

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Полябин Сергей Владимирович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.01.2025 14:50:07  
Уникальный программный ключ:  
7e7751705ad67ae2d6295985e6e9170fe0ad074c

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Московская государственная академия ветеринарной медицины и**  
**биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной,  
воспитательной работе  
и молодежной политике



С.Ю. Пигина  
2024 г.

*Кафедра  
зоогигиены и птицеводства им. А.К. Даниловой*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**«БИОИНЖЕНЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

**Специальность**  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

**профиль подготовки**  
Биоинженерия и биоинформатика


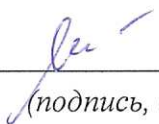
**уровень высшего образования**  
специалитет

**форма обучения:** очная

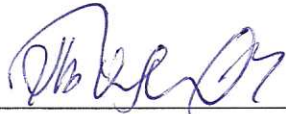
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) СОСТАВЛЕНА НА ОСНОВАНИИ:**

- федерального государственного образовательного стандарта - специалитет по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, утвержденного приказом Минобрнауки России 12.08.2020 № 973;
- основной профессиональной образовательной программой по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика.

**РАЗРАБОТЧИКИ:**


Заведующий кафедрой <i>(должность)</i>	 <i>(подпись, дата)</i>	И.И. Кочиш <i>(ФИО)</i>
Доцент <i>(должность)</i>	 <i>(подпись, дата)</i>	О.В. Мясникова <i>(ФИО)</i>

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой частной зоотехнии ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина <i>(должность)</i>	 <i>(подпись, дата)</i>	Н.А. Балакирев <i>(ФИО)</i>
<i>(должность)</i>	<i>(подпись, дата)</i>	<i>(ФИО)</i>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА:**

- на заседании кафедры зооигиены и птицеводства им. А.К. Даниловой  
Протокол заседания № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Заведующий кафедрой <i>(должность)</i>	 <i>(подпись, дата)</i>	И.И. Кочиш <i>(ФИО)</i>
---	--	----------------------------

- на заседании Учебно-методической комиссии факультета зоотехнологий и агробизнеса  
Протокол заседания № 5 от «18» сентября 2024 г.

Председатель комиссии

(должность)



(подпись, дата)

Г.В. Мкртчян

(ФИО)

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник учебно-методического управления

(должность)



(подпись, дата)

С.А. Захарова

(ФИО)

Руководитель сектора организации учебного процесса УМУ

(должность)



(подпись, дата)

Ю.П. Жарова

(ФИО)

Декан факультета зоотехнологий и агробизнеса

(должность)



(подпись, дата)

А.А. Васильев

(ФИО)

Директор библиотеки

(должность)



(подпись, дата)

Н.А. Москвитина

(ФИО)

## **1. ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ТЕКСТЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. ОПОП – основная профессиональная образовательная программа
2. УК – универсальная компетенция
3. ОПК – общепрофессиональная компетенция
4. ПК – профессиональная компетенция
5. з.е. – зачетная единица
6. ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования
7. РПД – рабочая программа дисциплины
8. ФОС – фонд оценочных средств
9. СР – самостоятельная работа

## **2. ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Цель освоения дисциплины (модуля):

Целью освоения дисциплины является формирование навыков в области биологии при анализе массовых данных с использованием генетического анализа и математической статистики (биометрии) для планирования программ развития животноводческой отрасли.

В соответствии с учебным планом специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика дисциплина «Биотехнология биологических систем» является дисциплиной, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами, практиками: «Зоология», «Химия», «Молекулярная биология», «Физиология и этология животных», «Генная инженерия», «Селекционные приемы создания пород», «Разведение животных с основами частной зоотехнии», «Методы генетического анализа и их использование в селекции животных», «Клеточная инженерия» «Биотехнология в племенном животноводстве», «Биостатистика и анализ селекционных данных», «Биотехнология продуктивных животных», «Биотехнология непродуктивных животных», «Ознакомительная практика», «Производственная практика: технологическая», «Производственная практика: научно-исследовательская работа».

Дисциплина «Биотехнология биологических систем» является базовой для прохождения практики «Производственная практика: преддипломная практика».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы достижения компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	2	3	4	5	6	7
2	ПК-1	Способен проводить научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики	ПК-1.2 - Систематизирует, анализирует и интерпретирует результаты научно-исследовательской работы в области биоинженерии биоинформатики	Основы биоинженерии и последние достижения в области биоинженерии; новейшие методы исследования, используемые для решения биоинженерных задач	Использовать методические приемы для целенаправленного изменения природных генов и геномов; проводить исследование различных биологических объектов, используемых в биоинженерии (клетки, субклеточные частицы, биомолекулы) с помощью современных физико-химических методов	Основами биоинженерии, необходимыми для создания биоинженерных объектов; экспериментальными навыками, необходимыми для проведения биоинженерных исследований (культивирование клеток различного происхождения, выделение и исследование различными методами клеток и внутриклеточных структур, создание генно-инженерных конструкций, клонирование и другие биоинженерные технологии)

### 4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с учебным планом специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика дисциплина «Биоинженерия биологических систем» является дисциплиной, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами, практиками: «Зоология», «Химия»,

«Молекулярная биология», «Физиология и этология животных», «Генная инженерия», «Селекционные приемы создания пород», «Разведение животных с основами частной зоотехнии», «Методы генетического анализа и их использование в селекции животных», «Клеточная инженерия» «Биоинженерия в племенном животноводстве», «Биостатистика и анализ селекционных данных», «Биоинженерия продуктивных животных», «Биоинженерия непродуктивных животных», «Ознакомительная практика», «Производственная практика: технологическая», «Производственная практика: научно-исследовательская работа».

Дисциплина «Биоинженерия биологических систем» является базовой для прохождения практики «Производственная практика: преддипломная практика».

## 5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

### Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, час.	Очная форма обучения			
		семестр			
		10	-	-	-
<b>Общий объем дисциплины</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	-	-	-
<b>Контактная работа:</b>	<b>38,1</b>	<b>38,1</b>	-	-	-
лекции	12	12	-	-	-
занятия семинарского типа, в том числе:	26	26	-	-	-
практические занятия, включая коллоквиумы	-	-	-	-	-
лабораторные занятия	-	-	-	-	-
другие виды контактной работы	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>33,9</b>	<b>33,9</b>	-	-	-
изучение теоретического курса	-	-	-	-	-
выполнение домашних заданий (РГР, решение задач, реферат, эссе и другое)	-	-	-	-	-
подготовка курсовой работы	-	-	-	-	-
другие виды самостоятельной работы	<b>33,7</b>	<b>33,7</b>	-	-	-
<b>Промежуточная аттестация:</b>			-	-	-
зачет	0,1	0,1	-	-	-
зачет с оценкой	-	-	-	-	-
экзамен	-	-	-	-	-
другие виды промежуточной аттестации	-	-	-	-	-

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Разделы дисциплины (модуля)

