторичного синтеза, размножение и оздоровление посадочного материала, создание соматических гибридов	УМЕТЬ: - находить информацию о методах получения трансгенных бактерий, растений, животных; - самостоятельно находить информацию о методах культивирования изолированных протопластов; - находить информацию о способах индукции слияния протопластов	ВЛАДЕТЬ: - информацией о тотипотентности растительной клетки и возможности использования каллусных клеток в клеточной биотехнологии	Вопросы к практическим занятиям.	Вопросы для устного собеседования на зачете (7 семестр) и зачете с оценкой (8 семестр)
ПК-3. Способен владеть и использовать знания о современных	Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический Трудовая функция: А/01.6 (ПС 26.024) Проведение подготовительных работ для осуществления биотехнологического процесса получения БАВ					

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<p>продуцентах биологически активных веществ, используемых в различных отраслях промышленности и методах селекции их методами культивирования микроорганизмов на различных субстратах с целью получения биомассы и/или биологически активных веществ (метаболитов) и способностью соблюдения правил биологической безопасности при осуществлении биотехнологических производств</p>	<p><i>ИПК-3.2. Осуществляет культивирование микроорганизмов-продуцентов на различных субстратах с целью получения биомассы и/или биологически активных веществ (клеточных метаболитов) и селекции промышленных штаммов микроорганизмов-продуцентов с соблюдением правил биологической безопасности при осуществлении биотехнологических производств</i></p>	<p>ЗНАТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физиологические аспекты роста и развития микроорганизмов; - основные категории биотехнологических процессов производства продуктов с использованием различных биологических агентов; - способы обмена генетической информацией у прокариот: трансформация, трансдукция, конъюгация; - особенности строения плазмид бактерий; - жизненный цикл литических и умеренных бактериофагов 	<p>УМЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять на производстве базовые знания теоретических основ жизнедеятельности микроорганизмов, используемых в технологическом процессе, а также теоретические основы протекания самих технологических процессов; - самостоятельно находить информацию о структуре плазмид и их роли для микроорганизмов-продуцентов БАВ; - обосновывать выбор наиболее эффективного способа биотехнологического производства; выбирать метод синтеза, выделения и очистки продуктов биотехнологического производства, позволяющие получить максимальный выход при сохранении биологической активности 	<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - информацией о возможности использования бактериальных плазмид и фагов а качестве клонирующих векторов для переноса генетической информации 	<p>Вопросы к практическим занятиям.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования на зачете (7 семестр) и зачете с оценкой (8 семестр)</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего часов	в т.ч. по семестрам	
		7 сем	8 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216	72	144
1. Контактная работа:	70	37	33
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	64	34	30
занятия лекционного типа (Л)	27	17	10
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др.)	37	17	20
лабораторные работы (ЛР)			
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	3	3
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	3	3
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	146	35	111
реферат/эссе (подготовка)	10	5	5
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа	5		5
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	131	30	101
Подготовка к зачету (контроль)			

