

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

«25» мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРИИ**

Направление

**19.04.01 Биотехнология**

***Профиль***

***Технологии получения продукции с использованием  
микробиологического синтеза,  
биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий***

Квалификация выпускника

**Магистр**

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

1. Целью освоения дисциплины (модуля) «Методы инженерии» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

01 Образование и наука (в сферах: образования; научных исследований);

22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака (в сферах: производства пищевого белка, ферментных препаратов, пребиотиков, пробиотиков, синбиотиков, функциональных пищевых продуктов (включая лечебные, профилактические и детские), пищевых ингредиентов, в том числе витаминов и функциональных смесей; глубокой переработки пищевого сырья; производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности)

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере производства продуктов ферментативных реакций, микробиологического синтеза и биотрансформаций)

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

*научно-исследовательский;*

*педагогический;*

*производственно-технологический;*

*организационно-управленческий.*

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.08.2021 № 737 с учетом профессиональных стандартов.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-1	Способностью применять знания и навыки в области разработки и применения генетических технологий, в том числе геномного редактирования	ИД2П <sub>Кв-1</sub> – применяет современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции
2	ПКв-2	Способен организовывать и управлять научно-исследовательскими работами, в том числе при проведении экспериментов, оформлении рационализаторских предложений и заявок на изобретения	ИД2П <sub>Кв-2</sub> - Проводит патентные исследования и определение показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2П <sub>Кв-1</sub> – применяет современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции	Знает: современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции
	Умеет: Применять современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции биотехнологической продукции методами биотрансформаций
	Владеет: навыками управления научно-исследовательскими и производственно-технологическими работами, в том числе при

	проведении экспериментов в области прогрессивных биотехнологий и производства перспективной биотехнологической продукции для пищевой промышленности
ИД2 <sub>ПКв-2</sub> - Проводит патентные исследования и определение показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Знает: основы патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности
	Умеет: проводить патентные исследования и определение показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности
	Владеет: навыками патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина «Методы инженерии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

«Входными» знаниями, умениями и компетенциями магистранта, необходимыми для изучения дисциплины, служат знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплин предметной области по направлению подготовки бакалавров.

**Дисциплина «Методы инженерии» является предшествующей для освоения дисциплин:**

*Биоинженерия*

*Медицинская биохимия*

*Государственная итоговая аттестация.*

*Производственная практика (преддипломная практика)*

*Производственная практика (научно-исследовательская работа).*

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 ЗЕ.

Виды учебной работы	Всего академических часов, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. Ч 2 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	78	78
Лекции	38	38
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Лабораторные работы	38	38
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	38	38
Консультации текущие	1,9	1,9
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	30	30
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	15	15
Подготовка к лабораторным работам	15	15

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

## 5.1 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Общая трудоемкость, час
1	Введение, история биоинженерии	Расшифровка структуры ДНК, открытие рестриктаз, Получение первых рекомбинантных белков. Клонирование в бактериальных клетках. Используемые ферменты (рестриктазы, T4 ДНК-полимераза, фрагмент Кленова, полинуклеотидкиназа, нуклеаза S1, фосфатаза, ДНК-лигаза).	12
2	Методы клеточной инженерии	Клеточные линии. Методы введения ДНК. Транзитная экспрессия. Репортерные гены. Эпитопы. Методы детекции экспрессии генов. Определение эффективности трансфекции. Исследование внутриклеточной локализации белков. Селективные маркеры. Промоторы. Индуцибельные системы. Получение стабильных клеточных линий, экспрессирующих трансген.	12
3	Методы трансформации. Векторы	Ретровирусные векторы (конструирование, получение вирусных частиц, инфекция). Расширение круга хозяев. Стратегии экспрессии двух генов с одного вектора. Преимущества лентивирусных векторов. Самоинактивирующиеся ретровирусные векторы. Эписомальные векторы. Системы введения трансгенов в клетки млекопитающих, основанные на гомологичной рекомбинации.	14
4	Методы селекции клонов	Негативная и позитивная селекция. Нокаутирование генов. Получение трансгенных животных. Cre-lox и flp-rtt рекомбинация. Условный нокаут. Факторы, влияющие на эффективность трансляции в клетках прокариот и эукариот. Метод бицистронных конструкций для идентификации IRES-элементов.	10
5	Методы создания генетических библиотек. Интерференция РНК	Получение мРНК in vitro. Создание рандомизированных библиотек. Получение РНК и ДНК аптамеров. Методы селекции, количество циклов, тестирование, применение. Интерференция РНК. Механизм. Преимущества и недостатки генетического нокаута по сравнению с нокаутом. Особенности применения метода в клетках млекопитающих	10
6	Методы трансформации растений	Способы введения чужеродных генов в растения. Агробактериальное заражение и трансформация растений. Ti-плазмида. T-DНК: что кодирует и как образуется? Белки вирулентности. Бинарные векторы. Селективные маркеры. Получение и анализ трансгенных растений. Вирусные векторы. Сайленсинг. Свойства трансгенных растений	10
7	Методы изготовления микрочипов	Методы изготовления микрочипов (включая сочетание ступенчатого олигонуклеотидного синтеза и фотолитографии). Определение профилей экспрессии генов (кДНК чипы и чипы Affimetrix). Генотипирование. Детекция амплификации генов и делеций фрагментов хромосом. Виды и способы получения белковых	9

		микрочипов. Поиск ДНК- связывающих белков. Методы ChIPon-chip, ДНК- программируемый белковый чип.	
8	Фолдинг белковых молекул	Сворачивание мономеров. Междоменные взаимодействия при сворачивании олигомера. Особенности сворачивания белков во внутриклеточном окружении. Шапероны лектиновой природы кальнексин и кальретикулин. Котрансляционное включение белков в мембрану эндоплазматического ретикулума. Два типа молекулярных механизмов ускорения сворачивания белков в клетке. Основные типы шаперонов. Шаперонины и их роль в сворачивании белков. Разворачивание и деградация белков в клетке.	9
	<i>Консультации текущие</i>		1,9
	<i>Зачет</i>		0,1

\*в форме практической подготовки

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
1	Введение, история биоинженерии	6	4*	2
2	Методы клеточной инженерии	6	4*	2
3	Методы трансформации. Векторы	4	8*	2
4	Методы селекции клонов	4	4*	2
5	Методы создания генетических библиотек. Интерференция РНК	4	4*	2
6	Методы трансформации растений	4	4*	2
7	Методы изготовления микрочипов	4	4*	1
8	Фолдинг белковых молекул	4	4*	1
	Итого:	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>30</b>