#### Очная форма обучения

№ п/п	Тема занятия. Содержание	Неделя семестра	Контактная работа			Самостоятельная работа Количество часов	Контроль знаний	
			Вид занятия	Форма	Количество часов		Вид	Форма
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>6 семестр</b>								
1.	<b>Введение в биоинженерию</b>	1	Л	<b>В</b>	2			УО
2.	<b>Входной контроль. Методы очистки и выделения бактериальных плазмид.</b>	1	Л	<b>Т</b>	2	<b>4</b>	ВК	ЛР УО
3.	<b>Ферменты, используемые в биоинженерии. Эндонуклеазы рестрикции</b>	2	Л	<b>Т</b>	2	<b>2</b>	ТК	ЛР УО
4.	<b>Ферменты, используемые в биоинженерии для создания фрагментов нуклеиновых кислот.</b>	3	Л	<b>В</b>	2			УО
5.	<b>Электрофоретическое и хроматографическое разделение нуклеиновых кислот</b>	3	Л	<b>Т</b>	2	<b>2</b>	ТК	ЛР УО
6.	<b>ДНК- и РНК-лигазы, ДНК-зависимая ДНК-полимераза I E.coli и ее фрагмент Кленова.</b>	4	Л	<b>Т</b>	2	<b>2</b>	ТК	ЛР УО
7.	<b>Анализ геномов. Векторы для клонирования ДНК. Современные методы секвенирования</b>	5	Л	<b>Т</b>	2			УО
8.	<b>Общая схема ПЦР. Устройство</b>	5	ЛЗ	<b>Т</b>	2	<b>2</b>	ТК	ЛР
9.	<b>Функциональная геномика. Сравнительная геномная гибридизация.</b>	6	ЛЗ	<b>Т</b>	2	<b>2</b>	ТК	ЛР УО
10.	<b>Биоинженерия и клонирование трансгенных многоклеточных органов и организмов.</b>	7	Л	<b>П</b> <b>К</b>	2			УО
11.	<b>Системы массового параллельного секвенирования ДНК второго поколения.</b>	7	ЛЗ	<b>Т</b>	2	<b>2</b>	ТК	ЛР
12.	<b>Принципы анализа транскриптома с использованием ДНК-биочипов..</b>	8	ЛЗ	<b>Т</b>	2	<b>2</b>	РК	ЛР ПО
13.	<b>Трансгенные животные.</b>	9	Л	<b>В</b>	2			УО

14.	Феномен трансгенеза. Способы получения трансгенных животных. Векторы,	9	ЛЗ	ПК	2	4	ТК	УО
15.	Факторы, оказывающие влияние на экспрессию трансгенов в организме	10	ЛЗ	Т	2	2	ТК	ЛР
16.	Трансгенные растения.	11	Л	Т	2			УО
17.	Этапы клонирования. Получение индуцированных стволовых клеток из	11	ЛЗ	Т	2	2	ТК	ЛР
18.	Методы, используемые для	12	ЛЗ	Т	2	2	ТК	ЛР
19.	Анализ наследования трансгенов у трансгенных растений	13	ЛЗ	Т	2	3,9	ТК	ЛР
<b>Выходной контроль</b>							РК ВыхК	3 Зачет
Итого:						38,1	33,9	<b>72</b>

**Примечание:**

Условные обозначения:

Виды аудиторной работы: Л – лекция, ЛЗ – лабораторное занятие.

Формы проведения занятий: В – лекция-визуализация, ПК – лекция-пресс-конференция (занятие пресс-конференция), Т – лекция/занятие, проводимое в традиционной форме.

Виды контроля: ВК – входной контроль, ТК – текущий контроль, РК – рубежный контроль, ВыхК – выходной контроль.

Форма контроля: ЛР – лабораторная работа, УО – устный опрос, ПО – письменный опрос, Д-доклад, З – зачет.

**Образовательные технологии**

Организация занятий по дисциплине «Биоинженерия биологических систем» проводится по видам учебной работы: лекции, лабораторные занятия, текущий контроль.

Реализация компетентного подхода в рамках специальности 06.05.01 Биоинженер и биоинформатик предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках дисциплины проводятся занятия с участием представителей производства: лабораторное занятие по теме «Системы скрещивания между несколькими формами. Анализ родословных».

Лекционные занятия проводятся в аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта (контролируется). Применяются интерактивные методы – лекция-пресс- конференция.

Основной целью лекции-пресс-конференции является активизация деятельности обучающихся за счет информирования каждого обучающегося.

Преподаватель подбирает материал для изложения; разрабатывает опорный конспект исходя из выбранного способа проведения лекции; подбирает для обучающихся список литературы по теме лекции; определяет методы, приемы и средства стимулирования творческой и мыслительной активности обучающихся; подбирает наглядный материал и техническое сопровождение.

Обучающийся самостоятельно прорабатывает материал по теме лекции; готовит доклад в соответствии с темой лекции.

Лекция проводится с заранее поставленной проблемой и системой докладов длительностью 5 – 10 минут. Каждое выступление представляет собой логически законченный текст, заранее подготовленный в рамках предложенной преподавателем программы. Совокупность представленных докладов позволяет всесторонне осветить проблему. В конце занятия преподаватель подводит итоги самостоятельной работы и



выступлений обучающихся, дополняя или уточняя предложенную информацию, и формулирует основные выводы.

Целью лабораторных занятий является выработка практических навыков работы по методам биоинженерии.

Для достижения этих целей используются как традиционные формы работы, так и интерактивные методы – занятие пресс-конференция.

Самостоятельная работа охватывает проработку обучающимися отдельных вопросов теоретического курса, выполнение домашних работ, включающих анализ конкретных ситуаций и подготовку их презентаций, подготовку докладов.

Самостоятельная работа осуществляется в индивидуальном формате. Самостоятельная работа выполняется обучающимися на основе учебнометодических материалов дисциплины. Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в экзаменационные вопросы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### Перечень основной и дополнительной литературы:

#### Основная литература:

1. . Биотехнология. Основы биологии: учебное пособие  
<https://e.lanbook.com/book/193279> Музафаров Е. Н. СПб.: Лань, 2022 1 – 19
2. Молекулярная биотехнология. Биоинженерия: учебное пособие  
<https://e.lanbook.com/book/122951> Якупов Т.Р. СПб.: Лань, 2018 1 – 19
3. Биотехнология в животноводстве: Учебник для вузов  
<https://e.lanbook.com/book/262487?category=24916> Лебедев Е. Я., Катмаков П. С., Бушов А. В., Гавриленко В. П. СПб.: Лань, 2022 1 – 19
4. В.В. Егоров Теоретические основы биологии с введением в термодинамику живых Систем <https://eJanbook.com/book/104870>., 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 204 с
5. С.А. Нефедова, Биология основами экологии [Электронный ресурс] :учеб.пособие/  
<https://eJanbook.com/book/58167>, Лань 2015
6. Кочиш, И.И. Биология сельскохозяйственной птицы: учеб. пособие для студентов вузов. По спец.: "Зоотехния" и "Ветеринария"/ И.И. Кочиш, Л.И. Сидоренко, В.И. Щербатов; Рец. Ю.А. Колосов, Л.В. Топорова. - М.: КолосС, 2005. - 202 с.: граф., рис., табл.; усл. печ. л. 12,74. - (Учебники и учеб. пособия для студентов вузов). - (Учебник ). - Библиогр.: с. 202. - ISBN 5-9532-0376-4
7. Кочиш, И.И. Птицеводство: Учебник для студ. вузов. По спец."Зоотехния"/ И.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Б. Смирнов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: КолосС, 2007. - 414 с: ил. - (Учебники и учебные пособия для студ.вузов). - ISBN 978-5-9532-0495-8