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
7 СЕМЕСТР									
ПК-1: ИПК-1.1; ИПК-1.3 ПК-2: ИПК-2.3 ПК-3: ИПК-3.2	Раздел 1. Биотехнология биологически активных добавок, обогащенных микроэлементами, на основе микробной массы								
	Тема 1.1. Использование микроорганизмов для получения БАД, обогащенных микроэлементами	1		2	2	Подготовка к занятию [1.1 – 1.7]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы обучение на основе опыта		
	Тема 1.2. Получение селенообогащенной биомассы дрожжей	2		1	3	Подготовка к занятию [1.1 – 1.7]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы обучение на основе опыта		
	Тема 1.3 Технология получения белковых селенообогащенных БАД на основе дрожжей	2		1	3	Подготовка к занятию [1.1 – 1.7]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы обучение на основе опыта		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Раздел 2. Технология автолиза дрожжей								
	Тема 2.1. Автолиз и его индукция	1		2	2	Подготовка к занятию [1.1 – 1.7]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы обучение на основе опыта		
	Тема 2.2. Технология автолиза дрожжей	2		1	3	Подготовка к занятию [1.1 – 1.7]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы обучение на основе опыта		
	Тема 2.3 Практическое применение автолизатов дрожжей	2		1	3	Подготовка к занятию [1.1 – 1.7]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы обучение на основе опыта		
	Раздел 3. Использование биокатализа для получения пектина								
	Тема 3.1. Нативное состояние и химическая структура пектина	1		2	2	Подготовка к занятию [1.1 – 1.7]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы обучение на основе опыта		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.2. Технология получения пектина с использованием ферментов	2		1	3	Подготовка к занятию [1.1 – 1.7]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы обучение на основе опыта		
Раздел 4. Технология производства витаминов									
	Тема 4.1. Рибофлавин: свойства и способы микробиологического синтеза	1		2	3	Подготовка к занятию [1.1 – 1.7]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы обучение на основе опыта		
	Тема 4.2. Технология производства каротиноидов	1		2	3	Подготовка к занятию [1.1 – 1.7]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы обучение на основе опыта		
	Тема 4.3. Промышленные способы получения витамина В12 и его коэнзимной формы. Технология получения витамина В12 методом термофильного метанового брожения. Промышленный метод получения коэнзимной формы витамина В12.	2		2	3	Подготовка к занятию [1.1 – 1.7]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы обучение на основе опыта		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Самостоятельная работа по освоению разделов: реферат				5	Подготовка реферата	защита реферата		
Итого за 7 семестр:		17		17	35				
8 СЕМЕСТР									
ПК-1: ИПК-1.1; ИПК-1.3 ПК-2: ИПК-2.3 ПК-3: ИПК-3.2	Раздел 1. Способы генетического обмена у бактерий								
	Тема 1.1. Плазмиды бактерий	1		1	8	Подготовка к занятию [1.7] (ст. 56-65)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.2. Трансформация	0,5		1	4	Подготовка к занятию [1.7] (ст. 76-77)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.3. Конъюгация	0,5		1	4	Подготовка к занятию [1.7] (ст. 77)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.4. Трансдукция	0,5		1	4	Подготовка к занятию [1.7] (ст. 71-74)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Раздел 2. Генная инженерия бактерий								
	Тема 2.1. Способы получения копий нужного гена	1		2	6	Подготовка к занятию [1.2] (ст. 8- 14);	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						[1.4] (ст. 253-264); [1.6] (ст. 104-115)			
	Тема 2.2. Встраивание генов в фаговый или плазмидный вектор	1		1	6	Подготовка к занятию [1.2] (ст. 14-23, 45-54); [1.4] (ст. 264-284); [1.5] (ст. 31-41); [1.6] (ст. 115-122)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 2.3. Отбор трансформированных бактерий и их клонирование	1		1	8	Подготовка к занятию [1.2] (ст. 23-30); [1.4] (ст. 284-302); [1.6] (ст. 124-125)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 2.4. Использование трансформированных бактерий			2	10	Подготовка к занятию [1.2] (ст. 37-45, 72-78); [1.5] (ст. 41-43, 51-53); [1.6] (ст. 132-144)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Раздел 3. Генная инженерия эукариотических объектов								
	Тема 3.1. Трансгенные растения. Методы получения. Безопасность трансгенных растений	0,5		1	8	Подготовка к занятию [1.5] (ст. 43-47, 51-53); [1.6] (ст. 144-157); [1.7] (ст. 373-413)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 3.2. Трансгенные животные.	1		2	8	Подготовка к	занятия с частичным		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Методы получения трансгенных животных. Медицинские препараты, получаемые из молока трансгенных животных					занятию [1.2] (ст. 66-72); [1.5] (ст. 47-51); [1.6] (ст. 127-132); [1.7] (ст. 418-438)	привлечением формы дискуссии, беседы		
	Раздел 4. Генетика человека								
	Тема 4.1. Проект геном человека	0,5		1	6	Подготовка к занятию [1.4] (ст. 317-326); [1.7] (ст. 477-481)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 4.2. Генетические заболевания. Диагностика. Возможности генной терапии	0,5		2	10	Подготовка к занятию [1.7] (ст. 483-511)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Раздел 5. Клеточная инженерия								
	Тема 5.1. Микрклональное размножение растений	0,5		1	8	Подготовка к занятию [1.6] (ст. 176-188, 193-202)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 5.2. Культивирование каллусных клеток с целью получения вторичных продуктов	1		1	8	Подготовка к занятию [1.6] (ст. 158-176)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 5.3. Гибридизация соматических клеток. Перенос клеточных органелл	0,5		2	8	Подготовка к занятию [1.6] (ст. 188-193)	занятия с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Самостоятельная работа по				5	Подготовка	защита реферата		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	освоению разделов: реферат					реферата			
Итого за 8 семестр:		10		20	111				
ИТОГО по дисциплине		27		37	146				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольные работы.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы, индивидуальные задания и задачи представлены в методических указаниях к практическим занятиям, представленных в п. 6.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

При промежуточном контроле (зачет) успеваемость студентов оценивается по системе: «зачтено», «незачтено».