\*в форме практической подготовки

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Введение, история биоинженерии	Расшифровка структуры ДНК, открытие рестриктаз, Получение первых рекомбинантных белков. Клонирование в бактериальных клетках. Используемые ферменты (рестриктазы, T4 ДНК-полимераза, фрагмент Кленова, полинуклеотидкиназа, нуклеаза S1, фосфатаза, ДНК-лигаза).	6
2	Методы клеточной инженерии	Клеточные линии. Методы введения ДНК. Транзитная экспрессия. Репортерные гены. Эпитопы. Методы детекции экспрессии генов. Определение эффективности трансфекции. Исследование внутриклеточной локализации белков. Селективные маркеры. Промоторы. Индуцибельные системы. Получение стабильных клеточных линий, экспрессирующих трансген.	6
3	Методы трансформации. Векторы	Ретровирусные векторы (конструирование, получение вирусных частиц, инфекция). Расширение круга	4

		хозяев. Стратегии экспрессии двух генов с одного вектора. Преимущества лентивирусных векторов. Самоинактивирующиеся ретровирусные векторы. Эписомальные векторы. Системы введения трансгенов в клетки млекопитающих, основанные на гомологичной рекомбинации.	
4	Методы селекции клонов	Негативная и позитивная селекция. Нокаутирование генов. Получение трансгенных животных. Cre-lox и flip-frt рекомбинация. Условный нокаут. Факторы, влияющие на эффективность трансляции в клетках прокариот и эукариот. Метод бицистронных конструкций для идентификации IRES-элементов.	4
5	Методы создания генетических библиотек. Интерференция РНК	Получение мРНК in vitro. Создание рандомизированных библиотек. Получение РНК и ДНК аптамеров. Методы селекции, количество циклов, тестирование, применение. Интерференция РНК. Механизм. Преимущества и недостатки генетического нокаута по сравнению с нокаутом. Особенности применения метода в клетках млекопитающих	4
6	Методы трансформации растений	Способы введения чужеродных генов в растения. Агробактериальное заражение и трансформация растений. Ti-плазида. T-DНК: что кодирует и как образуется? Белки вирулентности. Бинарные векторы. Селективные маркеры. Получение и анализ трансгенных растений. Вирусные векторы. Сайленсинг. Свойства трансгенных растений	4
7	Методы изготовления микрочипов	Методы изготовления микрочипов (включая сочетание ступенчатого олигонуклеотидного синтеза и фотолитографии). Определение профилей экспрессии генов (кДНК чипы и чипы Affimetrix). Генотипирование. Детекция амплификации генов и делеций фрагментов хромосом. Виды и способы получения белковых микрочипов. Поиск ДНК-связывающих белков. Методы ChIPon-chip, ДНК-программируемый белковый чип.	4
8	Фолдинг белковых молекул	Сворачивание мономеров. Междоменные взаимодействия при сворачивании олигомера. Особенности сворачивания белков во внутриклеточном окружении. Шапероны лектиновой природы кальнексин и кальретикулин. Котрансляционное включение белков в мембрану эндоплазматического ретикулума. Два типа молекулярных механизмов ускорения сворачивания белков в клетке. Основные типы шаперонов. Шаперонины и их роль в сворачивании белков. Разворачивание и деградация белков в клетке.	4
		Итого	38

## 5.2.2 Практические занятия – не предусмотрены

## 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Введение, история биоинженерии	Проектирование генетических конструкций для трансформации бактерий	4*
2	Методы клеточной инженерии	Получение плазмид	4*
3	Методы трансформации. Векторы	Трансформация бактерий	8*
4	Методы селекции клонов	Анализ трансформантов	4*
5	Методы создания генетических библиотек. Интерференция РНК	Приготовление кДНК-библиотеки (методы выделения ДНК)	4*
6	Методы трансформации растений	Выделение T1 плазмид	4*
7	Методы изготовления микрочипов	Генотипирование	4*
8	Фолдинг белковых молекул	Моделирование третичной структуры белка	4*
		Итого	38

\*в форме практической подготовки

## 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Введение, история биоинженерии	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к лабораторным работам	2
2	Методы клеточной инженерии	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к лабораторным работам	2
3	Методы трансформации. Векторы	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к лабораторным работам	2
4	Методы селекции клонов	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к лабораторным работам	2
5	Методы создания генетических библиотек. Интерференция РНК	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к лабораторным работам	
6	Методы трансформации растений	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к лабораторным работам	2
7	Методы изготовления микрочипов	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к лабораторным работам	2
8	Фолдинг белковых молекул	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	1
		Подготовка к лабораторным работам	1
		Итого	30

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. Т. 1. Генная и белковая инженерия, М: Наука 2004.
2. Хенч, Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей. - М.: Техносфера, 2007 (Мир биологии и медицины)
3. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Учебно-справочное пособие Сибирское университетское издательство, 2008
4. Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка: учебник, 1-е изд Академия ИЦ 2011
- 5.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Изд-во Новосиб.ун-та, 2002.
2. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. М: 2002. 2.
3. Финкельштейн А.В., Птицын О.Б. Физика белка. М., 2002

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

**Методические указания** для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. – Режим доступа : <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана.

### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?">http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://www.window.edu.ru/">http://www.window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="http://minobrnauki.gow.ru">http://minobrnauki.gow.ru</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>
Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов	<a href="http://www.ict.edu.ru/">http://www.ict.edu.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="http://education.vsu.ru">http://education.vsu.ru</a>

### 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Используемые виды информационных технологий:



- «электронная»: персональный компьютер и информационно-поисковые (справочно-правовые) системы;
- «компьютерная» технология: персональный компьютер с программными продуктами разного назначения (ОС Windows; MSOffice; СПС «Консультант плюс»);
- «сетевая»: локальная сеть университета и глобальная сеть Internet.

