

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Малахова Светлана Дмитриевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 29.06.2024 11:47:24  
Уникальный программный ключ:  
cba47a2f4b9180af2546ef53542938e4304716d



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

**Калужский филиал**

Факультет ветеринарной медицины и зоотехнии  
Кафедра зоотехнии



УТВЕРЖДАЮ:  
И.о.зам. директора по учебной работе  
Т.Н. Пимкина  
“ 22 ” мая 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.39 Генетические технологии в животноводстве**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 36.03.02 Зоотехния  
Направленность: «Технология производства продуктов животноводства»;  
«Кинология»

Курс 4  
Семестр 7

Форма обучения очная; заочная  
Год начала подготовки 2024

Калуга, 2024

Разработчики:

Зеленина О.В., к.б.н., доцент

Ревякин А.О., к.б.н., доцент

Зеленина О.В.  
Ревякин А.О.

«22» 05 2024 г.

«22» 05 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 36.03.02 Зоотехния и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры зоотехнии протокол № 11 от «22» мая 2024 г.

Зав. кафедрой Зеленина О.В., к.б.н., доцент

Зеленина О.В.  
(подпись)

«22» 05 2024 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 36.03.02 «Зоотехния» Зеленина О.В., к.б.н., доцент

Зеленина О.В.  
(подпись)

«22» 05 2024 г.

Заведующий выпускающей кафедрой зоотехнии Зеленина О.В., к.б.н.

Зеленина О.В.  
(подпись)

«22» 05 2024 г.

**Проверено:**

Начальник УМЧ

Окунева О.А.

доцент О.А. Окунева

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	5
ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	13
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>22</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>24</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	24
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	31
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>13</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	33
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	33
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	34
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	34
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>34</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ) .....</b>	<b>34</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>35</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>36</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	Ошибка! Закладка не определена.
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>36</b>

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины  
Б1.О.39 «Генетические технологии в животноводстве»  
для подготовки бакалавра по направлению 36.03.02 Зоотехния;  
направленности «Технология производства продуктов животноводства»;  
«Кинология»

**Цель освоения дисциплины:** сформировать у обучающихся теоретические знания и практические навыки освоения и понимания вопросов в области качественных преобразований стад и пород сельскохозяйственных животных, а также на выведение новых, более ценных пород, внутривидовых типов, линий и гибридов., в соответствии с формируемыми компетенциями.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина Б1.О.39 «Генетические технологии в животноводстве» включена в базовую часть учебного плана. Дисциплина «Генетические технологии в животноводстве» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана подготовки 36.03.02 «Зоотехния», направленности «Технология производства продуктов животноводства», «Кинология», курс 4, семестр 7.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются компетенции:

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-1 - Способен определять биологический статус, нормативные общеклинические показатели органов и систем организма животных, а также качества сырья и продуктов животного и растительного происхождения.

ОПК-1.1 - Знает нормативные общеклинические показатели органов и систем организма животных, показатели качества сырья и продуктов животного происхождения

ОПК-1.2 - Определяет биологический статус, нормативные общеклинические показатели органов и систем организма животных

ОПК-1.3 - Владеет навыками использования физиолого-биохимических методов мониторинга обменных процессов, а также качества сырья и продуктов животного происхождения

ОПК-2 - Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом влияния на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов.

ОПК-2.1 - Демонстрирует знания особенности влияния на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов

ОПК-2.2 - Учитывает влияние на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов при осуществлении профессиональной деятельности

ОПК-2.3 - Владеет навыками оценки и прогнозирования влияния на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов при осуществлении профессиональной деятельности

Профессиональные компетенции:

ПКос-4.2 - Проводит оценку сельскохозяйственных животных различных видов по племенным и продуктивным качествам, их отбор и подбор в целях совершенствования стад

**Краткое содержание дисциплины:** в соответствии с целями и задачами в структуре дисциплины выделяются пять тесно связанных друг с другом разделов:

Раздел 1. «Основы геномного анализа»

Раздел 2. «Генетическая экспертиза племенной продукции (племенного материала)»

Раздел 3 «Геномный анализ в животноводстве и их использование»

Раздел 4 «Методы оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных»

Раздел 5 «Вспомогательные репродуктивные технологии в ускорении селекционного процесса»

**Общая трудоемкость дисциплины: 108 час (3 зач. ед.)**

**Промежуточный контроль: зачет.**

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью дисциплины «Генетические технологии в животноводстве» является освоения студентами теоретических знаний и приобретение умений и навыков освоения и понимания вопросов в области генетических технологий, предназначенных для использования в животноводстве, подготовка обучающихся к научно-исследовательской деятельности в части междисциплинарных областей, приобретение навыков в использовании генетических технологий в племенном деле.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина Б1.О.39 «Генетические технологии в животноводстве» включена в обязательный перечень дисциплин базовой части. Дисциплина «Генетические технологии в животноводстве» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 36.03.02 «Зоотехния».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Генетические технологии в животноводстве» являются зоология, морфология животных, введение в профессиональную деятельность, генетика животных, разведение животных, скотоводство, свиноводство, птицеводство, овцеводство и козоводство, рыбоводство, пчеловодство.

Дисциплина «Генетические технологии в животноводстве» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: основы ветеринарии, племенная работа в животноводстве, биотехника воспроизводства с основами акушерства и др.

Курс имеет целью ознакомить студентов с методами сельскохозяйственной биотехнологии, клеточной и тканевой биотехнологии, генетической инженерии, а также применения их в профессиональной деятельности и использования в разведении и селекции сельскохозяйственных животных.

Особенностью дисциплины является изучение современных генетических технологий в животноводстве и биотехнологических методов их совершенствования. Дисциплина содержательно дополняет, углубляет и расширяет полученные ранее в общем и профессиональном образовании знания о системах организма животных, делая акцент на практических аспектах применения генетических технологий в совершенствовании племенных ресурсов с учетом влияния на организм животных природных, генетических и экономических факторов.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Генетические технологии в животноводстве», далее будут использованы, прежде всего, в профессиональной деятельности.

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

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен определять биологический статус, нормативные общеклинические показатели органов и систем организма животных, а также качества сырья и продуктов животного и растительного происхождения	ОПК-1.1 – знает нормативные общеклинические показатели органов и систем организма животных, показатели качества сырья и продуктов животного происхождения	основные принципы и подходы к изучению наследственности и изменчивости животных, селекционно-генетические параметры повышения хозяйственно-полезных качеств	оформлять документацию в области племенного животноводства с использованием современные информационные технологии	методами селекции и геномного анализа различных видов животных
			ОПК-1.2 – определяет биологический статус, нормативные общеклинические показатели органов и систем организма животных	основные закономерности онтогенеза сельскохозяйственных животных, особенности структуры генома животных, особенности кариотипа животных в норме и в нарушениях	аргументировать свою позицию при прогнозировании наследственных заболеваний, в т.ч. по вопросам применения генетических технологий для проведения дифференциальной диагностики;	комплексом методов применения основных достижений современных селекционных решений в животноводстве моделирования и прогнозирования процессов, протекающих в породах
			ОПК-1.3 – владеет навыками использования физиолого-биохимических методов мониторинга обменных процессов, а также качества сырья и продуктов животного происхождения	этиологию и патогенез, клинические и молекулярно-генетические характеристики различных групп наследственных и врождённых заболеваний животных, основные принципы про-	анализировать и сопоставлять результаты генетических исследований для решения профессиональных задач	навыками представления отчетных документов с использованием специализированных баз данных, оформления специальной документации