При промежуточном контроле (зачет с оценкой) успеваемость студентов оценивается по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-1. Способен использовать знания о современном состоянии и перспективах развития пищевой биотехнологии, принципов создания технологий пищевых продуктов, теоретических и практических знаний по вопросам переработки сырья растительного, животного и микробиологического происхождения в будущей профессиональной	<i>ИПК-1.1. Использует знания физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве биотехнологической продукции для пищевой промышленности</i>	Не знает закономерности физических, химических, физико-химических, биохимических и других процессов производства продукции. Не умеет применять на производстве базовые знания теоретических основ жизнедеятельности микроорганизмов, используемых в технологическом процессе, а также теоретические основы протекания самих технологических процессов. Не владеет основными понятиями промышленной биотехнологии, инженерной энзимологии, клеточной инженерии, необходимыми для осмысления биотехнологического производства.	Частично знает закономерности физических, химических, физико-химических, биохимических и других процессов производства продукции. Частично умеет применять на производстве базовые знания теоретических основ жизнедеятельности микроорганизмов, используемых в технологическом процессе, а также теоретические основы протекания самих технологических процессов. Плохо владеет основными понятиями промышленной биотехнологии, инженерной энзимологии, клеточной инженерии, необходимыми для осмысления биотехнологического производства.	Хорошо знает закономерности физических, химических, физико-химических, биохимических и других процессов производства продукции. Хорошо умеет применять на производстве базовые знания теоретических основ жизнедеятельности микроорганизмов, используемых в технологическом процессе, а также теоретические основы протекания самих технологических процессов. Хорошо владеет основными понятиями промышленной биотехнологии, инженерной энзимологии, клеточной инженерии, необходимыми для осмысления биотехнологического производства.	Отлично знает закономерности физических, химических, физико-химических, биохимических и других процессов производства продукции. Отлично умеет применять на производстве базовые знания теоретических основ жизнедеятельности микроорганизмов, используемых в технологическом процессе, а также теоретические основы протекания самих технологических процессов. Отлично владеет основными понятиями промышленной биотехнологии, инженерной энзимологии, клеточной инженерии, необходимыми для осмысления биотехнологического производства.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
деятельности	<i>ИПК-1.3. Использует знания основных принципов организации и безопасности пищевых производств при проектировании и управлении биотехнологическими процессами, реализуемыми при производстве биотехнологической продукции для пищевой промышленности</i>	Не знает основные биотехнологические способы получения полезных для человека продуктов; традиционные биотехнологические процессы, используемые в различных отраслях промышленности; новейшие достижения области биотехнологии в промышленности; основные научные и технические проблемы и тенденции развития в области биотехнологии; теоретические основы современных способов максимально возможного сохранения биологически активных веществ в процессе производства и хранения готовых продуктов, современные пути сокращения потерь и отходов, повышение эффективности производства. Не умеет оценивать различные способы производства продуктов и на основе проведенного анализа осуществлять выбор; ориентироваться в современных направлениях получения полезных для человека продуктов; решать проблемы совершенствования технологии получения традиционных продуктов; оценивать технологическую эффективность и вносить предложения по их усовершенствованию.	Частично знает основные биотехнологические способы получения полезных для человека продуктов; традиционные биотехнологические процессы, используемые в различных отраслях промышленности; новейшие достижения области биотехнологии в промышленности; основные научные и технические проблемы и тенденции развития в области биотехнологии; теоретические основы современных способов максимально возможного сохранения биологически активных веществ в процессе производства и хранения готовых продуктов, современные пути сокращения потерь и отходов, повышение эффективности производства. Частично умеет оценивать различные способы производства продуктов и на основе проведенного анализа осуществлять выбор; ориентироваться в современных направлениях получения полезных для человека продуктов; решать проблемы совершенствования технологии получения традиционных продуктов; оценивать технологическую эффективность и вносить предложения по их усовершенствованию.	Хорошо знает основные биотехнологические способы получения полезных для человека продуктов; традиционные биотехнологические процессы, используемые в различных отраслях промышленности; новейшие достижения области биотехнологии в промышленности; основные научные и технические проблемы и тенденции развития в области биотехнологии; теоретические основы современных способов максимально возможного сохранения биологически активных веществ в процессе производства и хранения готовых продуктов, современные пути сокращения потерь и отходов, повышение эффективности производства. Хорошо умеет оценивать различные способы производства продуктов и на основе проведенного анализа осуществлять выбор; ориентироваться в современных направлениях получения полезных для человека продуктов; решать проблемы совершенствования технологии получения традиционных продуктов; оценивать технологическую эффективность и вносить предложения по их усовершенствованию.	