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Microsoft Windows 7 (64 - bit)	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Office 2007	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Office 2010	Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>

**При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – ОС Windows**

### **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <https://vsuet.ru>.

Для проведения учебных занятий используются учебные аудитории:

Ауд. № 432 Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Весы технические SPX421 (в комплекте - калибровочная гиря), шкаф сушильный ШС-80-00 СПУ, холодильник, ноутбук, мультимедийный проектор, экран
Ауд. № 418 Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Ферментный анализатор ПЛАГ-И, баня водяная УТ 4329Е, насос вакуумный Комовского, поляриметр СМ-3, ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран
Ауд. № 414 Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Аквадистиллятор ДЭ-10М, термостат с охлаждением ТСО-1/80, насос вакуумный Vacuum-Sel, баня водяная УТ 4329Е, насос вакуумный Комовского, испаритель ротационный Heidolph Hei-VAP Value, прибор Сокслета-01 КШ 9/32, прибор Элекс-7М аналог прибора Чижовой, холодильник, ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран
Ауд. № 403 Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран
Ауд. № 429 Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Микроскоп тринокул «Биомед», адаптер для фотокамеры Canon A 610, фотокамера Canon A 610, вибрационная мешалка, микроскоп прямой модульный, комплект оборудования для анализа по Кьельдалю на базе АКВ-20 оптимальный, ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран

Самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Ауд. № 416 Помещения для самостоятельной работы обучающихся: Компьютеры - 2 шт., ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран;

Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.;

Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля).

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**Приложение  
к рабочей программе дисциплины  
«Методы инженерии»**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения по направлению подготовки 19.04.01**

**Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Виды учебной работы	Всего академических часов, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		2 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
<b>Контактная работа в т.ч. аудиторные занятия:</b>	18	18
Лекции	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	8	8
Лабораторные работы	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	8	8
Консультации текущие	0,4	0,4
Проверка и защита контрольной работы	1,6	1,6
Подготовка к зачету	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	86	86
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	28	28
Подготовка к лабораторным работам	28	28
Выполнение контрольной работы	30	30
Виды аттестации (зачет)	3,9	3,9

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРИИ**

# 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-1	Способен применять знания и навыки в области разработки и применения генетических технологий, в том числе геномного редактирования	ИД2 <sub>ПКв-1</sub> – применяет современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции
2	ПКв-2	Способен организовывать и управлять научно-исследовательскими работами, в том числе при проведении экспериментов, оформлении рационализаторских предложений и заявок на изобретения	ИД2 <sub>ПКв-2</sub> - проводит патентные исследования и определение показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2 <sub>ПКв-1</sub> – применяет современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции	Знает: современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции
	Умеет: Применять современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции методами биотрансформаций
	Владеет: навыками управления научно-исследовательскими и производственно-технологическими работами, в том числе при проведении экспериментов в области прогрессивных биотехнологий и производства перспективной биотехнологической продукции для пищевой промышленности
ИД2 <sub>ПКв-2</sub> - Проводит патентные исследования и определение показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Знает: основы патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности
	Умеет: проводить патентные исследования и определение показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности
	Владеет: навыками патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции

## 2. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Введение, история биоинженерии	ПКв-1 ПКв-2	тест	4-6	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.

			Собеседование (вопросы для зачета)	87-91	Проверка преподавателем Отметка в системе 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	60-62	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			кейс-задания (для зачета)	31, 32	Отметка «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
2	Методы клеточной инженерии	ПКв-1 ПКв-2	тест	1-3	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	92-94	Проверка преподавателем Отметка в системе 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	63-65	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			кейс-задания (для зачета)	33, 34	Отметка «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
3	Методы трансформации. Векторы	ПКв-1 ПКв-2	тест	7-12	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	95-99	Проверка преподавателем Отметка в системе 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	66-69	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			кейс-задания (для зачета)	35, 36	Отметка «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
4	Методы селекции клонов	ПКв-1 ПКв-2	тест	13-19	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	100-105	Проверка преподавателем Отметка в системе 60-74,99% - удовлетворительно;

					75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	70-72	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			кейс-задания (для зачета)	37,39	Отметка «неудовлетвори-тельно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
5	Методы создания генетических библиотек. Интерференция РНК	ПКв-1 ПКв-2	тест	20-22	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	106-109	Проверка преподавателем Отметка в системе 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	73-76	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			кейс-задания (для зачета)	40-42	Отметка «неудовлетвори-тельно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
6	Методы трансформации растений	ПКв-1 ПКв-2	тест	23-25	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	110-114	Проверка преподавателем Отметка в системе 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	77-80	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			кейс-задания (для зачета)	43,44	Отметка «неудовлетвори-тельно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
7	Методы изготовления микрочипов	ПКв-1 ПКв-2	тест	26-28	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	115-117	Проверка преподавателем Отметка в системе 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.

			Собеседование (задания для лабораторной работы)	81-83	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			кейс-задания (для зачета)	45, 46	Отметка «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
8	Фолдинг белковых молекул	ПКв-1 ПКв-2	тест	29-30	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	118-120	Проверка преподавателем Отметка в системе 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	84-86	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			кейс-задания (для зачета)	47-50	Отметка «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»

### 3 Оценочные средства для промежуточной аттестации

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ОМ являются: текущий опрос в виде собеседования на лабораторных работах, практических занятиях, тестовые задания в виде решения контрольных работ на практических работах и самостоятельно (домашняя контрольная работа) и сдачи курсовой работы по предложенной преподавателем теме. Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов».

Обучающийся, набравший в семестре более 60 % от максимальной возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре получает экзамен автоматически.

Студент, набравший за текущую работу в семестре менее 60 %, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до экзамена, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на экзамен.

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (экзамена).

Каждый вариант теста включает 25 контрольных заданий, из них:

Каждый вариант теста включает 15 контрольных заданий, из них:

- 5 контрольных заданий на проверку знаний;
- 5 контрольных заданий на проверку умений;
- 5 контрольных заданий на проверку навыков.

В случае неудовлетворительной сдачи экзамена студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче экзамена количество набранных студентом баллов на предыдущем экзамене не учитывается.