				гнозирования наследственных заболеваний		
2.	ОПК-2	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом влияния на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов	ОПК-2.1 – демонстрирует знания особенности влияния на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов	классические методы генетики животных (генеалогический, гибридологический, близнецовый, популяционно-статистический); основы методики анализа сцепления и картирования генов животных	составлять и анализировать родословную	интерпретации (понимания) результатов диагностических и скрининговых генетических исследований путём их сопоставления с фенотипом животного;
			ОПК-2.2 – учитывает влияние на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов при осуществлении профессиональной деятельности	основы выбора, получения и хранения биологического материала животных для генетических исследований;	использовать молекулярно-генетические методы и их результаты для выявления наследственных заболеваний животных	генеалогического анализа, сбора биологического материала животных;
			ОПК-2.3 – владеет навыками оценки и прогнозирования влияния на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов при осуществлении профессиональной деятельности	методы лабораторной диагностики наследственных заболеваний (биохимические, цитогенетические, молекулярно-цитогенетические, молекулярно-генетические);	выбрать и назначить метод генетического тестирования при частых наследственных и широко распространённых заболеваниях животных.	работы с информационно-поисковыми системами, открытыми базами данных и наследственными болезнями животных.
3	ПКос-4	Формирование производственных групп сельскохозяйственных животных	ПКос-4.2 - Проводит оценку сельскохозяйственных животных различных видов по племенным и продуктивным качествам, их отбор и подбор в це	основные принципы проведения молекулярно-генетических исследо-	сопоставлять результаты молекулярно-генетических исследований с учётом	проведения молекулярно-генетических исследований в животноводстве

	<p>в соответствии с их физиологическим состоянием с целью эффективного управления стадом, разработка технологии и технологических карт производства продукции животноводства и воспроизводства сельскохозяйственных животных различных видов</p>	<p>лях совершенствования стад</p>	<p>ваний в животноводстве; основные методы и проблемы геномной селекции в животноводстве; методы геномного редактирования, основные наследственные заболевания сельскохозяйственных животных</p>	<p>различного физиологического состояния организма животного, определять направления и способы повышения генетического потенциала продуктивности животных.</p>	<p>для повышения генетического потенциала продуктивности</p>
--	--	-----------------------------------	--	--	--



## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего	В т.ч. по семестрам № 7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>		
<b>Аудиторная работа</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	18	18
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	18	18
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	72	72
Вид промежуточного контроля:	зачет	зачет

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего	В т.ч. по семестрам № 7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>		
<b>Аудиторная работа</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	4	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	6	6
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>94</b>	<b>94</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	94	94
<i>Подготовка к зачету</i>	4	4
Вид промежуточного контроля:	зачет	зачет

## 4.2 Содержание дисциплины

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Контактная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	
<b>Раздел 1.</b> «Введение в геномный анализ сельскохозяйственных животных»	20	4	4	12
Тема 1. «Генетические технологии в животноводстве и области их применения»	6	2	-	4
Тема 2 «Анализ геномов сельскохозяйственных животных. Генетический полиморфизм»	8	2	2	4
Тема 3 «Освоение методов выделения ДНК из различных типов биоматериалов. Освоение методов анализа полиморфизмов ДНК»	6	-	2	4
<b>Раздел 2.</b> «Генетическая экспертиза племенной продукции (племенного материала)»	22	4	6	12
Тема 4. «Молекулярная генетическая экспертиза племенной продукции (племенного материала). Роль молекулярно-генетической экспертизы в селекционно-племенной работ»	8	2	2	4
Тема 5. «Наследственные заболевания сельскохозяйственных животных разных видов. Картирование генов наследственных заболеваний. Гаплотипы фертильности».	8	2	2	4
Тема 6 «Освоение методик проведения молекулярной генетической экспертизы сельскохозяйственных животных».	6	-	2	4
<b>Раздел 3</b> «Высокопроизводительные технологии анализа генома и их использование в животноводстве»	20	2	2	16
Тема 7. «Секвенирование нового поколения (NGS) развитие технологии и современные возможности. ДНК-маркеры QTL. Картирование QTL сельскохозяйственных животных. ДНК-маркеры QTL. Использование в селекции».	10	1	1	8
Тема 8. «Полногеномные ассоциативные исследования (GWAS): теоретические и практические аспекты. Структурная и функциональная аннотация генов по результатам GWAS».	10	1	1	8
<b>Раздел 4</b> «Методы оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных».	26	4	2	20
Тема 9. «Использование математических моделей для оценки генотипа животных, селекционно-генетические параметры в популяции».	10	1	1	8
Тема 10. «Использование EBV (оценка племенной ценности) для планирования селекционного процесса и оценки генетического прогресса в популяциях сельскохозяйственных животных»	6	1	1	4
Тема 11 «Селекционный индекс как метод отбора животных по комплексу признаков. Введение в геномную селекцию сельскохозяйственных животных»	10	2	-	8
<b>Раздел 5</b> «Вспомогательные репродуктивные технологии в ускорении селекционного процесса»	20	4	4	12

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Контактная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	
Тема 12. «Технологии прижизненного получения ооцитов и получения эмбрионов in vitro как эффективный способ ускоренного тиражирования генетического потенциала самок крупного рогатого скота».	8	2	2	4
Тема 13. «Технологии клонирования и области их применения в животноводстве»	6	1	1	4
Тема 14 «Модификация геномов сельскохозяйственных животных: от трансгенеза до геномного редактирования. Применение геномного редактирования в селекции сельскохозяйственных животных»	6	1	1	4
<b>ВСЕГО</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>

### **Раздел 1. «Введение в геномный анализ сельскохозяйственных животных».**

Тема 1. «Генетические технологии в животноводстве и области их применения».

Тема 2 «Анализ геномов сельскохозяйственных животных: цели и задачи. Введение в работу с базами данных NCBI. Генетический полиморфизм и его применение в геномном анализе сельскохозяйственных животных. Современные методы анализа полиморфизмов в геноме животных».

Тема 3 «Требования к организации молекулярно-генетической лаборатории. Организация учета и хранения образцов биоматериала. Освоение методов выделения ДНК из различных типов биоматериалов. Освоение методов анализа полиморфизмов ДНК».

### **Раздел 2. «Генетическая экспертиза племенной продукции (племенного материала)».**

Тема 4. «Молекулярная генетическая экспертиза племенной продукции (племенного материала). Роль молекулярно-генетической экспертизы в селекционно-племенной работ. Панели микросателлитов и SNP-маркеров, рекомендованные ISAG. Сравнительное тестирование ISAG. Требования ЕЭК к проведению молекулярной генетической экспертизы племенной продукции государств – членов ЕврАзЭС».

Тема 5. «Наследственные заболевания. Картирование генов наследственных заболеваний. Гаплотипы фертильности. База данных OMIA. Наследственные заболевания сельскохозяйственных животных разных видов».

Тема 6 «Освоение методик проведения молекулярной генетической экспертизы сельскохозяйственных животных»

### **Раздел 3. «Высокопроизводительные технологии анализа генома и их использование в животноводстве».**

Тема 7. «Секвенирование нового поколения (NGS): развитие технологии и современные возможности. Полногеномное SNP-генотипирование на платформе BeadArray: использование в анализе геномов животных. Локусы количественных признаков (QTL) сельскохозяйственных животных. ДНК-маркеры QTL. Картирование QTL сельскохозяйственных животных. ДНК-маркеры QTL. Использование в селекции».

Тема 8. «Полногеномные ассоциативные исследования (GWAS): теоретические и практические аспекты. Структурная и функциональная аннотация генов по результатам GWAS».

### **Раздел 4 «Методы оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных».**

Тема 9. «Эволюция методов оценки племенной ценности сельскохозяйственных жи-

вотных. Использование математических моделей для оценки генотипа животных, селекционно-генетические параметры в популяции».