Отлично знает основные биотехнологические способы получения полезных для человека продуктов; традиционные биотехнологические процессы, используемые в различных отраслях промышленности; новейшие достижения области биотехнологии в промышленности; основные научные и технические проблемы и тенденции развития в области биотехнологии; теоретические основы современных способов максимально возможного сохранения биологически активных веществ в процессе производства и хранения готовых продуктов, современные пути сокращения потерь и отходов, повышение эффективности производства. Отлично умеет оценивать различные способы производства продуктов и на основе проведенного анализа осуществлять выбор; ориентироваться в современных направлениях получения полезных для человека продуктов; решать проблемы совершенствования технологии получения традиционных продуктов; оценивать технологическую эффективность и вносить предложения по их усовершенствованию.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
		Не владеет способностью определять перспективы внедрения на предприятиях современных способов получения продуктов, на основе проведенного теоретического анализа современных достижений; принципами применения биологических знаний в производстве практически ценных продуктов, системными знаниями о современных биотехнологических процессах, базирующихся на генетической и клеточной инженерии, навыками организации, планирования и управления действующими биотехнологическими процессами и производством; информацией о современных генно-инженерных продуктах: инсулин, соматостатин, соматотропин, ГМО-растения	Плохо владеет способностью определять перспективы внедрения на предприятиях современных способов получения продуктов, на основе проведенного теоретического анализа современных достижений; принципами применения биологических знаний в производстве практически ценных продуктов, системными знаниями о современных биотехнологических процессах, базирующихся на генетической и клеточной инженерии, навыками организации, планирования и управления действующими биотехнологическими процессами и производством; информацией о современных генно-инженерных продуктах: инсулин, соматостатин, соматотропин, ГМО-растения	Хорошо владеет способностью определять перспективы внедрения на предприятиях современных способов получения продуктов, на основе проведенного теоретического анализа современных достижений; принципами применения биологических знаний в производстве практически ценных продуктов, системными знаниями о современных биотехнологических процессах, базирующихся на генетической и клеточной инженерии, навыками организации, планирования и управления действующими биотехнологическими процессами и производством; информацией о современных генно-инженерных продуктах: инсулин, соматостатин, соматотропин, ГМО-растения	Отлично владеет способностью определять перспективы внедрения на предприятиях современных способов получения продуктов, на основе проведенного теоретического анализа современных достижений; принципами применения биологических знаний в производстве практически ценных продуктов, системными знаниями о современных биотехнологических процессах, базирующихся на генетической и клеточной инженерии, навыками организации, планирования и управления действующими биотехнологическими процессами и производством; информацией о современных генно-инженерных продуктах: инсулин, соматостатин, соматотропин, ГМО-растения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-2. Способен владеть современными подходами к конструированию лекарственных средств и диагностических препаратов	<i>ИПК-2.3. Использует знания основных принципов организации и безопасности фармацевтических производств при проектировании и управлении биотехнологическими процессами, реализуемыми при производстве лекарственных препаратов</i>	Не знает основные этапы получения трансгенных бактерий; методы получения копии нужного гена; основные направления клеточной инженерии: получение веществ вторичного синтеза, размножение и оздоровление посадочного материала, создание соматических гибридов. Не умеет находить информацию о методах получения трансгенных бактерий, растений, животных; самостоятельно находить информацию о методах культивирования изолированных протопластов; находить информацию о способах индукции слияния протопластов. Не владеет информацией о тотипотентности растительной клетки и возможности использования каллусных клеток в клеточной биотехнологии.	Частично знает основные этапы получения трансгенных бактерий; методы получения копии нужного гена; основные направления клеточной инженерии: получение веществ вторичного синтеза, размножение и оздоровление посадочного материала, создание соматических гибридов. Частично умеет находить информацию о методах получения трансгенных бактерий, растений, животных; самостоятельно находить информацию о методах культивирования изолированных протопластов; находить информацию о способах индукции слияния протопластов. Плохо владеет основными информацией о тотипотентности растительной клетки и возможности использования каллусных клеток в клеточной биотехнологии.	Хорошо знает основные этапы получения трансгенных бактерий; методы получения копии нужного гена; основные направления клеточной инженерии: получение веществ вторичного синтеза, размножение и оздоровление посадочного материала, создание соматических гибридов. Хорошо умеет находить информацию о методах получения трансгенных бактерий, растений, животных; самостоятельно находить информацию о методах культивирования изолированных протопластов; находить информацию о способах индукции слияния протопластов. Хорошо владеет информацией о тотипотентности растительной клетки и возможности использования каллусных клеток в клеточной биотехнологии.	