### 3.1 Тесты (тестовые задания)

**ПКе-1** Способен применять знания и навыки в области разработки и применения генетических технологий, в том числе геномного редактирования

**ПКе-2** Способен организовывать и управлять научно-исследовательскими работами, в том числе при проведении экспериментов, оформлении рационализаторских предложений и заявок на изобретения

Номер вопроса	Тест (тестовое задание)
1.	Участок ДНК, в котором записана информация о первичной структуре белка: а) ген б) геном в) локус г) хромосома
2.	Совокупность методов, позволяющих путем операций in vitro переносить информацию из одного организма в другой – это: а) хромосомная инженерия б) <b>генная инженерия</b> в) клеточная инженерия г) гетерозис
3.	Введение рекомбинантных плазмид в бактериальные клетки – это: а) лигирование б) скрининг в) <b>трансформация</b> г) рестрикция
4.	Цели генной инженерии: а) преодоление межвидовых барьеров б) передача отдельных наследственных признаков одних организмов другим в) способность нарабатывать «человеческие» белки г) <b>все варианты ответов верны</b>
5.	Плазида – это: а) и-РНК бактерий б) к-ДНК в) <b>двухцепочечная кольцевая ДНК</b> г) рестриктаза
6.	Первым объектом генной инженерии стала: а) <b>E.coli</b> б) S.cerevisae в) B.subtilis г) Saccharomyces boulardii
7.	Субстратами рестриктаз, используемых генным инженером, являются: а) гомополисахариды б) гетерополисахариды в) <b>нуклеиновые кислоты</b> г) белки
8.	В прокариотических клетках CRISPR выполняют функцию: а) репликации ДНК б) <b>противовирусной защиты</b> в) устойчивости к антибиотикам г) устойчивости к факторам окружающей среды
9.	CRISPR расшифровывается как: а) <b>короткие палиндромные повторы, регулярно расположенные группами</b> б) длинные последовательности ДНК в) минисателлиты, состоящие преимущественно из ГЦ-повторов г) макросателлиты
10.	Редактирование генов осуществляют с помощью: а) кислот б) солей в) антибиотиков г) <b>систем CRISPR-Cas9, TALEN, ZFN</b>
11.	Белки семейства Casвстречаются у: а) вирусов б) эукариот

	<b>в) бактерий</b> г) грибов
12.	В основе метода CRISPR-Cas9 лежит фермент: <b>а) нуклеаза</b> б) лигаза в) полимераза г) ДНКаза
13.	К методу геномного редактирования относят: а) NGS <b>б) CRISPR-Cas9</b> в) ПЦР г) ПДРФ анализ
14.	Рестрикция – это: а) отбор клонов трансформированных бактерий, содержащих плазмиды, несущие нужный ген человека б) введение бактериальных плазмид в бактериальную клетку <b>в) разрезание ДНК ферментом рестрикционной эндонуклеазой</b> г) включение фрагментов ДНК человека в плазмиды и сшивание «липких» концов
15.	Основная проблема использования CRISPR-Cas9 в эукариотических клетках: а) токсичность чужеродного агента б) индукция ферроптоза в) индукция апоптоза <b>г) неспецифическое связывание с ДНК</b>
16.	Отличительной особенностью праймированного редактирования является использование белка: <b>а) обратной транскриптазы</b> б) лигазы в) полимеразы г) нуклеазы
17.	Нуклеаза – это фермент, способный: а) заменять один нуклеотид на другой б) образовывать пиримидиновый гомодимер <b>в) расщеплять нити ДНК</b> г) образовывать АФК
18.	Индель – это: а) метилированная ДНК <b>б) вставка или делеция нескольких нуклеотидов</b> в) однонуклеотидная замена г) хромосомная транслокация
19.	Редактирование оснований – это метод, позволяющий: а) вносить индели в последовательность ДНК <b>б) вносить однонуклеотидную замену в последовательность ДНК</b> в) интегрировать фрагмент гена г) удалять интрон из ДНК
20.	Преобладающим типом репарации ДНК после CRISPR-Cas9 разрыва является: <b>а) негомологичное соединение концов</b> б) направленная гомологичная репарация в) односторонней отжиг г) эксцизионная репарация
21.	Ферментом, сшивающим две цепи ДНК при разрыве, является: а) полимераза <b>б) лигаза</b> в) эндонуклеаза г) метилтрансфераза
22.	Рекомбинантная ДНК – это: а) молекула ДНК, используемая в генной инженерии для передачи генетического материала внутрь клетки б) кольцевая ДНК в) лигированная ДНК <b>г) фрагмент ДНК, созданный путем объединения как минимум двух фрагментов из двух разных источников</b>
23.	По характеру хранимых данных базы данных делятся на: <b>а) первичные, вторичные, составные</b> б) архивные, курируемые, автоматические

	<p>в) простые, сложные, составные</p> <p>г) первичные, вторичные, третичные</p>
24.	<p>По механизму наполнения базы данных можно разделить на:</p> <p>а) первичные, вторичные, составные</p> <p><b>б) архивные, курируемые, автоматические</b></p> <p>в) простые, сложные, составные</p> <p>г) первичные, вторичные, третичные</p>
25.	<p>Цель базы данных:</p> <p>а) накапливать данные</p> <p>б) организовывать данные</p> <p>в) обеспечивать свободный доступ к данным</p> <p><b>г) все ответы верны</b></p>
26.	<p>Эндонуклеаза – это:</p> <p><b>а) фермент, расщепляющий нуклеотидную цепь на две или более короткие цепи путем расщепления внутренних фосфодиэфирных связей</b></p> <p>б) фермент, отщепляющий концевые нуклеотиды от полинуклеотидной цепи путём гидролиза фосфодиэфирных связей между нуклеотидами</p> <p>в) фермент, катализирующий соединение двух молекул с образованием новой химической связи</p> <p>г) фермент РНК-полимеразы, который принимает участие в репликации ДНК.</p>
27.	<p>Никаза – это фермент, способный:</p> <p>а) катализировать репликацию макромолекул</p> <p>б) синтезировать полимеры нуклеиновых кислот</p> <p><b>в) разрезать только одну цепь ДНК</b></p> <p>г) катализировать гидролиз ковалентной связи</p>
28.	<p>Нуклеазы Сасдоставляют в живые клетки в:</p> <p>а) виде белков</p> <p>б) виде мРНК</p> <p>в) составе экспрессионного ДНК-вектора</p> <p><b>г) все ответы верны</b></p>
29.	<p>Каждый цинковый палец способен узнать последовательность из:</p> <p>а) одного нуклеотида</p> <p>б) двух нуклеотидов</p> <p><b>в) трех нуклеотидов</b></p> <p>г) четырех нуклеотидов</p>
30.	<p>Прибор, в котором осуществляется ПЦР, называется</p> <p>а) секвенатор</p> <p><b>б) амплификатор</b></p> <p>в) флуориметр</p> <p>г) биореактор</p>