Тема 10. «Использование EBV (оценка племенной ценности) для планирования селекционного процесса и оценки генетического прогресса в популяциях сельскохозяйственных животных».

Тема 11 «Селекционный индекс как метод отбора животных по комплексу признаков. Введение в геномную селекцию сельскохозяйственных животных».

### **Раздел 5 «Вспомогательные репродуктивные технологии в ускорении селекционного процесса».**

Тема 12. «Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) в животноводстве. Технологии прижизненного получения ооцитов и получения эмбрионов in vitro как эффективный способ ускоренного тиражирования генетического потенциала самок крупного рогатого скота».

Тема 13. «Технологии клонирования и области их применения в животноводстве. Успехи SCNT у разных видов животных. SCNT как основная технологическая платформа для геномного редактирования сельскохозяйственных животных».

Тема 14 «Модификация геномов сельскохозяйственных животных: от трансгенеза до геномного редактирования. Применение геномного редактирования в селекции сельскохозяйственных животных».

## **ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 3в

### **Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Контактная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	
<b>Раздел 1.</b> «Введение в геномный анализ сельскохозяйственных животных»	20	1	2	17
Тема 1. «Генетические технологии в животноводстве и области их применения.»	6	0,5	-	5,5
Тема 2 «Анализ геномов сельскохозяйственных животных. Генетический полиморфизм»	8	0,5	1	6,5
Тема 3 «Освоение методов выделения ДНК из различных типов биоматериалов. Освоение методов анализа полиморфизмов ДНК»	6	-	1	5
<b>Раздел 2.</b> «Генетическая экспертиза племенной продукции (племенного материала)»	22	1	1,5	19,5
Тема 4. «Молекулярная генетическая экспертиза племенной продукции (племенного материала). Роль молекулярно-генетической экспертизы в селекционно-племенной работ»	8	0,5	0,5	7
Тема 5. «Наследственные заболевания сельскохозяйственных животных разных видов. Картирование генов наследственных заболеваний. Гаплотипы фертильности».	8	0,5	0,5	7
Тема 6 «Освоение методик проведения молекулярной генетической экспертизы сельскохозяйственных животных».	6	-	0,5	5,5
<b>Раздел 3</b> «Высокопроизводительные технологии	20	-	1	19

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Контактная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	
анализа генома и их использование в животноводстве»				
Тема 7. «Секвенирование нового поколения (NGS) развитие технологии и современные возможности. ДНК-маркеры QTL. Картирование QTL сельскохозяйственных животных. ДНК-маркеры QTL. Использование в селекции».	10	-	0,5	9,5
Тема 8. «Полногеномные ассоциативные исследования (GWAS): теоретические и практические аспекты. Структурная и функциональная аннотация генов по результатам GWAS».	10	-	0,5	9,5
<b>Раздел 4 «Методы оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных».</b>	26	1	1	24
Тема 9. «Использование математических моделей для оценки генотипа животных, селекционно-генетические параметры в популяции».	10		0,5	9,5
Тема 10. «Использование EBV (оценка племенной ценности) для планирования селекционного процесса и оценки генетического прогресса в популяциях сельскохозяйственных животных»	6		0,5	5,5
Тема 11 «Селекционный индекс как метод отбора животных по комплексу признаков. Введение в геномную селекцию сельскохозяйственных животных»	10	1	-	9
<b>Раздел 5 «Вспомогательные репродуктивные технологии в ускорении селекционного процесса»</b>	20	1	0,5	18,5
Тема 12. «Технологии прижизненного получения ооцитов и получения эмбрионов in vitro как эффективный способ ускоренного тиражирования генетического потенциала самок крупного рогатого скота».	8	0,5	-	7,5
Тема 13. «Технологии клонирования и области их применения в животноводстве»	6	0,5	-	5,5
Тема 14 «Модификация геномов сельскохозяйственных животных: от трансгенеза до геномного редактирования. Применение геномного редактирования в селекции сельскохозяйственных животных»	6	-	0,5	5,5
<b>ВСЕГО</b>	108	4	6	98

#### 4.3 Лекции, практические занятия

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а

Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. «Введение в геномный анализ сельскохозяйственных животных»</b>		ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, тест, реферат	<b>8</b>
	Тема 1. «Генетические технологии в сельском хозяйстве»	Лекция № 1 Введение в геномный анализ сельскохозяйственных животных. Генетические технологии в сельском хозяйстве	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	2
	Тема 2. «Анализ геномов сельскохозяйственных животных. Генетический полиморфизм»	Лекция 2. «Генетический полиморфизм»	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, тест	2
		ПЗ.1. Анализ геномов сельскохозяйственных животных.	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	2
	Тема 3. «Освоение методов выделения ДНК из разных типов биоматериалов. Освоение методов анализа полиморфизмов ДНК»	ПЗ. 2. Освоение методов выделения ДНК из разных типов биоматериалов. Освоение методов анализа полиморфизмов ДНК	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, реферат	2
2	<b>Раздел 2. «Генетическая экспертиза племенной продукции»</b>		ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос, тест, дискуссия	<b>10</b>
	Тема 4. «Молекулярная генетическая экспертиза племенной продукции. Роль молекулярно-генетической экспертизы в селекционно-племенной работе»	Лекция 3. «Роль молекулярно-генетической экспертизы в селекционно-племенной работе»	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос	2
		ПЗ. 3. Молекулярная генетическая экспертиза племенной продукции	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос	2
	Тема 5. «Наследственные заболевания сельскохозяйственных животных разных видов. Картирование генов наследственных заболеваний. Гаплотипы фертильности»	Лекция 4. «Наследственные заболевания сельскохозяйственных животных разных видов. Гаплотипы фертильности»	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос, дискуссия	2
		ПЗ.4. Картирование генов наследственных заболеваний	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос	2
	Тема 6. «Методики проведения молекулярно-генетической экспертизы сельскохозяйственных животных»	ПЗ. 5. Освоение методик проведения молекулярно-генетической экспертизы сельскохозяйственных животных	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос, тест	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
3	<b>Раздел 3. «Высокопроизводительные технологии анализа генома и их использование в животноводстве»</b>		ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Опрос, тест	<b>4</b>
	Тема 7. «Секвенирование нового поколения (NGS) развитие технологии и современные возможности. ДНК-маркеры QTL и использование в селекции. Картирование QTL сельскохозяйственных животных.»	Лекция 5. «Секвенирование нового поколения (NGS) развитие технологии и современные возможности. ДНК-маркеры QTL и использование в селекции»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Опрос, тест	1
		ПЗ. 6. Картирование QTL сельскохозяйственных животных	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Опрос	1
	Тема 8. «Полногеномные ассоциативные исследования (GWAS): теоретические и практические аспекты. Структурная и функциональная аннотация генов по результатам GWAS»	Лекция 6. «Полногеномные ассоциативные исследования (GWAS): теоретические и практические аспекты»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Опрос	1
		ПЗ.7. Структурная и функциональная аннотация генов по результатам GWAS	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Опрос	1
4.	<b>Раздел 4. «Методы оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных»</b>		ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, тест, реферат	<b>6</b>
	Тема 9. «Использование математических моделей для оценки генотипа животных, селекционно-генетические параметры в популяции»	Лекция № 7 Селекционно-генетические параметры в популяции	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, реферат	1
		ПЗ.8. Использование математических моделей для оценки генотипа животных	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, тест	1
	Тема 10. «Использование EBV (оценка племенной ценности) для планирования селекционного процесса и оценки генетического прогресса в популяциях сельскохозяйственных животных»	Лекция 8. «Использование EBV для планирования селекционного процесса»	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	1
		ПЗ.9. Оценка генетического прогресса в популяциях сельскохозяйственных животных	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	1
	Тема 11. «Селекционный индекс как метод отбора животных по комплексу признаков.	Лекция 9. «Введение в геномную селекцию сельскохозяйственных животных»	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Введение в геномную селекцию сельскохозяйственных животных»				
5.	<b>Раздел 5. «Вспомогательные репродуктивные технологии в ускорении селекционного процесса»</b>		ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, тест	<b>8</b>
	Тема 12. «Технологии прижизненного получения ооцитов и получения эмбрионов in vitro как эффективный способ ускоренного тиражирования генетического потенциала самок крупного рогатого скота»	Лекция № 10 Технологии прижизненного получения ооцитов и получения эмбрионов in vitro	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	2
		ПЗ.10. Методика прижизненного получения ооцитов и получения эмбрионов in vitro	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, тест	2
	Тема 13. Технологии клонирования и области их применения в животноводстве	Лекция 11. «Технологии клонирования и области их применения в животноводстве»	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	1
		ПЗ.11. Методика клонирования	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	1
	Тема 14. «Модификация геномов сельскохозяйственных животных: от трансгена до геномного редактирования. Применение геномного редактирования в селекции сельскохозяйственных животных»	Лекция 12. «Применение геномного редактирования в селекции сельскохозяйственных животных»	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	1
		ПЗ. 12. Модификация геномов сельскохозяйственных животных:	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	1
<b>Всего</b>					<b>36</b>