#### Дополнительная литература:

1. Бессарабов, Б.Ф. Технология производства яиц и мяса птицы на промышленной основе: учеб. пособие для студентов вузов./Б.Ф. Бессарабов, А.А. Крыканов, Н.П. Могильда; Рец. М.С. Найденский, Рец. Ю.И. Забудский. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 335 с. - ISBN 978-5-8114-1328-7
2. Кочиш, И.И. Фермерское птицеводство: Учеб. пособие для вузов. По спец. "Зоотехния" и "Ветеринария"/ И.И. Кочиш, Б.В. Смирнов, С.Б. Смирнов. - М.: КолосС,

2007. - 100 с.: ил. - (Учебники и учебные пособия для студ.вузов). - (Учебник). - ISBN 978-5-9532-0496-5

3. Основы технологии производства и первичной обработки продукции животноводства: учеб. пособие для студентов вузов. По напр. подгот. "Зоотехния"/ Л.Ю. Киселев, Ю.И. Забудский, А.П. Голикова и др. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. - 447 с.: рис., табл., фото.цв. + 16 с. - (Учебники для вузов. Спец. лит.). - Библиогр.: с. 442-444. - Авт. указ. в конце кн. - ISBN 978-5-8114-1364-5

4. Фермерское и приусадебное птицеводство: учеб. пособие для студентов вузов. По напр. "Зоотехния" и "Ветеринария"/ Б.Ф. Бессарабов, И.И. Кочиш, А.Л. Киселев и др. - М.: ЗооВетКнига, 2015. - 265 с.: цв.ил, рис., табл., фото.цв. - ISBN 978-5-905106-45-3

5. Штеле, А.Л. Яичное птицеводство: учеб. пособие для студентов вузов. По напр. "Зоотехния"/ А.Л. Штеле, А.К. Османян, Г.Д. Афанасьев. - СПб.: Лань, 2016. - 270 с.: ил, табл., цв.ил + 4 с. - (Учебники для вузов. Спец. лит.). - Библиогр. в конце кн. - ISBN 978-5-8114-1124-5

#### Электронные издания:

1. Бессарабов, Б. Ф. Воспроизводство сельскохозяйственной птицы : учебное пособие / Б. Ф. Бессарабов, С. В. Федотов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 358 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-010265-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1015079> (дата обращения: 02.07.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Бессарабов, Б. Ф. Технология производства яиц и мяса птицы на промышленной основе : учебное пособие / Б. Ф. Бессарабов, А. А. Крыканов, Н. П. Могильда. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1328-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168463> (дата обращения: 02.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Кузнецов, А. Ф. Современные технологии и гигиена содержания птицы : учебное пособие / А. Ф. Кузнецов, Г. С. Никитин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1288-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168413> (дата обращения: 02.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Основы технологии производства и первичной обработки продукции животноводства : учебное пособие / Л. Ю. Киселев, Ю. И. Забудский, А. П. Голикова, Н. А. Федосеева. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1364-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168488> (дата обращения: 02.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Чикалев, А. И. Производство и переработка продукции животноводства : учебник / А. И. Чикалев, Ю. А. Юлдашбаев. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2021. - 188 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-906818-03-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072103> (дата обращения: 02.07.2021). – Режим доступа: по подписке.

6. Штеле, А. Л. Яичное птицеводство : учебное пособие / А. Л. Штеле, А. К. Османян, Г. Д. Афанасьев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-1124-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167853> (дата обращения: 02.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Гудин, В. А. Физиология и этология сельскохозяйственных птиц : учебник / В. А. Гудин, В. Ф. Лысов, В. И. Максимов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-0941-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167817> (дата обращения: 02.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля):**

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
<b>Электронно-библиотечные системы</b>			
1.	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>	Режим доступа: для авториз. пользователей
2.	Электронно-библиотечная система «Book.ru»	<a href="https://www.book.ru">https://www.book.ru</a>	Режим доступа: для авториз. пользователей
3.	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	<a href="https://znanium.com">https://znanium.com</a>	Режим доступа: для авториз. пользователей
4.	РУКОНТ: национальный цифровой ресурс	<a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a>	Режим доступа: для авториз. пользователей
<b>Профессиональные базы данных</b>			
1.	Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU	<a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a>	для авториз. пользователей
2.	Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	для авториз. пользователей
3.	Web of Science	<a href="http://webofknowledge.com">http://webofknowledge.com</a>	для авториз. пользователей
<b>Ресурсы ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА им. К.И. Скрябина</b>			
1.	Образовательный портал МГАВМиБ - МВА имени К.И. Скрябина	<a href="https://portal.mgavm.ru/login/index.php">https://portal.mgavm.ru/login/index.php</a>	Режим доступа: для авториз. пользователей

**7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

**Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства:**

№	Наименование	Правообладатель ПО (наименование владельца ПО, страна)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)

1.	Операционная система UBLinux	ООО «Юбитех», Российская Федерация	Свободно распространяемое	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/307624/">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/307624/</a>
2.	Офисные приложения AlterOffice	ООО «Алми Партнер», Российская Федерация	Свободно распространяемое	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/308464/">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/308464/</a>
3.	Антивирус Dr. Web.	Компания «Доктор Веб», Российская Федерация	лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301426/">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301426/</a>

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Оценочные средства для проведения текущего и промежуточного контроля знаний по дисциплине (модулю) «Биоинженерия биологических систем» представлены в виде фонда оценочных средств (далее – ФОС) в Приложении к настоящей рабочей программе дисциплины (модуля).

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (№ 2)	Рабочее место преподавателя, рабочие места обучающихся, учебная доска, комплект мультимедийного оборудования (экран, проектор, компьютер, подключенный к сети «Интернет» и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина)
2.	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (№ 322)	Рабочее место преподавателя, рабочие места обучающихся, комплект специализированной мебели, учебная доска, комплект мультимедийного оборудования (экран, проектор, компьютер, подключенный к сети «Интернет» и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина), приборы для оценки качества яйца и проведения биологического анализа
3.	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (№ 321 «Лаборатория молекулярной генетики сельскохозяйственной птицы»)	Рабочее место преподавателя, рабочие места обучающихся, комплект специализированной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина.. Оборудование (секвенатор, анализатор, центрифуга, вытяжной шкаф, ПЦР в реальном времени)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**входного, текущего контроля/промежуточной аттестации студентов при освоении**  
**ОПОП ВО, реализующей ФГОС ВО**

*Кафедра*  
*Зоогигиены и птицеводства имени А.К.Даниловой*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**«Биоинженерия биологических систем»**

**Профиль подготовки**  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

**Уровень высшего образования**  
бакалавриат

**форма обучения:** очная

**год приема:** 2024

## 1. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Оценка уровня учебных достижений обучающихся по дисциплине (модулю) осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Текущий контроль успеваемости по дисциплине (модулю) осуществляется в формах:**

1. Опрос
2. Тест

**Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в формах:**

1. Экзамен

### **СООТНОШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СО ШКАЛОЙ ОЦЕНИВАНИЯ И УРОВНЕМ ИХ СФОРМИРОВАННОСТИ**

В результате изучения дисциплины «Биоинженерия биологических систем» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 12 августа 2020 г. № 973, формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1:

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)*	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции и
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ПК-1	способен проводить научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформати	ПК-1.2 - систематизирует, анализирует и интерпретирует результаты научно-исследовательской работы в	10	лекции, лабораторные занятия	собеседование, занятие-пресс-конференция, самостоятельная работа, доклад

Компетенция ПК-1 – также формируется в ходе освоения дисциплин: Молекулярная биология, Селекционные приемы создания пород, Молекулярная генетика, Биоинформатика, Теоретическая генетика, Практическая генетика, Генная инженерия, Клеточная инженерия, Биоинженерия в племенном животноводстве, Анализ

биоинформационных данных, Основы научных исследований, Биостатистика и анализ селекционных данных, Цифровая оптимизация биологических процессов и систем, Биоинформационные системы и искусственный интеллект, Вирусология, Состояние генетических ресурсов с.х. животных в мире, Теоретические основы биоинженерии, Актуальные проблемы биоинженерии, а также в ходе прохождения учебной ознакомительной практики, производственной практики: технологическая производственной практики:научно-исследовательская работа, производственной практики:

преддипломная практика и государственной итоговой аттестации.

### Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного средства в ОМ
1	доклад	продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической,	темы докладов
2	собеседование	средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	вопросы по темам дисциплины: – перечень вопросов для устного опроса – задания для самостоятельной работы
3	занятие пресс-конференция	продукт самостоятельной работы студентов, представляющий собой доклад с презентацией на один из вопросов изучаемой	темы занятий пресс-конференций

### Программа оценивания контролируемой дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
10 семестр			
1	<b>Предмет, задачи, методы и основные направления Развития современной биоинженерии</b>	ПК-1	Собеседование Самостоятельная работа
2	<b>Нуклеиновые кислоты и основные методы очистки и разделения.</b>	ПК-1	Собеседование Лабораторная работа Самостоятельная работа
3	<b>Ферменты, используемые в биоинженерии для создания фрагментов нуклеиновых кислот.</b>	ПК-1	Собеседование Лабораторная работа Самостоятельная работа
4	<b>Полимеразная цепная реакция.</b>	ПК-1	Собеседование Лабораторная работа Самостоятельная работа
5	<b>Анализ геномов. Векторы для клонирования ДНК, построение физических карт.</b>	ПК-1	Собеседование Лабораторная работа Самостоятельная работа
6	<b>Современные методы секвенирования ДНК.</b>	ПК-1	Собеседование Лабораторная работа Самостоятельная работа
7	<b>Биоинженерия и клонирование трансгенных многоклеточных органов и организмов.</b>	ПК-1	Собеседование Лабораторная работа Самостоятельная работа
8	<b>Генная инженерия животных</b>	ПК-1	Собеседование Лабораторная работа Занятие пресс- конференция Самостоятельная работа
9	<b>Генная инженерия растений</b>	ПК-1	Собеседование Лабораторная работа Самостоятельная работа
			Выходной контроль. Зачет



**Программа оценивания контролируемой дисциплины**

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Показатели и критерии оценивания результатов			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
ПК-1 10 семестр	ПК-1.2 - систематизирует, анализирует и интерпретирует результаты научной исследовательской работы в области биотехнологии и биоинформатики	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале по темам исчезновения пород животных, проблемам поддержания генетического разнообразия, не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала по темам исчезновения пород животных, проблемам поддержания генетического разнообразия, практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий

## 2. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

**Текущий контроль успеваемости обучающихся:**

### 1.1. Входной контроль

Примерный перечень вопросов входного контроля

1. Строение ДНК и РНК.
3. Что такое гены?
4. Что такое репликация и какой принцип лежит в основе данного процесса?
5. Каким образом и где осуществляются процессы транскрипции и трансляции?
6. Как можно охарактеризовать генетический код?
7. Что такое стоп-кодоны?

### 1.2. Доклады

- требования к подготовке доклада:

1. Соответствие содержания работы заданию.
2. Грамотность изложения и качество оформления работы.
3. Самостоятельность выполнения работы, глубина проработки материала, использование рекомендованной и справочной литературы.
4. Обоснованность и доказательность выводов.

Рекомендуемая тематика докладов по дисциплине приведена в таблице 5.

Таблица 5

Темы докладов, рекомендуемые к подготовке при изучении дисциплины  
«Биоинженерия биологических систем»

№ п/п	Темы докладов
1	2
1	Метод пересадки ядер с использованием цитохолазинов.
2	Межвидовая гибридизация соматических клеток.
3	Методы реконструкции клеток.
4	Методы культивирования клеток прокариот.
5	Методы культивирования клеток эукариот.
6	Биомедицинские технологии в производстве антибактериальных препаратов
7	Совершенствование биообъектов методами мутагенеза и селекции
8	Иммобилизация клеток микроорганизмов и растений
9	Аппаратура биотехнологического процесса. Ферментеры.
10	Каллусные и суспензионные культуры.

### 1.3. Лабораторная работа

- тематика лабораторных работ устанавливается в соответствии с образовательным стандартом дисциплины, темами, заложенными в нем;
- три варианта заданий.

## ТЕМА 2

### ФЕРМЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В БИОИНЖЕНЕРИИ. ЭНДОНУКЛЕАЗЫ РЕСТРИКЦИИ

Цель: Сформировать навык по определению ферментов, используемых в генной инженерии.

Ход анализа.

Ферменты, используемые в генной инженерии

Следует отметить, что ферменты, применяемые в генной инженерии, лишены видовой специфичности, поэтому экспериментатор может сочетать в единое целое фрагменты ДНК любого происхождения в избранной им последовательности. Это позволяет генной инженерии преодолевать установленные природой видовые барьеры и осуществлять межвидовое скрещивание. Ферменты, применяемые при конструировании

рекомбинантных ДНК, можно разделить на несколько групп:

ферменты, с помощью которых получают фрагменты ДНК (рестриктазы);

ферменты, синтезирующие ДНК на матрице ДНК (полимеразы) или

РНК (обратные транскриптазы);

ферменты, соединяющие фрагменты ДНК (лигазы);

ферменты, позволяющие осуществить изменение структуры концов фрагментов ДНК.

Ферменты, фрагментирующие нуклеотидные последовательности - нуклеазы. Эти ферменты катализируют гидролитическое расщепление фосфодиэфирных связей в молекулах нуклеиновых кислот с образованием 3'- гидроксильной или 5'-гидроксильной группы. Нуклеазы, расщепляющие молекулы ДНК, получили название ДНКазы, соответственно нуклеазы, расщепляющие РНК, - РНКазы. Известны нуклеазы, способные расщеплять как ДНК, так и РНК. Нуклеазы, катализирующие гидролитическое расщепление фосфодиэфирных связей внутри молекулы ДНК, а также кольцевые молекулы ДНК относятся к эндонуклеазам. При использовании эндонуклеаз исследователи получают набор полинуклеотидных фрагментов различной длины.

Эксонуклеазы расщепляют нуклеотидные последовательности с концов цепей, причем некоторые эксонуклеазы способны отщеплять по одному нуклеотиду, тогда как другие - олигонуклеотиды.