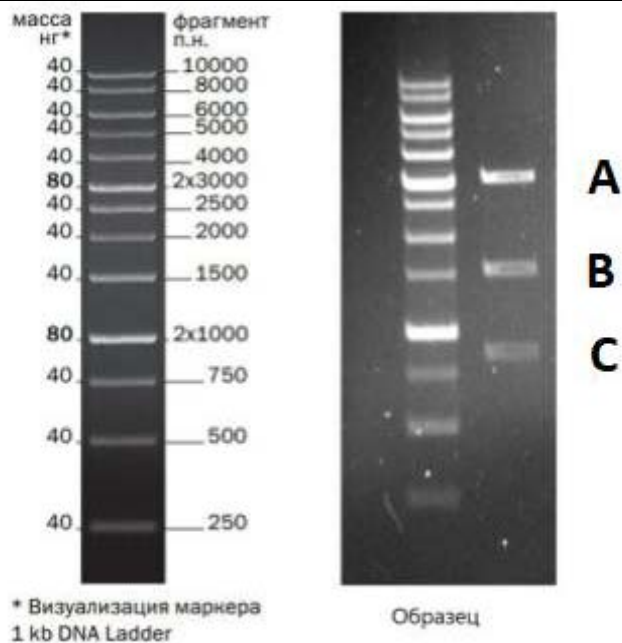
### 3.2 Кейс-задания (к зачету)

**ПКв-1 Способен применять знания и навыки в области разработки и применения генетических технологий, в том числе геномного редактирования**

**ПКв-2 Способен организовывать и управлять научно-исследовательскими работами, в том числе при проведении экспериментов, оформлении рационализаторских предложений и заявок на изобретения**

Номер вопроса	Кейс-задания
31	<p>Лаборант-исследователь подготовил реакционную смесь для полимеразной цепной реакции (ПЦР), добавил в пробирку следующие компоненты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Двухкратный буфер для ПЦР (с Mg<sup>2+</sup>)</li> <li>• ДНК-матрица</li> <li>• Прямой праймер</li> </ul> <p>Определите, какие компоненты нужно добавить в реакционную смесь</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. дезоксигуанозинтрифосфат</li> <li>2. РНК-матрица</li> <li>3. РНК-зависимая ДНК-полимераза</li> <li>4. дезокситимидинтрифосфат</li> </ol>

	<p>5. дезоксиаденозинтрифосфат  6. дезоксицитидинтрифосфат  7. ДНК-зависимая РНК-полимераза  8. ДНК-зависимая ДНК-полимераза  9. обратный праймер  10. дезоксиуридинтрифосфат</p> <p><b>Необходимо выбрать компоненты, которые являются субстратами ДНК-полимеразы и принимают участие в репликации ДНК.</b></p> <p><b>Ответ: 1, 4, 5, 6, 8.</b></p>
32	<p>Для амплификации участка ДНК методом ПЦР требуется заказать прямой и обратный праймер. Последовательность праймеров принято записывать от 5'-конца к 3'-концу.</p> <p>Определите последовательность обратного праймера длиной 16 нуклеотидов, если в качестве прямого праймера был использован следующий олигонуклеотид 5'-СТСГСААССГГАААСС-3'.</p> <p><b>Для решения задачи следует воспользоваться интерфейсом NCBI.</b></p> <p><b>Ответ: GGCTGTTGСТААТАТТ.</b></p>
33	<p>Используя программу SnapGene Viewer (или аналогичную), карту плазмиды pBluescript, соотнесите эндонуклеазы рестрикции (PvuII, BstBAI, RsaI, EcoICRI, SspI) и фрагменты, которые будут получены при их действии на данную плазмиду.</p> <p>1. PvuII + BstBAI  2. RsaI + EcoICRI  3. SspI + RsaI  4. PvuII + SspI  5. EcoICRI + BstBAI</p> <p>а. 130 + 448 + 510 + 1873  б. 302 + 448 + 2211  в. 530 + 2431  г. 130 + 324 + 636 + 1871  д. 102 + 1090 + 1769</p> <p><b>Следует определить сайты рестрикции, длины фрагментов ДНК, получающихся в результате рестрикции, соотнести длины фрагментов и комбинации рестриктаз.</b></p> <p><b>Ответ: 1 - б, 2 - д, 3 - г, 4 - а, 5 - в.</b></p>
34	<p>В результате разрезания плазмиды pBR322 (длина 4361 п.н.) рестриктазой AccBSII образовались два фрагмента длиной 2560 п.н. и 1801 п.н.</p> <p>Определите массу фрагмента длиной 1801 п.н., если известно, что масса исходной плазмиды составляла 1000 нг.</p> <p><b>Следует соотнести длину фрагмента и массу исходной плазмиды.</b></p> <p><b>Ответ: 413.</b></p>
35	<p>На иллюстрации приведена фотография геля, на который был нанесен маркер ДНК (слева) и образец ДНК (справа), и расшифровка длин ДНК фрагментов маркера.</p>



Необходимо определить примерную длину каждого из трех фрагментов ДНК. Соотнесите фрагменты и их длину в п. н.

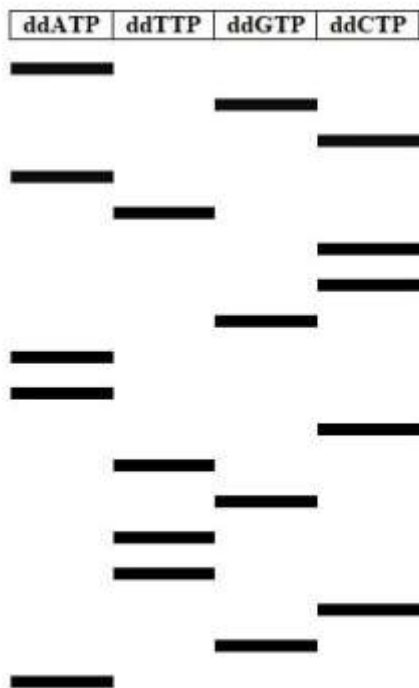
1. Фрагмент С
2. Фрагмент В
3. Фрагмент А
- а. 3000-4000 п.н.
- б. 750-1000 п.н.
- в. 1500-2000 п.н.

**Следует соотнести длины полученных фрагментов ДНК и длины фрагментов ДНК маркера.**

**Ответ: 1 - б, 2 - в, 3 - а.**

Прочитать "результаты геле-электрофореза и определить последовательность нуклеотидов в анализируемом образце ДНК.