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4в

#### Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. «Введение в геномный анализ сельскохозяйственных животных»</b>		ОПК-1.2, ОПК-1.3,	Опрос, тест	<b>3</b>



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
			ОПК-2.3		
	Тема 1. «Генетические технологии в сельском хозяйстве»	Лекция № 1 Введение в геномный анализ сельскохозяйственных животных. Генетические технологии в сельском хозяйстве	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	0,5
	Тема 2. «Анализ геномов сельскохозяйственных животных. Генетический полиморфизм»	Лекция 2. «Генетический полиморфизм»	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, тест	0,5
		ПЗ.1. Анализ геномов сельскохозяйственных животных.	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	1
	Тема 3. «Освоение методов выделения ДНК из разных типов биоматериалов. Освоение методов анализа полиморфизмов ДНК»	ПЗ. 2. Освоение методов выделения ДНК из разных типов биоматериалов. Освоение методов анализа полиморфизмов ДНК	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	1
2	<b>Раздел 2. «Генетическая экспертиза племенной продукции»</b>		ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос, тест, дискуссия	<b>2</b>
	Тема 4. «Молекулярная генетическая экспертиза племенной продукции. Роль молекулярно-генетической экспертизы в селекционно-племенной работе»	Лекция 3. «Роль молекулярно-генетической экспертизы в селекционно-племенной работе»	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос	0,25
		ПЗ. 3. Молекулярная генетическая экспертиза племенной продукции	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос	0,25
	Тема 5. «Наследственные заболевания сельскохозяйственных животных разных видов. Картирование генов наследственных заболеваний».	Лекция 4. «Наследственные заболевания сельскохозяйственных животных разных видов. Гаплотипы фертильности»	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос, дискуссия	0,5
		ПЗ.4. Картирование генов наследственных заболеваний	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос	0,5

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Гаплотипы фертильности»				
	Тема 6. «Методики проведения молекулярно-генетической экспертизы сельскохозяйственных животных»	ПЗ. 5. Освоение методик проведения молекулярно-генетической экспертизы сельскохозяйственных животных	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2	Опрос, тест	0,5
3	<b>Раздел 3. «Высокопроизводительные технологии анализа генома и их использование в животноводстве»</b>		ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Опрос, тест	<b>1,5</b>
	Тема 7. «Секвенирование нового поколения (NGS) развитие технологии и современные возможности. ДНК-маркеры QTL и использование в селекции. Картирование QTL сельскохозяйственных животных.»	Лекция 5. «Секвенирование нового поколения (NGS) развитие технологии и современные возможности. ДНК-маркеры QTL и использование в селекции»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Опрос, тест	0,25
		ПЗ. 6. Картирование QTL сельскохозяйственных животных	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Опрос	0,5
	Тема 8. «Полногеномные ассоциативные исследования (GWAS): теоретические и практические аспекты. Структурная и функциональная аннотация генов по результатам GWAS»	Лекция 6. «Полногеномные ассоциативные исследования (GWAS): теоретические и практические аспекты»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Опрос	0,25
		ПЗ.7. Структурная и функциональная аннотация генов по результатам GWAS	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Опрос	0,5
4.	<b>Раздел 4. «Методы оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных»</b>		ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, тест	<b>2</b>
	Тема 9. «Использование математических моделей для	Лекция № 7 Селекционные генетические параметры в популяции	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	0,25

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	оценки генотипа животных, селекционно-генетические параметры в популяции»	ПЗ.8. Использование математических моделей для оценки генотипа животных	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, тест	0,5
	Тема 10. «Использование EBV (оценка племенной ценности) для планирования селекционного процесса и оценки генетического прогресса в популяциях сельскохозяйственных животных»	Лекция 8. «Использование EBV для планирования селекционного процесса»	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	0,25
		ПЗ.9. Оценка генетического прогресса в популяциях сельскохозяйственных животных	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	0,5
	Тема 11. «Селекционный индекс как метод отбора животных по комплексу признаков. Введение в геномную селекцию сельскохозяйственных животных»	Лекция 9. «Введение в геномную селекцию сельскохозяйственных животных»	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	0,5
5.	<b>Раздел 5. «Вспомогательные репродуктивные технологии в ускорении селекционного процесса»</b>		ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, тест	<b>1,5</b>
	Тема 12. «Технологии прижизненного получения ооцитов и получения эмбрионов in vitro как эффективный способ ускоренного тиражирования генетического потенциала самок крупного рогатого скота»	Лекция № 10 Технологии прижизненного получения ооцитов и получения эмбрионов in vitro	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	0,25
		ПЗ.10. Методика прижизненного получения ооцитов и получения эмбрионов in vitro	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос, тест	0,25

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 13. Технологии клонирования и области их применения в животноводстве	Лекция 11. «Технологии клонирования и области их применения в животноводстве»	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	0,25
		ПЗ.11. Методика клонирования	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	0,25
	Тема 14. «Модификация геномов сельскохозяйственных животных: от трансгенеза до геномного редактирования. Применение геномного редактирования в селекции сельскохозяйственных животных»	Лекция 12. «Применение геномного редактирования в селекции сельскохозяйственных животных»	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	0,25
		ПЗ. 12. Модификация геномов сельскохозяйственных животных:	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3	Опрос	0,25
<b>Всего</b>					<b>10</b>

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5а

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. «Введение в геномный анализ сельскохозяйственных животных»</b>		
1.	Тема 1. «Генетические технологии в сельском хозяйстве»	Возникновение генетической инженерии. Строение эукариотической транскрипционной единицы. Использование эмбриональных стволовых клеток в получении клонированных сельскохозяйственных животных. Межвидовые пересадки эмбрионов и получение химерных животных. ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3
2	Тема 2. «Анализ геномов сельскохозяйственных животных. Генетический полиморфизм»	ПЦР реакция. Типы ПЦП. Рекомбинантные ДНК. Сшивка по «тупым» концам. Векторные молекулы. Создание рекомбинантных молекул. Библиотека генов. Фаговые векторы. Космиды ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3
3	Тема 3. «Освоение методов выделения ДНК из разных типов биоматериалов. Освоение методов анализа полиморфизмов ДНК»	Микроинъекция ДНК в клетки млекопитающих. Введение генов в эмбрионы и их экспрессия. Интеграция чужеродных генов. Клонирование животных. ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3
<b>Раздел 2. «Генетическая экспертиза племенной продукции»</b>		
4	Тема 4. «Молекулярная генетическая экспер-	Требования ЕЭК к проведению молекулярно-генетической экспертизы. Молекулярно-