В генетической инженерии широко используется особая группа ферментов - эндонуклеазы рестрикции, или рестриктазы. Эти ферменты способны распознавать в молекулах ДНК определенные полинуклеотидные последовательности, которые называются сайтами рестрикции. Рестрик- тазы с различными сайтами узнавания являются основным инструментом в генетической инженерии. Обычно для расщепления (фрагментации) молекул ДНК используются рестриктазы, распознающие в большинстве случаев палиндромные последовательности, состоящие из 4-8 нуклеотидов. Например, рестриктаза EcoRI распознает последовательность нуклеотидов, расположенных в каждой из цепей на равном расстоянии от оси симметрии и комплементарных друг другу (5'- GAATTC-3'). При фрагментации молекул

ДНК с использованием ферментов рестриктаз могут образовываться фрагменты с «тупыми» и «липкими» концами.

Если точки расщепления противоположных цепей ДНК в сайте рестрикции смещены друг относительно друга, то в образующихся фрагментах ДНК будут присутствовать выступающие одноцепочечные участки. Такие фрагменты ДНК могут взаимодействовать друг с другом в силу их комплементарности самим себе и друг другу, поэтому их называют «липкими». В «липких» концах выступающим одноцепочечным участком может быть как 5'-, так и 3'-конец. Если точки расщепления обеих цепей ДНК в сайте рестрикции расположены непосредственно друг под другом, то после расщепления молекулы ДНК образуются «тупые» концы, в которых нет выступающих одноцепочечных участков ДНК.

С помощью рестриктаз исследователи могут расщепить молекулы ДНК на фрагменты различной длины - от нескольких сотен до нескольких тысяч оснований. Полученные фрагменты разного размера далее можно разделить с помощью электрофореза в агарозном геле, учитывая, что скорость перемещения фрагментов при электрофоретическом разделении обратно пропорциональна их размерам. После разделения фрагменты ДНК можно элюировать из геля и использовать для дальнейших исследований по определению первичной структуры ДНК и генноинженерного конструирования.

Гидролиз ДНК эндонуклеазами рестрикции

Оптимальные предельные условия работы каждой рестриктазы описаны в каталогах и на сайтах фирм - производителей ферментов. Исходя из этих сведений, для составления реакции рестрикции выбирается буфер (как правило, наиболее подходящий буфер поставляется фирмой вместе с рестриктазой, в отдельной пробирке), температура проведения реакции и необходимость добавления в реакцию сопутствующих веществ (например, бычий сывороточный альбумин). Ниже даны схема проведения гидролиза и состав реакционной смеси для расщепления плазмидной ДНК рестриктазой BamHI («СибЭнзим»).

Ход работы:

Приготовить необходимый набор посуды, инструментов и материалов в лаборатории. Для проведения реакции гидролиза ДНК предварительно подготовить реакционную смесь, суммарный объем которой составляет 100 мкл. Для этого к 20 мкг ДНК добавить 10 мкл буфера SE-G (состав буфера: 10 mM Tris-HCl (pH = 7,6 при 25°C); 10 mM MgCl<sub>2</sub>; 50 mM NaCl; 1 mM DTT), 3-5 ед. а. фермента BamHI и довести объем дистиллированной водой до 100 мкл. Смесь перемешать на «уойсхе», центрифугировать в течение 5 с при 8 000 об./мин и инкубировать в термостате в течение 1 ч при 37°C.

Все операции проводить на лабораторном столе, ферменты либо поместить в лед, либо кратковременно извлекать из морозильной камеры.

Для контроля полноты проведения гидролиза провести электрофорез в 0,8%-ном агарозном геле аликвоты реакционной смеси (5 мкл) и 1 мкл раствора интактной плазмиды (0,5 мкг/мкл). Остальную реакционную смесь заморозить, впоследствии с этой ДНК проводят препаративный электрофорез, элюируют ее из геля и используют для лигирования с целевым фрагментом (описано ниже).

Приготовить 10-кратный ТАЕ (40 mM Tris - 12,1 г/л; 40 mM СН<sub>3</sub>СООН - 11 мл/л; 2 mM ЭДТА - 3,7 г/л). Для этого в стакан на 100 мл налить 2/3 необходимого объема воды, добавить туда навески солей, ледяную уксусную кислоту (ЭДТА очень плохо растворяется в щелочной среде), и перемешать раствор на магнитной мешалке до растворения кристалликов солей. Затем переместить раствор в мерную колбу и долить воды до риски, как это полагается делать для нецветных растворов (лимба ниже риски).

100 мл 10-кратного ТАЕ развести в десять раз в мерной колбе, часть буфера залить в форезную камеру (около 500 мл, но зависит от размера камеры). В мерный стакан на 100 мл наливают 50 мл однократного ТАЕ, добавляют 0,4 г агарозы. Гель варить в

микроволновой печи при мощности 500 В - 1 мин (Не использовать фольгу в качестве крышки для стакана!!!) или на водяной бане, на плитке до полного растворения крупинки агарозы. Гель остудить до 60-50°C, добавить 1 мкл раствора бромистого этидия и залить в заливочную форму (как правило, размер геля 15<sup>х</sup>10 см), использовать гребенку, которая формирует карман объемом до 20 мкл.

Пока агарозный гель застынет провести подготовку пробы ДНК - на ленту «Parafilm M», нанести 2 мкл красителя фирменного или 0,25%-ного бромфенолового синего, 30% (вес/объем) глицерина в воде. Затем к каплям красителя добавить 5 мкл ДНК, перемешать пипетированием. После застывания геля пробы нанести в отдельные карманы. Электрофорез проводить 15 мин при напряжении 2 В/см. В случае успешного проведения работы в трансиллюминаторе в УФ-лучах (290-330 нм) на электрофореограмме можно будет увидеть дорожки с продуктом гидролиза ДНК. Внимание, не включать с трансиллюминатор без закрытого защитного щитка или очков, иначе можно получить ожог роговицы глаз!!!

Ферменты, синтезирующие ДНК на матрице ДНК или РНК.

В генетической инженерии для синтеза ДНК на матрице ДНК или РНК используются ДНК-полимераза I и обратная транскриптаза (ревертаза). Благодаря полимеразной и 5'-3'- и 3'-5'-экзонуклеазным активностям ДНК-полимераза I способна заполнять бреши (разрывы) в ДНК и превращать «липкие» концы в «тупые». Ревертаза используется для получения кДНК на основе обратной транскрипции иРНК в комплементарную ДНК.

Материалы и оборудование: центрифуга Biosan Combo-Spin FVL- 2400N, центрифуга Eppendorf, камера для электрофореза, заливочный столик с гребенками, микроволновая печь или плитка, магнитная мешалка, якорек для магнитной мешалки, источник тока, трансиллюминатор для агарозноэтидиевых гелей, компьютер с установленной программой BioDoc, автоматические пипетки (0,1-10 мкл, 10-100 мкл, 1 мл), наконечники

универсальные (0,1-10 мкл, 100-200 мкл, 1 мл), мерные цилиндры (1 000 мл - 1 шт., 50 мл - 1 шт.), мерный стакан (100 мл - 1 шт., 1000 мл - 1 шт.), колба мерная (1 л - 1 шт.), пробирки пластиковые «Eppendorf» объемом 1,5 мл универсальные, штатив для микропробирок на 1,5-2 мл, лента лабораторная «Parafilm M», 6\*DNA Loading Dye (краситель - 6\*MassRuler™, раствор с красителями для нанесения образцов на гель), раствор бромистого 10 мг/мл этидия, Gene ruler 100 п.н. Plus DNA Ladder 0,5 мкг/мкл, дцДНК, MgCl<sub>2</sub>, Tris- HCl, ЭДТА, СН<sub>3</sub>СООН (ле-дьяная), дистиллированная вода, NaCl, ДТТ, фермент BamHI, агароза, 10xTAE буфер, перчатки латексные или нитриловые, маркеры.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Биоинженерия биологических систем».