Ответ привести в виде последовательности нуклеотидов, в направлении от 5'- к 3'-концу, латинскими буквами, без обозначений 3'-, 5'-, пробелов, например: ТАТТСТА



**Следует прочитать последовательность, начиная с нижней части геля (на**

	<p><b>рисунке).</b>  <b>Ответ: AGCTTGTC AAGCCTACGA.</b></p>
37	<p>Используя программу SnapGene Viewer (или аналогичную), карту плазмиды рBluescript, соотнесите длины фрагментов плазмидной ДНК, которые будут получены при действии рестриктаз Acc16I, BstBAI, HindII, PvuII, SspI и ZrmI с пробирками, которые содержат реакционные смеси с разными рестриктазами.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acc16I + HindII</li> <li>2. HindII + SspI</li> <li>3. SspI + ZrmI</li> <li>4. ZrmI + PvuII</li> <li>5. PvuII + BstBAI</li> <li>6. BstBAI + Acc16I</li> </ol> <p>а. 302, 448, 2211  б. 448, 964, 1549  в. 197, 1172, 1592  г. 130, 324, 2507  д. 130, 657, 2174  е. 252, 920, 1789</p> <p><b>Следует определить сайты рестрикции, длины фрагментов ДНК, получающихся в результате рестрикции, соотнести длины фрагментов и комбинации рестриктаз.</b>  <b>Ответ: 1 - в, 2 - д, 3 - г, 4 - б, 5 - а, 6 - е.</b></p>
38	<p>В результате разрезания плазмиды рBR322 рестриктазами HindII и BstBAI образовалось несколько фрагментов. Определите массу самого длинного фрагмента плазмиды рBR322, образовавшегося после гидролиза рестриктазами HindII и BstBAI, если известно, что масса исходной плазмиды составляла 2019 нг.</p> <p><b>Следует определить сайты рестрикции, длины фрагментов ДНК, получающихся в результате рестрикции, соотнести длину фрагмента и массу исходной плазмиды.</b>  <b>Ответ: 778.</b></p>
39	<p>Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ТГГАГТГАГТТА. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, антикодоны тРНК и аминокислотную последовательность фрагмента молекулы белка.</p> <p><b>На участке ДНК по принципу комплементарности (А-У, Г-Ц) построим иРНК, затем по цепи иРНК построим тРНК по принципу комплементарности (А-У, Г-Ц) антикодоны тРНК друг от друга отделяют точкой с запятой</b>  <b>ДНК Т-Г-Г-А-Г-Т-Г-А-Г-Т-Т-А</b>  <b>иРНК А-Ц-Ц-У-Ц-А-Ц-У-Ц-А-А-У</b>  <b>тРНК У-Г-Г; А-Г-У; Г-А-Г; У-У-А</b>  <b>иРНК разделим на триплеты и по таблице генетического кода определим аминокислотную последовательность белка:</b>  <b>А-Ц-Ц тре, У-Ц-А сер, Ц-У-Ц лей, А-А-У асн.</b>  <b>Ответ : иРНК А-Ц-Ц-У-Ц-А-Ц-У-Ц-А-А-У</b>  <b>тРНК У-Г-Г; А-Г-У; Г-А-Г; У-У-А</b>  <b>аминокислотная последовательность белка :тре, сер, лей, асн</b></p>
40	<p>Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК- матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на котором синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов АТАГЦТГААЦГГАЦТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону тРНК.</p> <p><b>Так как тРНК синтезируются на ДНК, то построим тРНК по принципу комплементарности (А-У, Г-Ц)</b>  <b>ДНК АТА-ГЦТ-ГАА-ЦГГ-АЦТ</b>  <b>тРНК УАУ; ЦГА; ЦУУ; ГЦЦ; УГА</b>  <b>Третий триплет ( антикодон тРНК) ЦУУ , соответствует кодону на иРНК ГАА (по принципу комплементарности), по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота ГЛУ, которую переносит данная тРНК.</b>  <b>Ответ: тРНК УАУ;ЦГА;ЦУУ;ГЦЦ;УГА</b>  <b>аминокислота ГЛУ</b></p>
41	<p>Участок правой цепи молекулы ДНК имеет последовательность нуклеотидов: А-Г-Т-Ц-Т-А-А-Ц-Т-Г-А-Г-Ц-А-Т. Запишите последовательность нуклеотидов левой цепи ДНК.</p> <p><b>Решение: ( нуклеотиды левой цепи ДНК подбираем по принципу комплементарности А-Т, Г-Ц)</b></p>