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	тиза племенной продукции. Роль молекулярно-генетической экспертизы в селекционно-племенной работе»	генетическая экспертиза происхождения. Микросателлиты STR и SNP-маркеры. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
5	Тема 5. «Наследственные заболевания сельскохозяйственных животных разных видов. Картирование генов наследственных заболеваний. Гаплотипы фертильности»	Система наследования заболеваний сельскохозяйственных животных. Генетическая предрасположенность. Моногенные заболевания и их элиминация в популяцию. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
6	Тема 6. «Методики проведения молекулярно-генетической экспертизы сельскохозяйственных животных	ДНК-маркеры QTL. Использование их в селекции. Картирование QTL. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
<b>Раздел 3. «Высокопроизводительные технологии анализа генома и их использование в животноводстве»</b>		
7	Тема 7. «Секвенирование нового поколения (NGS) развитие технологии и современные возможности. ДНК-маркеры QTL и использование в селекции. Картирование QTL сельскохозяйственных животных.»	Методика и этапы секвенирования генома. Современные технологии секвенирования. Лocus количественных признаков. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
8	Тема 8. «Полногеномные ассоциативные исследования (GWAS): теоретические и практические аспекты. Структурная и функциональная аннотация генов по результатам GWAS»	Полногеномный поиск ассоциаций. Изучение каталога GWAS. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
<b>Раздел 4. «Методы оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных»</b>		
9	Тема 9. «Использование математических моделей для оценки генотипа животных, селекционно-генетические параметры в популяции»	Маркерная селекция в животноводстве. Геномная селекция. База данных животных OMI. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
10	Тема 10. «Использование EBV (оценка племенной ценности) для планирования селекционного процесса и оценки генетического прогресса в популяциях сельскохозяйственных животных»	Цифровизация селекционной работы. Прогноз племенной ценности. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
11	Тема 11. «Селекционный индекс как метод отбора животных по комплексу признаков. Введение в геномную селекцию сельскохозяйственных животных»	Преимущества геномной селекции. Регуляция экспрессии генов. Генетическое совершенство животных. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
<b>Раздел 5. «Вспомогательные репродуктивные технологии в ускорении селекционного процесса»</b>		
12	Тема 12. «Технологии прижизненного получения ооцитов и получения эмбрионов in vitro как эффективный способ ускоренного тиражирования генетического потенциала самок крупного рогатого ско-	Стимуляция суперовуляции у овец. Стимуляция суперовуляции у свиней. Методика нехирургического извлечения эмбрионов. Пересадка эмбрионов. Хранение эмбрионов. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	та»	
13	Тема 13. Технологии клонирования и области их применения в животноводстве	Техника разделения эмбрионов. Совершенствование способов получения монозиготных близнецов. Разработка оптимальных условий получения монозиготных близнецов. Основные этапы клонирования эмбрионов путем пересадки ядра. Проведение широкомасштабного клонирования эмбрионов крупного рогатого скота. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
14	Тема 14. «Модификация геномов сельскохозяйственных животных: от трансгенеза до геномного редактирования. Применение геномного редактирования в селекции сельскохозяйственных животных»	Клонирование фрагментов ДНК. Рестриктазы и их классификация. Методы, позволившие идентифицировать генетически важные участки ДНК. Эксперимент по секвенированию ДНК (по Сэнгеру). ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5в

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. «Введение в геномный анализ сельскохозяйственных животных»</b>		
1.	Тема 1. «Генетические технологии в сельском хозяйстве»	Возникновение генетической инженерии. Строение эукариотической транскрипционной единицы. Использование эмбриональных стволовых клеток в получении клонированных сельскохозяйственных животных. Межвидовые пересадки эмбрионов и получение химерных животных. ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3
2	Тема 2. «Анализ геномов сельскохозяйственных животных. Генетический полиморфизм»	ПЦР реакция. Типы ПЦП. Рекомбинантные ДНК. Сшивка по «тупым» концам. Векторные молекулы. Создание рекомбинантных молекул. Библиотека генов. Фаговые векторы. Космиды ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3
3	Тема 3. «Освоение методов выделения ДНК из разных типов биоматериалов. Освоение методов анализа полиморфизмов ДНК»	Микроинъекция ДНК в клетки млекопитающих. Введение генов в эмбрионы и их экспрессия. Интеграция чужеродных генов. Клонирование животных. ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3
<b>Раздел 2. «Генетическая экспертиза племенной продукции»</b>		
4	Тема 4. «Молекулярная генетическая экспертиза племенной продукции. Роль молекулярно-генетической экспертизы в селекционно-племенной работе»	Требования ЕЭК к проведению молекулярно-генетической экспертизы. Молекулярно-генетическая экспертиза происхождения. Микросателлиты STR и SNP-маркеры. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
5	Тема 5. «Наследственные заболевания сельскохозяйственных животных разных видов. Картирование генов наследственных заболеваний. Гаплотипы фертильности»	Система наследования заболеваний сельскохозяйственных животных. Генетическая предрасположенность. Моногенные заболевания и их элиминация в популяцию. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
6	Тема 6.	ДНК-маркеры QTL. Использование их в селек-

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	«Методики проведения молекулярно-генетической экспертизы сельскохозяйственных животных»	ции. Картирование QTL. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
<b>Раздел 3. «Высокопроизводительные технологии анализа генома и их использование в животноводстве»</b>		
7	Тема 7. «Секвенирование нового поколения (NGS) развитие технологии и современные возможности. ДНК-маркеры QTL и использование в селекции. Картирование QTL сельскохозяйственных животных.»	Методика и этапы секвенирования генома. Современные технологии секвенирования. Локусы количественных признаков. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
8	Тема 8. «Полногеномные ассоциативные исследования (GWAS): теоретические и практические аспекты. Структурная и функциональная аннотация генов по результатам GWAS»	Полногеномный поиск ассоциаций. Изучение каталога GWAS. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
<b>Раздел 4. «Методы оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных»</b>		
9	Тема 9. «Использование математических моделей для оценки генотипа животных, селекционно-генетические параметры в популяции»	Маркерная селекция в животноводстве. Геномная селекция. База данных животных OMIА. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
10	Тема 10. «Использование EBV (оценка племенной ценности) для планирования селекционного процесса и оценки генетического прогресса в популяциях сельскохозяйственных животных»	Цифровизация селекционной работы. Прогноз племенной ценности. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
11	Тема 11. «Селекционный индекс как метод отбора животных по комплексу признаков. Введение в геномную селекцию сельскохозяйственных животных»	Преимущества геномной селекции. Регуляция экспрессии генов. Генетическое совершенство животных. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
<b>Раздел 5. «Вспомогательные репродуктивные технологии в ускорении селекционного процесса»</b>		
12	Тема 12. «Технологии прижизненного получения ооцитов и получения эмбрионов in vitro как эффективный способ ускоренного тиражирования генетического потенциала самок крупного рогатого скота»	Стимуляция суперовуляции у овец. Стимуляция суперовуляции у свиней. Методика нехирургического извлечения эмбрионов. Пересадка эмбрионов. Хранение эмбрионов. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2
13	Тема 13. Технологии клонирования и области их применения в животноводстве	Техника деления эмбрионов. Совершенствование способов получения монозиготных близнецов. Разработка оптимальных условий получения монозиготных близнецов. Основные этапы клонирования эмбрионов путем пересадки ядра. Проведение широкомасштабного клонирования эмбрионов крупного рогатого скота. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
14	Тема 14. «Модификация геномов сельскохозяйственных животных: от трансгенеза до геномного редактирования. Применение геномного редактирования в селекции сельскохозяйственных животных»	Клонирование фрагментов ДНК. Рестриктазы и их классификация. Методы, позволившие идентифицировать генетически важные участки ДНК. Эксперимент по секвенированию ДНК (по Сэнгеру). ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-4.2