Отлично знает основные этапы получения трансгенных бактерий; методы получения копии нужного гена; основные направления клеточной инженерии: получение веществ вторичного синтеза, размножение и оздоровление посадочного материала, создание соматических гибридов. Отлично умеет находить информацию о методах получения трансгенных бактерий, растений, животных; самостоятельно находить информацию о методах культивирования изолированных протопластов; находить информацию о способах индукции слияния протопластов. Отлично владеет информацией о тотипотентности растительной клетки и возможности использования каллусных клеток в клеточной биотехнологии.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-3. Способен владеть и использовать знания о современных продуцентах биологически активных веществ, используемых в различных отраслях промышленности и методах селекции их методами культивирования микроорганизмов на различных субстратах с целью получения биомассы и/или биологически активных веществ (метаболитов) и способностью соблюдения правил биологической безопасности при осуществлении биотехнологических производств	ИПК-3.2. Осуществляет культивирование микроорганизмов-продуцентов на различных субстратах с целью получения биомассы и/или биологически активных веществ (клеточных метаболитов) и селекции промышленных штаммов микроорганизмов-продуцентов с соблюдением правил биологической безопасности при осуществлении биотехнологических производств	Не знает физиологические аспекты роста и развития микроорганизмов; основные категории биотехнологических процессов производства продуктов с использованием различных биологических агентов; способы обмена генетической информации у прокариот: трансформация, трансдукция, конъюгация; особенности строения плазмид бактерий; жизненный цикл литических и умеренных бактериофагов. Не умеет применять на производстве базовые знания теоретических основ жизнедеятельности микроорганизмов, используемых в технологическом процессе, а также теоретические основы протекания самих технологических процессов; самостоятельно находить информацию о структуре плазмид и их роли для микроорганизмов-продуцентов БАВ; обосновывать выбор наиболее эффективного способа биотехнологического производства; выбирать метод синтеза, выделения и очистки продуктов биотехнологического производства, позволяющие получить максимальный выход при сохранении биологической активности. Не владеет информацией о возможности использования бактериальных плазмид и фагов а качестве клонирующих векторов для переноса генетической информации	Частично знает физиологические аспекты роста и развития микроорганизмов; основные категории биотехнологических процессов производства продуктов с использованием различных биологических агентов; способы обмена генетической информации у прокариот: трансформация, трансдукция, конъюгация; особенности строения плазмид бактерий; жизненный цикл литических и умеренных бактериофагов. Частично умеет применять на производстве базовые знания теоретических основ жизнедеятельности микроорганизмов, используемых в технологическом процессе, а также теоретические основы протекания самих технологических процессов; самостоятельно находить информацию о структуре плазмид и их роли для микроорганизмов-продуцентов БАВ; обосновывать выбор наиболее эффективного способа биотехнологического производства; выбирать метод синтеза, выделения и очистки продуктов биотехнологического производства, позволяющие получить максимальный выход при сохранении биологической активности. Плохо владеет информацией о возможности использования бактериальных плазмид и фагов а качестве клонирующих векторов для переноса генетической информации	Хорошо знает физиологические аспекты роста и развития микроорганизмов; основные категории биотехнологических процессов производства продуктов с использованием различных биологических агентов; способы обмена генетической информации у прокариот: трансформация, трансдукция, конъюгация; особенности строения плазмид бактерий; жизненный цикл литических и умеренных бактериофагов. Хорошо умеет применять на производстве базовые знания теоретических основ жизнедеятельности микроорганизмов, используемых в технологическом процессе, а также теоретические основы протекания самих технологических процессов; самостоятельно находить информацию о структуре плазмид и их роли для микроорганизмов-продуцентов БАВ; обосновывать выбор наиболее эффективного способа биотехнологического производства; выбирать метод синтеза, выделения и очистки продуктов биотехнологического производства, позволяющие получить максимальный выход при сохранении биологической активности. Хорошо владеет информацией о возможности использования бактериальных плазмид и фагов а качестве клонирующих векторов для переноса генетической информации	Отлично знает физиологические аспекты роста и развития микроорганизмов; основные категории биотехнологических процессов производства продуктов с использованием различных биологических агентов; способы обмена генетической информации у прокариот: трансформация, трансдукция, конъюгация; особенности строения плазмид бактерий; жизненный цикл литических и умеренных бактериофагов. Отлично умеет применять на производстве базовые знания теоретических основ жизнедеятельности микроорганизмов, используемых в технологическом процессе, а также теоретические основы протекания самих технологических процессов; самостоятельно находить информацию о структуре плазмид и их роли для микроорганизмов-продуцентов БАВ; обосновывать выбор наиболее эффективного способа биотехнологического производства; выбирать метод синтеза, выделения и очистки продуктов биотехнологического производства, позволяющие получить максимальный выход при сохранении биологической активности. Отлично владеет информацией о возможности использования бактериальных плазмид и фагов а качестве клонирующих векторов для переноса генетической информации