	<p><b>ДНК А Г Т Ц Т А А Ц Т Г А Г Ц А Т</b>  <b>ДНК Т Ц А Г А Т Т Г А Ц Т Ц Г Т А</b>  <b>Ответ : левая цепь ДНК имеет последовательность нуклеотидов Т-Ц-А-Г-А-Т-Т-Г-А-Ц-Т-Ц-Г-Т-А</b></p>
42	<p>Участок цепи молекулы ДНК имеет последовательность нуклеотидов: Ц-Т-А-А-Ц-Ц-А-Т-А-Г-Т-Т-Г-А-Г. Запишите последовательность нуклеотидов иРНК.  <b>Решение: ( нуклеотиды иРНК подбираем по принципу комплементарности к ДНК : А-У, Г-Ц)</b>  <b>ДНК Ц Т А А Ц Ц А Т А Г Т Т Г А Г</b>  <b>иРНК Г А У У Г Г У А У Ц А А Ц У Ц</b>  <b>Ответ : иРНК имеет последовательность нуклеотидов Г-А-У-У-Г- Г-У-А-У-Ц-А-А-Ц-У-Ц</b></p>
43	<p>Определите последовательность нуклеотидов иРНК, антикодоны молекул тРНК , если фрагмент ДНК имеет последовательность нуклеотидов Г-Ц-Ц-Т-А-Ц-Т-А-А-Г-Т-Ц  <b>Решение: (нуклеотиды подбираем по принципу комплементарности А-У, Г-Ц под ДНК сначала строим иРНК, затем тРНК)</b>  <b>ДНК Г Ц Ц- Т А Ц- Т А А- Г Т Ц</b>  <b>иРНК Ц Г Г- А У Г- А У У- Ц А Г</b>  <b>тРНК Г Ц Ц; У А Ц; У А А; Г У Ц</b>  <b>Ответ : иРНК имеет последовательность нуклеотидов Ц ГГАУГАУУЦАГ антикодоны тРНК Г Ц Ц; У А Ц; У А А; Г У Ц</b></p>
44	<p>В одной молекуле ДНК нуклеотидов с тимином Т -22% . Определите процентное содержание нуклеотидов с А, Г, Ц по отдельности в этой молекуле ДНК.  <b>Решение:</b> <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> согласно</span>  <b>составляют 100%.</b>  <b>Так как тимин комплементарен аденину, то А=22%.</b>  <b>22+22=44% ( А+Т)</b>  <b>100- 44 =56% (Г+Ц)</b>  <b>Так как гуанин комплементарен цитозину, то их количество тоже равно, поэтому 56 : 2 =28% (Г, Ц)</b></p>
45	<p>Сколько содержится нуклеотидов А, Т, Г, во фрагменте молекулы ДНК, если в нем обнаружено 1500 нуклеотидов Ц, что составляет 30% от общего количества нуклеотидов в этом фрагменте ДНК?  <b>Решение: так как Ц комплементарен Г и их количество равно, то Г =30%, что составляет 1500 нуклеотидов.</b>  <b>согласно правилу Чаргаффа А+Г = Т+Ц, все нуклеотиды в ДНК составляют 100% А+Г и Т+Ц по 50 % следовательно 50-30=20% (А, Т). Составим пропорцию</b>  <b>30% - 1500</b>  <b>20% - ?</b>  <b>20x1500 : 30 =1000 нуклеотидов (А, Т)</b></p>
46	<p>Участок молекулы ДНК ( одна цепочка) содержит:  150 нуклеотидов – А, 50 нуклеотидов – Т,  300 нуклеотидов – Ц, 100 нуклеотидов - Г.  Определите : количество нуклеотидов во второй цепи с А, Т, Г, Ц и общее количество нуклеотидов с А, Т, Ц, Г в двух цепях ДНК.  <b>Решение: А=Т, Г=Ц, так как они комплементарны, поэтому во второй цепи Т-150, А-50, Г-300, Ц-100</b>  <b>Всего нуклеотидов: А(150+50)+Т(50+150)+Г(300+100)+Ц(100+300)=1200</b>  <b>Ответ: нуклеотидов во второй цепи Т-150, А-50, Г-300, Ц-100;</b>  <b>1200 нуклеотидов в двух цепях.</b></p>
47	<p>Две цепи ДНК удерживаются водородными связями. Определите число водородных связей в этой цепи ДНК, если известно, что нуклеотидов с аденином 12, с гуанином 20.  <b>Решение:</b>  <b>А=Т, Г=Ц, так как они комплементарны</b>  <b>Между А и Т двойная водородная связь, поэтому 12x2=24 связи</b>  <b>Между Г и Ц тройная водородная связь, поэтому 20x3=60 связей</b>  <b>24+60=84 водородных связей всего</b>  <b>Ответ: 84 водородных связей.</b></p>
48	<p>Участок молекулы ДНК состоит из 60 пар нуклеотидов. Определите длину этого участка (расстояние между нуклеотидами в ДНК составляет 0,34 нм)  <b>Решение: длина нуклеотида 0,34 нм</b></p>

	<b><math>60 \times 0,34 = 20,4</math> нм</b> <b>Ответ: 20,4 нм</b>
49	Длина участка молекулы ДНК составляет 510 нм. Определите число пар нуклеотидов в этом участке. <b>Решение: длина нуклеотида 0,34 нм</b> <b><math>510 : 0,34 = 1500</math> нуклеотидов</b> <b>Ответ: 1500 нуклеотидов</b>
50	Определите число аминокислот, входящих в состав белка, число триплетов и число нуклеотидов в гене, который кодирует этот белок, если в процессе трансляции участвовало 30 молекул тРНК. <b>Решение:</b> <b><math>1 \text{ тРНК} = 1</math> аминокислоте, поэтому аминокислот 30</b> <b><math>1</math> аминокислоте = 1 триплету, поэтому триплетов 30</b> <b><math>1</math> триплет = 3 нуклеотида, поэтому <math>30 \times 3 = 90</math> нуклеотидов.</b> <b>Ответ: аминокислот 30, триплетов 30, 90 нуклеотидов</b>

### 3.3 Защита лабораторной работы

**ПКв-1 Способен применять знания и навыки в области разработки и применения генетических технологий, в том числе геномного редактирования**

**ПКв-2 Способен организовывать и управлять научно-исследовательскими работами, в том числе при проведении экспериментов, оформлении рационализаторских предложений и заявок на изобретения**

Номер вопроса	Текст вопросов к лабораторной работе
60	Каковы структурные и функциональные различия между эу- и гетерохроматином?
61	Как метилирование ДНК в области промотора гена отражается на его активности?
62	Какова роль метилирования ДНК в последовательностях мобильных элементов?
63	Какова роль ацетилирования гистонов?
64	Как называются ферменты, обеспечивающие ацетилирование гистонов?
65	Как называются ферменты, обеспечивающие деацетилирование гистонов?
66	Какие варианты метилирования гистонов характерны для активных промоторов?
67	Какие варианты метилирования гистонов характерны для инактивированных генов?
68	Какую роль выполняет включение в хроматин варианта гистона H2AX?
69	Как соотносятся между собой активность хроматина и время репликации участков ДНК в S фазе?
70	Если все соматические клетки имеют одинаковую последовательность ДНК, то почему необходимо иметь библиотеку кДНК различных тканей?
71	Какая аминокислота полностью отсутствует в белках M. genitalium?
72	В какое событие сделалось возможным возникновение геномики как научной дисциплины?
73	Какую функцию у патогенного организма выполняет кодируемый геномом продукт?
74	Где экспрессируются гены house keeping у патогенного микроорганизма?
75	По каким параметрам протеомика характеризует состояние микробного патогена?
76	В каких условиях возможно объединение геномов клеток разных видов и родов при соматической гибридизации?
77	Перечислите ферменты, участвующие в репликации
78	Перечислите основные этапы ПЦР
79	Перечислите основные этапы химического синтеза олигонуклеотидной последовательности
80	Дайте определение процессингу РНК
81	В чем состоит значение фолдинга белков?
82	Перечислите ферменты, участвующие в транскрипции
83	Перечислите ферменты, участвующие в трансляции
84	Какие методы получения нуклеиновых оснований существуют?
85	Какие методы получения нуклеозидов существуют?
86	Какие методы получения нуклеотидов существуют?