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятий		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1	Тема 1. «Генетические технологии в животноводстве и область их применения»	Л	Проблемная лекция
2	Тема 9. «Освоение методов выделения ДНК из различных типов биоматериалов»	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций
3	Тема 11. «Введение в геномную селекцию сельскохозяйственных животных»	Л	Проблемная лекция
4	Тема 11. Селекционный индекс как метод отбора животных по комплексу признаков	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

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

#### Примерные вопросы к устному опросу

#### Перечень вопросов для опроса по темам дисциплины «Генетические технологии в животноводстве»

1. Сравнительная характеристика ядерной и митохондриальной ДНК.
2. Строение эукариотической транскрипционной единицы.
3. Генетический полиморфизм. Типы полиморфизмов в геноме сельскохозяйственных животных.
4. Выделение ДНК из биоматериала животных: принципы, лежащие в основе различных методов. Методы оценки количественных и качественных характеристик препаратов ДНК.
5. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Компоненты реакционной смеси. Температурно-временной режим ПЦР.
6. Гаплотипы фертильности голштинского скота. 21
7. Наследственные заболевания мясного скота.
8. Наследственные заболевания свиней.



9. Типы ПЦР: ПЦР-ПДРФ, аллелеспецифическая (АС)-ПЦР, ПЦР с введением сайта рестрикции, ПЦР с «горячим стартом». Их преимущества и недостатки.
10. Секвенирование ДНК. Эволюция методов секвенирования ДНК.
11. Секвенирование по Сэнгеру. Метод терминирующих ингибиторов.
12. Автоматический метод секвенирования по Сэнгеру.
13. Проведение контроля качества генотипирования. Используемые фильтры и их применение в зависимости от задач исследований.
14. Моногенные наследственные заболевания сельскохозяйственных животных. Методы их элиминации в популяциях животных.
15. Молекулярная генетическая экспертиза происхождения (отцовства) сельскохозяйственных животных: сравнение использование микросателлитов (STR) и SNP-маркеров.
16. Наследственные заболевания. Картирование генов наследственных заболеваний. Роль ДНК-диагностики в элиминации наследственных заболеваний.
17. База данных OMIА. Структура базы данных. Краткая характеристика информации, представленной в базе данных (на примере одного из моногенных признаков).
18. Генетический полиморфизм, его виды, биологическое и эволюционное значение.
19. Маркерная селекция в животноводстве.
20. Геномная селекция - новая стратегия генетического совершенствования животных.
21. Преимущества геномной селекции в оценке племенной ценности животных.
22. Способы регуляции экспрессии генов у про- и эукариот.
23. Способы трансформации бактерий
24. Иммуитет бактерий и технологии на основе системы CRISPR/Cas9.
25. Принципы создания вакцин нового поколения с применением рекомбинантных ДНК.
26. Локусы количественных признаков сельскохозяйственных животных. Картирование QTL.
27. ДНК-маркеры QTL. Использование ДНК-маркеров в селекции.
28. Требования ЕЭК к проведению молекулярно-генетической экспертизы племенного материала. 22
29. Виды организаций по племенному животноводству. Требования к проведению молекулярной генетической экспертизы в зависимости от вида организации по племенному животноводству.
30. Панели микросателлитов, рекомендованные международным обществом генетики животных (ISAG). Сравнительное тестирование ISAG. Запись генотипов животных по микросателлитам.

### Тестовые задания по курсу

<b>Вариант 1</b>	
<b>1</b>	1. SNP-типирование — это анализ а) аффинности; б) однонуклеотидных полиморфизмов; в) титра иммуноглобулинов класса G; г) экспрессии белка.
<b>2</b>	2. ddNTP — это

	<p>а) ионы для поддержания необходимой рН в реакции;</p> <p>б) нуклеотиды, обеспечивающие обрыв цепи;</p> <p>в) нуклеотиды, обеспечивающие синтез цепи;</p> <p>г) фермент, обеспечивающий синтез цепи.</p>
<b>3</b>	<p>3. АТФ-сульфарилаза необходима для:</p> <p>а) биотинилирования праймера;</p> <p>б) комплементарного встраивания нуклеотида;</p> <p>в) обнаружения белка в реакции;</p> <p>г) получения АТФ из пиррофосфата.</p>
<b>4</b>	<p>4. Аденин комплементарен:</p> <p>а) гуанину;</p> <p>б) тимину;</p> <p>в) фосфотидилхолину;</p> <p>г) цитозину</p>
<b>5</b>	<p>5. Однонуклеотидный полиморфизм — это</p> <p>а) отличия в последовательности ДНК в несколько нуклеотидов в геноме представителей одного вида или между гомологичными участками гомологичных хромосом;</p> <p>б) отличия в последовательности ДНК в один нуклеотид в геноме представителей одного вида или между гомологичными участками гомологичных хромосом;</p> <p>в) различия в белковой последовательности;</p> <p>г) различия в длине генов у представителей одного вид</p>
<b>6</b>	<p>6. Секвенирование по Сенгеру позволяет прочитывать до</p> <p>а) 400-500 нуклеотидов;</p> <p>б) 500-600 нуклеотидов 23</p> <p>в) 600-700 нуклеотидов</p> <p>г) 900-1000 нуклеотидов</p>
<b>7</b>	<p>7. Преимущества пиросеквенирования</p> <p>а) быстрая детекция однонуклеотидных полиморфизмов</p> <p>б) возможность прочтения протяженных участков генома</p> <p>в) использование для прочтения CpG-мотивов</p> <p>г) параллельное секвенирование нескольких цепей ДН</p>
<b>8</b>	<p>8. Анализ полиморфизма длин рестрикционных фрагментов – это</p> <p>а) анализ последовательности мРНК;</p> <p>б) изучение афинности;</p> <p>в) изучение первичной аминокислотной последовательности;</p> <p>г) способ исследования геномной ДНК путём ее разрезания с помощью эндонуклеаз рестрикции и дальнейший анализ фрагментов.</p>
<b>9</b>	<p>9. В развитии полигенных заболеваний полиморфизмы могут являться:</p> <p>а) ключевым фактором патогенеза;</p>