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1. Плескова С.Н. Современные проблемы биохимии и биотехнологии: Учеб. пособие / С.Н. Плескова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2019. - 126 с.

1.2. Плескова С.Н. Основные принципы генной инженерии: Учеб. пособие / С.Н. Плескова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2011. - 80 с.

1.3. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Панфилов В.И. Биологическая безопасность биотехнологических производств: Учеб. пособие / Под ред. Н.Б. Градовой. - М.: ДеЛи принт, 2010. - 136 с.

1.4. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии/ Под ред. К. Уилсона и Дж. Уолкера; пер. с англ. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 848 с.

1.5. Тихонов И.В., Рубан Е.А., Грязнева Т.Н., Самуйленко А.Я., Гаврилов В.А. Биотехнология: Учебник / Под ред. Е.С. Воронина. - СПб.: ГИОРД, 2008. - 704 с.

1.6. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии: Учеб. пособие / Под ред. Т.А. Егоровой. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2005. - 208 с.

1.7. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Под ред. Н.К. Янковского; пер. с англ. – М.: Мир, 2002 – 589 с.

6.2. Справочно-библиографическая литература

2.1. Биотехнология: Теоретический и научно-практический журнал. - М., 2016: 1-62016: 1-6; 2015: 1-6; 2014: 1-6; 2013: 1-6.

2.2. Прикладная биохимия и микробиология: Журнал / РАН. - М., 2016: 1-6; 2015: 1-6; 2014: 1-6; 2013: 1-6.

2.3. Глазко В.И., Глазко Г.В. Толковый словарь терминов по общей и молекулярной биологии, общей и прикладной генетике, селекции, ДНК-технологии и биоинформатике: В 2-х т. Т.1: А-О / В.И. Глазко, Г.В. Глазко. - М.: Академкнига; Медкнига, 2008. - 671 с.

2.4. Глазко В.И., Глазко Г.В. Толковый словарь терминов по общей и молекулярной биологии, общей и прикладной генетике, селекции, ДНК-технологии и биоинформатике: В 2-х т. Т.2: П-Я / В.И. Глазко, Г.В. Глазко. - М.: Академкнига; Медкнига, 2008. - 530 с.

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению практических занятий по данной дисциплине:

6.3.1 Методические указания, разработанные НГТУ

3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20.
Дата обращения 23.09.2015.

3.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samocht_rab.pdf?20.

3.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elibrary.ru/defaultx.asp) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. *Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:*<http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа:* <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. *Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа:* <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл. 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1331 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Доска меловая - 3 шт. 2. Столы лабораторные (рабочее место студента) на 28 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 3 шт.; 4. Персональный компьютер	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021

2	<p align="center">1221</p> <p>Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)</p>	<p>1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 50 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)</p>	<p>1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021</p>
---	---	--	---

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- *балльно-рейтинговая технология оценивания (при наличии);*
- *коллоквиум;*
- *ответы на семинарских занятиях.*

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (зачету).

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их

выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить, как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план; - уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций; -
- связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;
- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;

- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции выделить главное от второстепенного;

- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;

- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и незнакомое, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;

- записывать надо сжато;

- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием курсовой работы, участием в

лабораторных работах, подготовкой и сдачей зачета/экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины.

Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков работы с современным оборудованием, обработки и оценки полученных результатов, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Выполнение практических работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности;
- развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений;
- выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

11.1. Типовые контрольные вопросы для практических работ

Практическое занятие № 1

Плазмиды бактерий.

Перечислите основные свойства бактериальных плазмид? Структура конъюгативных и неконъюгативных плазмид? Что представляют собой подвижные генетические элементы? Структура и роль транспозонов и IS-элементов? Основные гены F-плазмид, их функции? Основные гены R-плазмид, их функции? Основные гены Ti-плазмид, их функции? Основные гены плазмид бактериоциногенности, их функции?

Практическое занятие №2

Способы генетического обмена у бактерий.

Как была открыта трансформация, суть экспериментов Ф. Гриффита? Каковы основные этапы трансформации? Что значит природная компетентность бактериальных клеток? В чем суть методов индукции компетентности клеток: криотрансформации, электропорации, обработка ионами кальция? Как была открыта конъюгация, суть экспериментов Дж. Ледерберга, Э. Татума, Б. Дэвиса, У. Хейса с полиауксотрофными штаммами бактерий? Как была обнаружена половая дифференцировка у бактерий? Каков механизм передачи генетического материала при конъюгации? Как была открыта трансдукция, суть экспериментов Н. Циндера и Дж. Ледерберга? Механизм передачи генетического материала при генерализованной трансдукции и специфической трансдукции?

Практическое занятие №3

Генная инженерия бактерий.

Какова очередность этапов получения трансгенных бактерий? Какие существуют способы получения копии нужного гена? Каково значение рестрикционных эндонуклеаз для генетической инженерии? Какие гены удастся синтезировать химически, какие ферменты для этого необходимы? Как используется обратная рестриктаза ретровирусов для синтеза копии нужного гена? С помощью каких методов осуществляется встраивание донорного гена в фаговый или плазмидный вектор? Каковы достоинства молекулярных векторов на основе бактериофагов? Что представляет собой космидный вектор? Как осуществляют введение вектора в хозяйскую клетку? Как осуществляют отбор трансгенных бактерий? Приведите примеры использования трансгенных бактерий для получения медицинских препаратов: инсулина, соматотропина, соматостатина?

Практическое занятие №4

Генная инженерия эукариотических объектов.

Какие существуют методы создания трансгенных растений? Как используются векторы на основе Ti-плазмид и Ri-плазмид агробактерий для переноса копий нужного гена в геном растения? Какие есть физические методы переноса генов в растительные клетки, как осуществляют бомбардировку микрочастицами? Как создавались сорта растений, устойчивых к вирусам, насекомым-вредителям и гербицидам? Эксперименты по введению генов азотфиксации в геном растений. Какие вопросы безопасности использования трансгенных растений следует учитывать? Какие разработаны методы получения трансгенных животных? Приведите примеры получения медицинских препаратов из молока трансгенных животных. Опишите схему клонирования животных.

Практическое занятие №5

Генетика человека.

Проект «Геном человека», в чем его суть и роль? Какие варианты молекулярной диагностики генетических заболеваний? В чем суть ПЦР-диагностики? Причины серповидноклеточной анемии, фенилкетонурии, муковисцидоза, хореи Гентингтона, синдрома Дауна, синдрома Тернера, синдрома Кланфельтера и других генетических заболеваний? Каковы возможности генной терапии человека? В чем суть способов модификаций генома с помощью технологий ZFN, TALEN и CRISPR/Cas9.

11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Зачет с оценкой проводится в устно-письменной форме по всему материалу изучаемого курса «Биотехнологические производства»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ (8 семестр)

БИЛЕТ №1

1. Свойства и структурные особенности плазмид бактерий.
2. Фенилкетонурия.

БИЛЕТ №2

1. Структурная организация транспозонов.
2. Муковисцидоз.

БИЛЕТ №3

1. F-плазмиды. Структурная организация и роль.
2. Синдром Дауна.

БИЛЕТ №4

1. Плазмиды бактериоциногенности. Структурная организация и роль.
2. Направления селекции сельскохозяйственных растений с помощью методов генной инженерии.

БИЛЕТ №5

1. Основные направления клеточной инженерии.
2. Синдром Клайнфельтера.

БИЛЕТ №6

1. Получение гормона роста человека и бычьего соматотропина.
2. Хорея Гентингтона.

БИЛЕТ №7

1. Включение ДНК в фаговый вектор.
2. Серповидноклеточная анемия.