### 3.4 Собеседование (зачет)

**ПКв-1 Способен применять знания и навыки в области разработки и применения генетических технологий, в том числе геномного редактирования**

**ПКв-2 Способен организовывать и управлять научно-исследовательскими работами, в том числе при проведении экспериментов, оформлении рационализаторских предложений и заявок на изобретения**

Номер вопроса	Текст вопроса
87	Нуклеотиды, структура ДНК. Репликация ДНК, ферментативный аппарат репликации.
88	Хроматин, клеточный цикл, теломеры и теломераза.
89	Структура и функции РНК. Транскрипция и ее регуляция у прокариота и эукариот. Сплайсинг.
90	МикроРНК и другие короткие регуляторные РНК. РНК-интерференция и её применение для генетического нокадауна.
91	Трансляция, генетический код. Рибосома и биосинтез белков. Рибосомный профайлинг.
92	Структурная организация хроматина и регуляция экспрессии генов (гистоновый код).
93	Сигнальные каскады: регуляция экспрессии генов, пролиферации и апоптоза.
94	Принципы работы с рекомбинантными ДНК: типы векторов и их компоненты, основные типы используемых ферментов. Векторы на основе бактериофагов и ретро-/лентивирусов; способы работы с такими векторами.
95	Полимеразная цепная реакция: принципы, компоненты, разновидности. Количественная ПЦР.
96	Получение рекомбинантных белков в различных системах: основные подходы, сложности и пути их преодоления.
97	Принципы и методические подходы к осуществлению генетического нокаута и нокадауна в эукариотических организмах (в том числе с помощью РНК-интерференции и системы CRISPR/Cas).
98	Методы изучения экспрессии генов. Идентификация дифференциально-экспрессирующихся генов. Подходы к их клонированию.
99	Репортерные гены, их использование в молекулярной и клеточной биологии. (Репортерные конструкции для изучения регуляции промоторов, белок-белковых взаимодействий, внутриклеточной локализации белков и РНК)
100	Стратегия поиска и верификации белков или нуклеиновых кислот, взаимодействующих с данным белком (in vitro и in vivo).
101	Методы секвенирования нуклеиновых кислот.
102	Секвенирование геномов. Методы сборки. Прочтения, контиги, скэффолды.
103	Аннотация генов в геномах: предсказание кодирующих последовательностей, функциональная аннотация. Примеры секвенированных геномов.
104	Аминокислоты, их структура и свойства. Функциональные классы аминокислот. Отражение взаимозаменяемости аминокислот в белке в матрицах аминокислотных замен.
105	Уровни структурной организации белков. Домены белков. Семейства доменов. Доменная архитектура.
106	Основные этапы рентгеновской кристаллографии белков. Основные показатели качества рентгеноструктурной расшифровки.
107	Совмещение структур гомологичных белков. Показатели сходства совмещенных структур. Консервативность структур и консервативность последовательностей белков. Основы классификации структур белковых доменов
108	Геномный браузер, какая информация о геноме человека доступна.
109	Использование методов биоинформатики и молекулярного моделирования для изучения механизма действия ферментов, организации их активных и регуляторных центров.
110	Вторичная структура РНК. Элементы вторичной структуры. Энергия вторичной структуры. Оптимальная и субоптимальные структуры. Методы предсказания структуры.
111	Парное выравнивание биологических последовательностей: цели, алгоритмы, применение, оценка неслучайности (вес выравнивания, величины идентичности и сходства, величина e-value). Глобальное и локальное выравнивание.
112	Задача множественного выравнивания. Основные подходы. Динамическое программирование и прогрессивное выравнивание.
113	Эволюция последовательностей: локальные изменения и крупные перестройки. Идентификация перестроек с помощью карты локального сходства (для прокариотических геномов). Горизонтальный перенос генов. Идентификации горизонтальных переносов.

114	Филогенетическое дерево для белков и организмов. Гомологи, ортологи, паралоги. Основные алгоритмы построения филогенетического дерева.
115	Основные базы данных о биологических последовательностях. Методы поиска информации в этих БД.
116	Структура записи в банках данных о геномных последовательностях нуклеотидов и белков. Основные типы отмечаемых участков в прокариотическом и эукариотическом геноме.
117	Методы биоинженерии ферментов и создания биокатализаторов с заданными свойствами. Достоинства ферментов как промышленных катализаторов; примеры использования.
118	Антитела: получение и применение.
119	Стволовые клетки: биология и клеточные технологии.
120	Техника безопасности в работе с генно-инженерными штаммами.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Зачет по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины (с отметкой «зачтено») и получении по результатам тестирования по всем разделам дисциплины не менее 60 %.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка	Уровень освоения компетенции
<i>ПКв-1 - Способен применять знания и навыки в области разработки и применения генетических технологий, в том числе геномного редактирования</i>					
<b>Знает</b>	Знание современных генетических технологий в практической деятельности для получения биотехнологической продукции	Изложение современных генетических технологий в практической деятельности для получения биотехнологической продукции	Изложены современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции	Зачтено/ 60-100;	Освоена (базовый)
			Не изложены современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)
<b>Умеет</b>	Защита лабораторной работы (собеседование), решение тестовых заданий	Умение применять современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции методами биотрансформаций	Самостоятельно применяет современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции методами биотрансформаций	Зачтено/ 60-100;	Освоена (базовый)
			Не правильно применяет современные генетические технологии в практической деятельности для получения биотехнологической продукции методами биотрансформаций	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)
<b>Владеет</b>	Кейс-задания	Демонстрация навыков управления научно-исследовательскими и производственно-технологическими работами, в том числе при проведении экспериментов в области прогрессивных биотехнологий и производства перспективной биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Приведена демонстрация навыков управления научно-исследовательскими и производственно-технологическими работами, в том числе при проведении экспериментов в области прогрессивных биотехнологий и производства перспективной биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Зачтено/ 60-100;	Освоена (базовый)
			Не приведена демонстрация навыков управления научно-исследовательскими и производственно-технологическими работами, в том числе при проведении экспериментов в области прогрессивных биотехнологий и производства перспективной биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)
<i>ПКв-2 - Способен организовывать и управлять научно-исследовательскими работами, в том числе при проведении экспериментов, оформлении рационализаторских предложений и заявок на изобретения</i>					

<b>Знает</b>	Знание основ патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Изложение основ патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Изложены основы патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Зачтено/ 60-100;	Освоена (базовый)
		Не изложены основы патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)	
<b>Умеет</b>	Защита лабораторной работы (собеседование), решение тестовых заданий	Умение проводить патентные исследования и определение показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Самостоятельно проводит патентные исследования и определение показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Зачтено/ 60-100;	Освоена (базовый)
		Не правильно проводит патентные исследования и определение показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)	
<b>Владеет</b>	Кейс-задания	Демонстрация навыков патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции	Приведена демонстрация навыков патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции	Зачтено/ 60-100;	Освоена (базовый)
		Не приведена демонстрация навыков патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)	