	<p>б) не имеющими значения факторами;</p> <p>в) определяющим механизмом клинической картины;</p> <p>г) фактором предрасположенности.</p>
<b>10</b>	<p>10. Выберите этапы проведения пиросеквенирования</p> <p>а) получение одноцепочечной ДНК;</p> <p>б) постановка ПЦР;</p> <p>в) связывание эпитопа и паратопа;</p> <p>г) секвенирование путем синтеза.</p>
<b>11</b>	<p>11. Области применения секвенирования:</p> <p>а) snp-типирование; б) анализ титра иммуноглобулинов класса Е;</p> <p>в) генетическая диагностика различных заболеваний;</p> <p>г) определение активности ферментов;</p> <p>д) секвенирования <i>de novo</i>.</p>
<b>12</b>	<p>12. Преимуществом секвенирования следующего поколения перед секвенированием по Сенгеру является:</p> <p>а) большая точность;</p> <p>б) высокая производительность;</p> <p>в) параллельное секвенирование образцов нескольких пациентов;</p> <p>г) предсказание структуры белка.</p>
<b>13</b>	<p>13. Геномная оценка племенной ценности – это</p> <p>а) оценка среднего отклонения уровня проявления хозяйственно-полезного признака потомков анализируемого животного от среднего показателя этого признака в популяции с использованием информации о геноме животного</p> <p>б) процесс определения различий в генетическом составе (генотипе) индивида путем изучения последовательности ДНК индивида с помощью биологических анализов и сравнения ее с последовательностью другого индивида или эталонной последовательностью</p>
<b>14</b>	<p>14. Какие способы подходят для оценки количества выделенной ДНК</p> <p>а) флуориметрические с использованием флуоресцентных красителей</p> <p>б) спектрофотометрические по уровню поглощения</p> <p>в) электрофорез в агарозном геле</p> <p>г) верны варианты Б и В</p> <p>д) верны варианты А и Б</p>
<b>15</b>	<p>15. Точечные мутации могут быть определены:</p> <p>а) методом секвенирования</p> <p>б) методом MLPA-анализа</p> <p>в) методом ПЦР в «реальном времени»</p> <p>г) верны все перечисленные варианты</p>
<b>16</b>	<p>16. Секвенирование по Сенгеру применяется для</p> <p>а) валидации результатов секвенирования следующего поколения;</p> <p>б) идентификации мутаций;</p>

	<p>в) определения состава субпопуляций лимфоцитов крови;</p> <p>г) определения титра антител.</p>
<b>17</b>	<p>17. Как правило, в качестве ДНК-маркеров чаще используются микросателлиты, а не минисателлиты, потому что:</p> <p>а) минисателлиты присутствуют в слишком многих местоположениях в пределах генома;</p> <p>б) ферменты рестрикации могут быть использованы для типизации микросателлитов, но никак не минисателлитов;</p> <p>в) в геномах эукариотов находится очень немного микросателлитов, так что их легко опознавать и анализировать;</p> <p>г) микросателлиты присутствуют во всех областях генома эукариотов и легко размножаются с помощью ПЦР.</p>
<b>18</b>	<p>18. Фаза роста биообъекта для внесения в технологическую нишу:</p> <p>а) экспоненциальная</p> <p>б) латентная</p> <p>в) стационарная</p> <p>г) фаза замедления роста</p>
<b>Вариант 2</b>	
<b>19</b>	<p>1. Которая из следующих методик применяется в анализе с модификационным препятствием для опознавания нуклеотидов, определяющие важные для связывания белка?</p> <p>а) комплекс ДНК-белок обрабатывают нуклеазами с целью деградации незащищенных фосфодиэфирных связей</p> <p>б) комплекс ДНК-белок обрабатывают метилирующими агентами, чтобы отграничить сайт связывания</p> <p>в) ДНК обрабатывают метилирующими агентами до прикрепления белка</p> <p>г) белок обрабатывают метилирующими агентами до связывания с ДНК</p>
<b>20</b>	<p>2. По определению гомологичные гены — это гены, которые:</p> <p>а) имеют общую функцию</p> <p>б) имеют общего эволюционного предка</p> <p>в) экспрессируются в подобных условиях</p> <p>г) имеют по крайней мере 50%-ю идентичность последовательностей нуклеотидов</p>
<b>21</b>	<p>3. ПЦР выгодна для клонирования генов по всем нижеперечисленным причинам, кроме:</p> <p>а) ПЦР не требует, чтобы последовательность гена была известна</p> <p>б) ПЦР — очень быстрый метод выделения того или иного гена</p> <p>в) ПЦР по сравнению с клонированием генов требует очень маленьких количеств стартовой ДНК</p> <p>г) ПЦР в высокой степени пригодна для картирования маркеров ДНК.</p>
<b>22</b>	<p>4. Геномы эукариотов картируют с использованием ДНК-маркеров в дополнение к генам, потому что:</p> <p>а) ДНК-маркеры не требуют наличия двух и более аллелей для картирова-</p>

	<p>ния</p> <p>б) генетические карты могут не покрывать большие области генома</p> <p>в) большинство генов обладает множественными аллелями, которые могут быть легко картированы</p> <p>г) ДНК-маркеры менее изменчивы, чем генетические маркеры</p>
<b>23</b>	<p>5. Самопроизвольные мутации являются результатом действия которого (которой) из следующих агентов (причин)?</p> <p>а) химические мутагены</p> <p>б) ошибки репликации ДНК</p> <p>в) высокая температура</p> <p>г) радиация.</p>
<b>24</b>	<p>6. Какого типа химические мутагены встраиваются в геном ДНК полимеразой в процессе репликации генома?</p> <p>а) алкилирующие агенты</p> <p>б) аналоги оснований</p> <p>в) дезаминирующие агенты</p> <p>г) интеркалирующие агенты</p>
<b>25</b>	<p>7. Как правило, в качестве ДНК-маркеров чаще используются микросателлиты, а не минисателлиты, потому что:</p> <p>а) минисателлиты присутствуют в слишком многих местоположениях в пределах генома</p> <p>б) ферменты рестрикации могут быть использованы для типизации микросателлитов, но никак не минисателлитов</p> <p>в) в геномах эукариотов находится очень немного микросателлитов, так что их легко опознавать и анализировать</p> <p>г) микросателлиты присутствуют во всех областях генома эукариотов и легко размножаются с помощью ПЦР</p>
<b>26</b>	<p>8. Способы введения клонированных генов в соматические клетки:</p> <p>а) микроинъекции</p> <p>б) с помощью химических реагентов, изменяющих проницаемость мембран</p> <p>в) с помощью липосом, «теней» эритроцитов</p> <p>г) экстракорпоральной обработкой хромосом бактериальной клетки</p> <p>д) инфекцией клетки рекомбинантными вирусами</p>
<b>27</b>	<p>9. Рекомбинация – это...</p> <p>1) Процесс обмена генетическим материалом путем соединения одинаковых молекул друг с другом</p> <p>2) Процесс синтеза дочерней молекулы ДНК на матрице родительской ДНК</p> <p>3) Процесс обмена генетическим материалом путём разрыва и соединения разных молекул</p>
<b>28</b>	<p>10. Какую функцию выполняют энхансеры в геноме эукариот:</p> <p>а) ослабляют транскрипцию</p> <p>б) усиливают транскрипцию</p> <p>в) способствуют устойчивости молекулы ДНК</p>

	г) кодируют молекулу рРНК
<b>29</b>	11. Амплификация генов это: а) идентификация последовательностей нуклеотидов ДНК б) идентификация последовательностей нуклеотидов РНК в). многократное повторение какого-либо участка ДНК г) выделение фрагмента ДНК, содержащего изучаемый ген
<b>30</b>	12. Специфичность фрагмента ПЦР обеспечивают: а) эффективное выделение нуклеиновых кислот б) фермент ДНК-полимераза в) обратная транскриптаза г) праймеры
<b>31</b>	13. Вектор на основе плазмиды предпочтительней вектора на основе фаговой ДНК благодаря: а) большому размеру б) меньшей токсичности в) большей частоты включения г) отсутствия лизиса клетки-хозяина
<b>32</b>	14. Основу молекулярной диагностики составляют: а) генетика, молекулярная биология б) иммунология, биохимия в) иммунология, биохимия, генетика, молекулярная биология г) иммунология, молекулярная биология
<b>33</b>	15. ПЦР (полимеразная цепная реакция) основана на: а) взаимодействии антиген-антитело б) движении заряженных молекул под действием постоянного электрического поля в) принципе комплементарности нуклеотидов и работе фермента ДНК-полимеразы г) работе фермента ревертаза (обратная транскриптаза)
<b>34</b>	16. ПЦР с обратной транскрипцией используется для: а) идентификации последовательностей ДНК б) идентификации последовательностей РНК в) идентификации последовательностей аминокислот г) все вышеперечисленные варианты
<b>35</b>	17. Гель-электрофорез основан на а) взаимодействии антиген-антитело б) движении заряженных макромолекул под действием переменного электрического поля в) движении заряженных макромолекул под действием постоянного электрического поля г) принципе комплементарности