БИЛЕТ №8

1. Трансформация бактерий. Основные этапы трансформации.
2. Синдром Тернера.

БИЛЕТ №9

-
1. Способы индукции компетентности бактериальных клеток.
 2. Использование плазмид агробактерий для переноса генов.
-

БИЛЕТ №10

1. Открытие и изучение конъюгации клеток. Механизм передачи генетического материала при конъюгации.
 2. Проблемы безопасности использования трансгенных растений.
-

БИЛЕТ №11

1. Открытие и изучение трансдукции. Опыты Циндера.
 2. Получение инсулина человека с помощью бактерий.
-

БИЛЕТ №12

1. Генерализованная трансдукция.
 2. Получение копии нужного гена с помощью обратной транскриптазы и искусственный синтез гена.
-

БИЛЕТ №13

1. Специфическая трансдукция.
 2. Встраивание гена в плазмидный вектор.
-

БИЛЕТ №14

1. Получение изолированных протопластов растений.
 2. Получение копии нужного гена с помощью метода «дробовика». Свойства рестриктаз.
-

БИЛЕТ №15

1. Свойства и структурные особенности плазмид бактерий.
 2. Включение ДНК в фаговый вектор.
-

БИЛЕТ №16

1. Введение вектора в клетку хозяина.
 2. Культура каллусных тканей.
-

БИЛЕТ №17

1. Отбор трансформированных бактерий.
 2. Возможности генной терапии.
-

БИЛЕТ №18

1. Космиды.
 2. Введение новых генов в организм животных.
-
-

БИЛЕТ №19

1. Ti-плазмиды. Структурная организация и роль.
 2. Получение альфа-антитрипсина с помощью трансгенных животных.
-

БИЛЕТ №20

1. R-плазмиды. Структурная организация и роль.
 2. Понятие тотипотентности клетки.
-

БИЛЕТ №21

1. Механизм передачи генетического материала при конъюгации.
 2. Культура каллусных тканей.
-

БИЛЕТ №22

1. Возможности генной терапии.
 2. Гибридизация соматических клеток.
-

Вопросы к зачету с оценкой (8семестр)

1. Свойства и структурные особенности плазмид бактерий.
2. Структурная организация транспозонов и IS-элементов.
3. F-плазмиды. Структурная организация и роль.
4. Плазмиды бактериоциногенности. Структурная организация и роль.
5. R-плазмиды. Структурная организация и роль.
6. Ti-плазмиды. Структурная организация и роль.
7. Трансформация бактерий. Основные этапы трансформации.
8. Способы индукции компетентности бактериальных клеток.
9. Открытие и изучение конъюгации клеток. Опыты Ледерберга, Татума и Дэвиса.
10. Механизм передачи генетического материала при конъюгации.
11. Открытие и изучение трансдукции. Опыты Циндера.
12. Генерализованная трансдукция.
13. Специфическая трансдукция.
14. Получение копии нужного гена с помощью обратной транскриптазы и искусственный синтез гена.
15. Применение метода «дробовика». Свойства рестриктаз.
16. Встраивание генов в плазмидный вектор. Космиды.
17. Включение ДНК в фаговый вектор.
18. Введение вектора в клетку хозяина.
19. Отбор трансформированных бактерий.
20. Получение инсулина человека с помощью бактерий.
21. Получение гормона роста человека и бычьего соматотропина.
22. Направления селекции сельскохозяйственных растений с помощью методов генной инженерии.
23. Использование плазмид агробактерий для переноса генов.
24. Проблемы безопасности использования трансгенных растений.
25. Введение новых генов в организм животных: микроинъекции в яйцеклетки.
26. Введение новых генов в организм животных: использование стволовых клеток.
27. Введение новых генов в организм животных: вирусные векторы, липосомы, прямое поглощение ДНК.

28. Возможность получения альфаантитрипсина с помощью трансгенных животных.
29. Серповидноклеточная анемия.
30. Муковисцидоз.
31. Фенилкетонурия.
32. Хорея Гентингтона.
33. Синдром Дауна.
34. Синдром Клайнфельтера.
35. Синдром Тернера.
36. Возможности генной терапии.
37. Основные направления клеточной инженерии.
38. Понятие тотипотентности клетки.
39. Культура каллусных тканей.
40. Получение изолированных протопластов растений.
41. Способы культивирования протопластов.
42. Способы индукции слияния протопластов.
43. Гибридизация соматических клеток.