#### **3.4. Лекция пресс-конференция**

-тематика лекции пресс-конференции устанавливается в соответствии с образовательным стандартом дисциплины, темами, заложенными в нем

Тема

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Цель лекции: информировать обучающихся о способах получения трансгенных растений, применении методов генетической инженерии для улучшения хозяйственных свойств растений, повышении устойчивости растений к болезням и вредителям, перспективах использования трансгенных растений.

Задачи:

1. Осветить методы генетической инженерии для улучшения хозяйственных свойств растений.
2. Рассмотреть перспективы использования трансгенных растений составляющие кормов, обогащенные витаминами и минеральными веществами, необходимые для полноценного питания рыб
3. Отметить пути повышения устойчивости растений к болезням и вредителям.

Предварительно:

Преподаватель:

- подбирает материал для изложения;
- разрабатывает опорный конспект лекции;
- подбирает для обучающихся список литературы по теме лекции.
- выдает обучающимся индивидуальные темы по группам

витаминов и минеральных веществ

Обучающийся:

самостоятельно прорабатывает материал по теме лекции;

готовит доклад и мультимедийную презентацию в соответствии с темой лекции

Проведение лекции:

Преподаватель озвучивает тему лекции. Предлагает группе послушать подготовленные студентами доклады. Сразу оговаривается регламент длительности докладов-5-7 минут.

Темы докладов:

- 1 Получение трансгенных растений.
- 2 Применение методов генетической инженерии для улучшения хозяйственных свойств растений.
- 3 Повышение устойчивости растений к болезням и вредителям.
- 4 Перспективы использования трансгенных растений.

В конце каждого доклада преподаватель предлагает слушающей аудитории задавать вопросы докладчику, на которые отвечает студент и в случае затруднения отвечает преподаватель.

В конце занятия преподаватель подводит итоги самостоятельной работы и выступлений обучающихся, дополняя или уточняя предложенную информацию, и формулирует основные выводы.

### 3.5. Рубежный контроль

Вопросы рубежного контроля № 1

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Рестриктазное картирование ДНК с использованием концевой метки. Картирование с помощью двух рестриктаз.

2. Рестриктазы. Их номенклатура и классификация. Рестриктазы II типа – основной инструмент генной инженерии. Формы разрывов двухцепочечных ДНК возникающих под действием рестриктаз. Изошизомеры. Изменение субстратной специфичности рестриктаз в неоптимальных условиях.
3. Антитела обладающие каталитической активностью. Принципы получения абзимов.
4. Мутагенез с использованием олигонуклеотидов: метод Т.А. Кункеля; метод ПЦР с перекрывающимися праймерами; мегапраймеры в направленном мутагенезе.
5. Механизм ингибирующего действия антисмысловых нуклеиновых кислот: участие РНКазы H, дезаминирование остатков аденина расплетающим ферментом; РНК-интерференция.
6. ДНК-метиلاзы, их использование для получения крупных рестрикционных фрагментов ДНК. ДНК-лигазы. Механизм лигирования ДНК T4-ДНК-лигазой.
7. Количественная ПЦР (ПЦР в реальном времени). Области применения метода.
8. ДНК-зависимая ДНК-полимераза I E.coli и ее фрагмент Кленова. Их использование для введения концевой радиоактивной метки, «затупления» концов ДНК и ник-трансляции. Термостабильные ДНК- зависимые ДНК- полимеразы.
9. Триплекс-образующие олигонуклеотиды и их использование для регуляции экспрессии генов и направленного мутагенеза.
10. Этапы клонирования ДНК. Клонирование фрагментов ДНК по сайтам рестрикции, а также с использованием адаптеров и коннекторов.
11. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Стандартные условия проведения ПЦР. Наиболее критические параметры реакции.
12. Разновидности ПЦР: метод «горячего старта», ОТ-ПЦР, амплификация длинных фрагментов ДНК, методы повышения точности амплификации.
13. Понятие вектора и его емкости. Селектируемые маркеры. Полилинкер. Функциональная классификация векторов: экспрессирующие векторы, челночные (бинарные) векторы. Особенности строения плазмидах векторов.
14. Антисмысловые РНК и олигонуклеотиды. Механизмы ингибирующего действия на экспрессию генов. Области применения этой технологии.
15. Векторы на основе хромосомы фага λ. Их использование для получения клонотек нуклеотидных последовательностей.
16. Генный нокаут. Исследование функций генов и моделирование наследственных заболеваний с помощью генного нокаута.
17. Рестриктазные карты и их построение. Гибридизация по Саузерну. Концепция STS-маркеров. Континги. Компьютерный анализ нуклеотидных последовательностей. Электронная ПЦР.
18. Ретровирусные векторы. Принципы адресной доставки трансгенов. Управление экспрессией трансгенов в клетках-мишенях
19. Космиды и фазмиды в качестве векторов. Их емкость. Области применения в генной инженерии.
20. Стратегии выделения новых генов и оптимизации их экспрессии
21. Клонотеки кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей. Их репрезентативность Способы введения ДНК в клетки: трансформация, трансфекция, электропорация.
22. Олигонуклеотидные аптамеры. Их получение и применение
23. Методы отбора последовательностей из клонотек ДНК. Гибридизация с зондами. Использование ПЦР. Использование антител и функциональные тесты.

24. Исследование экспрессии генов. Нозерн-блоттинг. Защита мРНК от действия РНКаз Анализ регуляторных последовательностей ДНК. Футпринтинг в исследовании ДНК-белковых взаимодействий.
25. Сверхъемкие векторы YAC, BAC и PAC. Их использование для получения клонотек геномной ДНК.
26. РНК-зависимые ДНК-полимеразы (обратные транскриптазы), их использование для получения кДНК. Клонотеки кДНК.

*Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Фаговые и космидные векторы и создание геномных библиотек
2. Микрклональное размножение.
3. Генотерапия

Вопросы рубежного контроля № 2

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Причины низкой эффективности клонирования животных.
2. Предмет и задачи генной инженерии. Основоположники генной инженерии В. Арбер, Д. Натанс, Х. Смит, П. Берг, У. Гилберт, Ф. Сэнгер.
3. Два подхода к анализу дифференциальной экспрессии генов на уровне транскрипции при использовании микрочиповых технологий.
4. Денатурация и ренатурация ДНК. Температура плавления. Кинетика плавления и кривые плавления ДНК. Гибридизация. Гибридизация по Саузерну и Северный блоттинг.
5. Принципы получения трансгенных животных. Использование эмбриональных стволовых клеток в трансгенезе.
6. Основные этапы получения трансгенных растений.
7. Методы выделения ДНК и РНК.
8. Способы введения трансгенов клетки растений. Особенности трансформации протопластов.
9. Сравнение популяций мРНК методом серийного анализа экспрессии генов (SAGE).
10. Использование агробактерий и Ti-плазмид для получения трансгенных растений.
11. Секвенирование ДНК по методу Сэнгера.
12. Принципы высокопроизводительного параллельного секвенирования ДНК.
13. Системы секвенирования ДНК второго поколения. Создание молекулярных клонов секвенируемой ДНК: полимеразные колонии и кластеры на твердой подложке.
14. Системы секвенирования ДНК третьего поколения: секвенирование отдельных молекул ДНК.
15. Пиросеквенирование. Секвенирование лигированием. Обратимые терминаторы синтеза ДНК и особенности их структуры.
16. Три типа векторов, используемых при агробактериальной трансформации клеток растений: «обезоруженная» T-ДНК, коинтеграта Ti-плазмид и бинарные векторы.
17. Трансформация хлоропластов для получения трансгенных (трансплантомных) растений. Мультигенная инженерия.

*Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Биобаллистическая трансформация
2. Генетическая инженерия и биобезопасность



### 3.6 Промежуточная аттестация

Зачет в соответствии с учебным планом специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Тематика вопросов, выносимых на зачет

1. Рестриктазное картирование ДНК с использованием концевой метки. Картирование с помощью двух рестриктаз.
2. Антитела обладающие каталитической активностью. Принципы получения абзимов.
3. Мутагенез с использованием олигонуклеотидов: метод Т.А. Кункеля; метод ПЦР с перекрывающимися праймерами; мегапраймеры в направленном мутагенезе.
4. Механизм ингибирующего действия антисмысловых нуклеиновых кислот: участие РНКазы H, дезаминирование остатков аденина расплетающим ферментом; РНК-интерференция.
5. ДНК-метилазы, их использование для получения крупных рестрикционных фрагментов ДНК. ДНК-лигазы. Механизм лигирования ДНК T4-ДНК-лигазой.
6. Количественная ПЦР (ПЦР в реальном времени). Области применения метода.
7. ДНК-зависимая ДНК-полимераза 1 *E.coli* и ее фрагмент Кленова. Их использование для введения концевой радиоактивной метки, «затупления» концов ДНК и никтрансляции. Термостабильные ДНК-зависимые ДНК-полимеразы.
8. Триплекс-образующие олигонуклеотиды и их использование для регуляции экспрессии генов и направленного мутагенеза.
9. Этапы клонирования ДНК. Клонирование фрагментов ДНК по сайтам рестрикции, а также с использованием адаптеров и коннекторов.
10. Два подхода к клонированию человека – репродуктивное и терапевтическое клонирование.
11. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Стандартные условия проведения ПЦР. Наиболее критические параметры реакции. Разновидности ПЦР: метод «горячего старта», ОТ-ПЦР, амплификация длинных фрагментов ДНК, методы повышения точности амплификации.
12. Принципы получения трансгенных животных. Использование эмбриональных стволовых клеток в трансгенезе.
13. Понятие вектора и его емкости. Селектируемые маркеры. Полилинкер. Функциональная классификация векторов: экспрессирующие векторы, челночные (бинарные) векторы. Особенности строения плазмидах векторов.
14. Антисмысловые РНК и олигонуклеотиды. Механизмы ингибирующего действия на экспрессию генов. Области применения этой технологии.
15. Векторы на основе хромосомы фага  $\lambda$ . Их использование для получения клонотек нуклеотидных последовательностей.
16. Генный нокаут. Исследование функций генов и моделирование наследственных заболеваний с помощью генного нокаута.
17. Рестриктазные карты и их построение. Гибридизация по Саузерну. Концепция STS-маркеров. Контиги. Компьютерный анализ нуклеотидных последовательностей. Электронная ПЦР.
18. Ретровирусные векторы. Принципы адресной доставки трансгенов. Управление экспрессией трансгенов в клетках-мишенях.
19. Космиды и фазмиды в качестве векторов. Их емкость. Области применения в генной инженерии.
20. Стратегии выделения новых генов и оптимизации их экспрессии.
21. Клонотеки кДНК, генов и нуклеотидных последовательностей. Их репрезентативность Способы введения ДНК в клетки: трансформация, трансфекция,

- электропорация.
22. Олигонуклеотидные аптамеры. Их получение и применение.
  23. Методы отбора последовательностей из клонотек ДНК. Гибридизация с зондами. Использование ПЦР. Использование антител и функциональные тесты.
  24. Исследование экспрессии генов. Нозерн-блоттинг. Защита мРНК от действия РНКаз. Анализ регуляторных последовательностей ДНК. Футпринтинг в исследовании ДНК-белковых взаимодействий.
  25. Сверхъемкие векторы YAC, BAC и PAC. Их использование для получения клонотек геномной ДНК.
  26. Рестриктазы. Их номенклатура и классификация. Рестриктазы II типа – основной инструмент генной инженерии. Формы разрывов двухцепочечных ДНК возникающих под действием рестриктаз. Изошизомеры. Изменение субстратной специфичности рестриктаз в неоптимальных условиях.
  27. РНК-зависимые ДНК-полимеразы (обратные транскриптазы), их использование для получения кДНК. Клонотеки кДНК.
  28. Причины низкой эффективности клонирования животных.
  29. Предмет и задачи генной инженерии. Основоположники генной инженерии В. Арбер, Д. Натанс, Х. Смит, П. Берг, У. Гилберт, Ф. Сэнгер.
  30. Два подхода к анализу дифференциальной экспрессии генов на уровне транскрипции при использовании микрочиповых технологий.
  31. Денатурация и ренатурация ДНК. Температура плавления. Кинетика плавления и кривые плавления ДНК. Гибридизация. Гибридизация по Саузерну и Северный блоттинг.
  32. Основные этапы получения трансгенных растений.
  33. Методы выделения ДНК и РНК.
  34. Способы введения трансгенов клетки растений. Особенности трансформации протопластов.
  35. Сравнение популяций мРНК методом серийного анализа экспрессии генов (SAGE).
  36. Использование агробактерий и Ti-плазмид для получения трансгенных растений.
  37. Секвенирование ДНК по методу Сэнгера.
  38. Принципы высокопроизводительного параллельного секвенирования ДНК.
  39. Системы секвенирования ДНК второго поколения. Создание молекулярных клонов секвенируемой ДНК: полимеразные колонии и кластеры на твердой подложке.
  40. Системы секвенирования ДНК третьего поколения: секвенирование отдельных молекул ДНК.
  41. Пиросеквенирование. Секвенирование лигированием. Обратимые терминаторы синтеза ДНК и особенности их структуры.
  42. Три типа векторов, используемых при агробактериальной трансформации клеток растений: «обезоруженная» T-ДНК, коинтеграторы Ti-плазмид и бинарные векторы.
  43. Трансформация хлоропластов для получения трансгенных (трансплантомных) растений. Мультигенная инженерия.

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

#### **4.1** Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Биоинженерия биологических систем» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры. .

#### **4.2** Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6.

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

#### **Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Контроль результатов обучения, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Сохранение генетических ресурсов с.х. животных» осуществляется через проведение входного, текущего, выходного контролей и контроля самостоятельной работы

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики факультатива, и утверждаются на заседании кафедры.

**Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*			Описание
<b>высокий</b>	«отлично»	«зачтено»	«зачтено (отлично)»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
<b>базовый</b>	«хорошо»	«зачтено»	«зачтено (хорошо)»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
<b>пороговый</b>	«удовлетворительно»	«зачтено»	«зачтено (удовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
—	«неудовлетворительно»	«не зачтено»	«не зачтено (неудовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

## Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

### Критерии оценки

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

**знания:** путей самореализации и саморазвития в области сельскохозяйственных объектов, основ практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований, должностных обязанностей персонала участвующего в технологическом процессе, требования стандартов и рынка при выпуске сельской продукции, плана составления проектно-исследовательских работ с использованием современной аппаратуры, основ проектирования в области сельского хозяйства и рационального природопользования, схем составления проектов комплексного использования и охраны сельскохозяйственных объектов, методик проведения хозяйственной и экологической экспертизы;

**умения:** самореализовываться и использовать творческий потенциал, составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований, организовать персонал для обеспечения управлением технологическими процессами, обеспечить выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка, выполнять проектно-исследовательские работы с использованием современной аппаратуры, формулировать технические задания на проектирование в области сельского хозяйства и рационального природопользования;

**владение навыками:** саморазвития, самореализации, использованию творческого потенциала, методиками использования результатов научных исследований для составления рекомендаций, организовывать выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка, управленческой работы с персоналом, методиками составления проектно-исследовательских работ с использованием современной аппаратуры, разрабатывать основы технического задания на проектирование в области рыбного хозяйства и рационального природопользования, методиками расчета основных этапов проектов комплексного использования и охраны хозяйственных объектов, планирования этапов инновационных хозяйственных проектов.

### Критерии оценки

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует:  - знание путей самореализации и саморазвития в области проектирования с.-х. объектов, основ практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований, должностных обязанностей персонала участвующего в технологическом процессе в животноводстве, требования стандартов и рынка при выпуске продукции, плана составления проектно-исследовательских работ с использованием современной аппаратуры, основ проектирования в области сельского хозяйства и рационального природопользования, схем составления проектов комплексного использования и охраны хозяйственных объектов, методик проведения хозяйственной и
----------------	--

	<p>экологической экспертизы проектов.</p> <p>- умение самореализовываться и использовать творческий потенциал, составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований, организовать персонал для обеспечения управлением технологическими процессами, обеспечить выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка, выполнять проектно-изыскательские работы с использованием современной аппаратуры, —</p>
<b>хорошо</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— знание материала, не допускает существенных неточностей;</li> <li>— в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, самореализовываться и использовать творческий потенциал, составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований, обеспечить выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка, выполнять проектно-изыскательские работы с использованием современной аппаратуры, формулировать технические задания на проектирование в области сельского хозяйства и рационального природопользования, разрабатывать проекты комплексного использования;</li> <li>— в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками саморазвития, самореализации, использованию творческого потенциала, методиками использования</li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала;</li> <li>— в целом успешное, но не системное умение самореализовываться и использовать творческий потенциал, составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований, организовать персонал для обеспечения управлением технологическими процессами в хозяйствах, обеспечить выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка, выполнять проектноизыскательские работы с использованием современной аппаратуры;</li> <li>— в целом успешное, но не системное владение навыками саморазвития, самореализации, использованию творческого</li> </ul>

<b>неудовлетворительно</b>	<p>обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале, не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки;</li> <li>– не умеет использовать методики, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено; обучающийся не владеет навыками саморазвития, самореализации, использованию творческого потенциала, методиками использования результатов научных исследований для составления рекомендаций, организовывать выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка,</li> </ul>
----------------------------	---

### Критерии оценки доклада

При подготовке доклада обучающийся демонстрирует:

**знания:** информации о темпах исчезновения пород животных, проблемах поддержания генетического разнообразия; методов видового разнообразия, основные направления сохранения и восстановления культивируемых видов с.х. животных, основные пути и методы сохранения генофонда;

**умения:** выделять приоритеты по защите мировых генетических ресурсов с.х. животных, необходимых для обеспечения производства продовольствия и нужд сельского хозяйства; использовать методы видового разнообразия, оценивать и прогнозировать состояние генофонда с.х. животных;

**владение навыками:** сбалансированного использования, развития и сохранения генетических ресурсов с.-х. животных; сохранения и восстановления культивируемых видов с.х. животных, мониторинга и управления генетическими ресурсами с.- х. животных.

### Критерии оценки доклада

<b>отлично</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- если в докладе обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём. В окончательном тексте не должно быть сокращённых слов, за исключением</li> </ul>
<b>хорошо</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- если основные требования к докладу и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; не выдержан объём доклада; имеются упущения в оформлении: на</li> </ul>

<b>удовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- если имеются существенные отступления от требований, тема освещена лишь частично; допущены различного характера ошибки в содержании доклада или при ответе на дополнительные вопросы</li> </ul>
--------------------------	--

#### 4.2.2. Критерии оценки занятия пресс-конференции

При подготовке занятия пресс-конференции обучающийся демонстрирует:

знания: основных направлений, задач, проблем и последних достижений биоинженерии живых организмов; основных подходов и методов клеточной, тканевой и генной инженерии; теоретических основ выполнения экспериментов по различным направлениям биоинженерии микроорганизмов, растений и животных.

умения: демонстрировать представления о возможных путях решения современных проблем биоинженерии; применять на практике методы генной инженерии; творчески продемонстрировать расширенные представления о генной инженерии; пользоваться теоретическими основами направления, подходами и методами клеточной, тканевой и генной инженерии

владение навыками: использования в профессиональной деятельности фундаментальных основ биоинженерии; применения на практике основных терминов и понятий, имеющих отношение к генной инженерии; анализа геномной, структурной и иной биологической информации.

#### Критерии и оцениваемые показатели презентации

<b>Название критерия</b>	<b>Оцениваемые показатели</b>
Связь презентации с программой и учебным планом (тема презентации)	Соответствие темы программе учебного предмета, раздела
Выделение основных идей презентации	Соответствие целям и задачам Содержание умозаключений
Содержание  Макс. 20 баллов	Достоверная информация об исторических справках и текущих событиях  Все заключения подтверждены достоверными источниками
Подбор информации для создания проекта – презентации  Макс. 20	Графические иллюстрации для презентации Статистика  Экспертные оценки  Ресурсы Интернет  Примеры
Поддача материала	Хронология



проекта – презентации Макс.10 баллов	Приоритет Тематическая последовательность
Логика и переходы во время проекта – презентации	От вступления к основной части От одной основной идеи (части) к другой
Заключение Макс. 10 баллов	Яркое высказывание - переход к заключению Повторение основных целей и задач выступления Выводы Подведение итогов
Дизайн презентации Макс. 5 баллов	Шрифт (читаемость) Корректно ли выбран цвет (фона, шрифта, заголовков)
Техническая часть Макс. 5 баллов	Грамматика Подходящий словарь

Презентация оценивается по 100 балльной шкале, балы переводятся в оценки

отлично обучающийся демонстрирует:

- показатели на 86 – 100 баллов

хорошо обучающийся демонстрирует:

- показатели на 73 – 85 баллов

удовлетворительно обучающийся демонстрирует:

- показатели на 60 -72 баллов неудовлетворительно обучающийся демонстрирует параметры менее 60 баллов