<b>36</b>	<p>18. Молекулярная диагностика включает</p> <p>а) исследования in vitro</p> <p>б) исследования in vivo</p> <p>в) клинические исследования</p> <p>г) все вышеперечисленные</p>
-----------	--

## Темы реферата

### Вопросы к зачету

1. Области применения ДНК-технологий в животноводстве.
2. Требования к организации молекулярно-генетической лаборатории (требования к помещениям, базовое оборудование).
3. Понятие гена, генома. Ядерный и митохондриальный геном. Кодирующие и не кодирующие последовательности.
4. Сравнительная характеристика ядерной и митохондриальной ДНК.
5. Строение эукариотической транскрипционной единицы.
6. Генетический полиморфизм. Типы полиморфизмов в геноме сельскохозяйственных животных.
7. Выделение ДНК из биоматериала животных: принципы, лежащие в основе различных методов. Методы оценки количественных и качественных характеристик препаратов ДНК.
8. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Компоненты реакционной смеси. Температурно-временной режим ПЦР.
9. Принцип подбора праймеров для ПЦР. Использование интернет-ресурса Primer-BLAST для подбора праймеров. Расчет температуры плавления праймеров. Определение температуры отжига праймеров.
10. Рестрикционные эндонуклеазы. Полиморфизм длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ). 11. Типы ПЦР: ПЦР-ПДРФ, аллелеспецифическая (АС)-ПЦР, ПЦР с введением сайта рестрикции, ПЦР с «горячим стартом». Их преимущества и недостатки.
12. Секвенирование ДНК. Эволюция методов секвенирования ДНК.
13. Секвенирование по Сэнгеру. Метод терминирующих ингибиторов. Автоматический метод секвенирования по Сэнгеру.
14. Технологии секвенирования нового поколения (NGS). Эмульсионная и мостиковая ПЦР. Секвенирование de novo и ресеквенирование. Референсный геном.
15. NGS: термины и определения (ДНК-адаптеры, ДНК-библиотека, покрытие (глубина секвенирования), прочтения (риды), контиги, скаффолды, гэпы, сборка генома).
16. Технологии секвенирования «второго» и «третьего» поколений: сходство и различия. Платформы для NGS.
17. Типы повторяющихся последовательностей в геноме животных. Макси-, микро- и

минисателлиты. Совершенные и не совершенные микросателлиты.

18. Фрагментный анализ (анализ микросателлитов). Оборудование, используемое для фрагментного анализа.
19. Области применения анализа микросателлитов в животноводстве.
20. Однонуклеотидные полиморфизмы (SNP). Высокопроизводительная технология генотипирования SNP на платформе BeadArray.
21. ДНК-чипы разной плотности. Коммерческие и кастомные ДНК-чипы. Структура выходных данных, получаемых с использованием ДНК-чипов.
22. Проведение контроля качества генотипирования. Используемые фильтры и их применение в зависимости от задач исследований.
23. Моногенные наследственные заболевания сельскохозяйственных животных. Методы их элиминации в популяциях животных.
24. Гаплотипы фертильности голштинского скота.
25. Наследственные заболевания мясного скота.
26. Наследственные заболевания свиней.
27. Наследственные заболевания овец и коз.
28. Локусы количественных признаков сельскохозяйственных животных. Картирование QTL.
29. ДНК-маркеры QTL. Использование ДНК-маркеров в селекции.
30. Требования ЕЭК к проведению молекулярно-генетической экспертизы племенного материала

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **бально-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу бально-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 7

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен/ Зачет с оценкой</b>	<b>Зачет</b>
85-100	Отлично	зачет
70-84	Хорошо	
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	незачет

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» либо «зачет», «незачет».



## Критерии оценки ответов на практическом занятии

Оценка «зачтено» ставится, если студент полно усвоил учебный материал; проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; продемонстрирована сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; могут быть допущены одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов.

Оценка «не зачтено» ставится, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей, или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки

## Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Кригер О.В. **ОСНОВЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ. УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**, Санкт-Петербург, 2023. – 59с.
2. Биотехнология в животноводстве / Е. Я. Лебедько, П. С. Катмаков, А. В. Бушов, В. П. Гавриленко. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 160 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/262487>.
3. Вирусология и биотехнология : учебник / Р. В. Белоусова, Е. И. Ярыгина, И. В. Третьякова [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-2266-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103898>
4. Высокогорский, В. Е. Молекулярно-биологические основы биотехнологии : учебное посо-

бие / В. Е. Высокогорский, О. Н. Лазарева, Т. Д. Воронова. — Омск : Омский ГАУ, 2017. — 122 с. — ISBN 978-5-89764-650-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102877>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Генетическое маркирование мясной и молочной продуктивности крупного рогатого скота. Бейшова И.С., Белая Е.В., Поддудинская Т.В., 2018.-138 с.
2. Молекулярно-генетические исследования сельскохозяйственных животных методом ПЦР-ПДРФ. Гетманцева Л.В., Клименко А.И., Василенко В.Н. и др., 2018.-119 с
3. Биометрия в MS Excel : учебное пособие / Е.Я. Лебедевко, А.М. Хохлов, Д.И. Барановский, О.М. Гетманец. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-2932-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>
4. Донкова, Н. В. Биотехнология получения кормовых добавок из крахмалсодержащего растительного сырья : монография / Н. В. Донкова. — Красноярск : КрасГАУ, 2016. - 128 с. — ISBN 978-5-94617-391-9. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130076>
5. Карманова, Е.П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е.П. Карманова, А.Е. Болгов, В.И. Митютько. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>

## 7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Методические рекомендации по использованию метода ДНК-диагностики генотипов молочных белков крупного рогатого скота. Шейко И.П., Ганджа А.И., Курак О.П. и др., 2011.-21 с
2. Шестаков В. М. Методические указания и задания для выполнения лабораторно-практических занятий по курсу «Генетика с основами биометрии»/ В. М. Шестаков// Калуга 2011.- 39с
3. Шестаков В.М. Сборник задач по генетике / В.М.Шестаков //Калуга,2003.-58с
4. Шестаков В.М Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов В.М.Шестаков, Л.Н. Гамко // Брянск. Изд. БГСХА, 2013.-32с.

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

- Министерство сельского хозяйства Российской Федерации / Официальный сайт. – Режим доступа: <http://mcsx.ru/> (Открытый доступ).
- Научная электронная библиотека [www.eLIBRARY.RU](http://www.eLIBRARY.RU) (Открытый доступ).
- Россельхознадзор / Официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.fsvps.ru> (Открытый доступ).
- Центральная научная сельскохозяйственная библиотека. – Режим доступа: <http://www.cnshb.ru> (Открытый доступ).
- Электронно-библиотечная система Издательства Лань. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (Открытый доступ).
- ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса <http://www.vniikormov.ru/> (Открытый доступ)
- Министерство сельского хозяйства Калужской области / Официальный сайт. – Режим доступа: <https://admoblkaluga.ru/sub/selhoz/> (Открытый доступ).

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Все разделы	Microsoft Power-Point	Подготовка презентаций	Microsoft	2006 Версия Microsoft Office PowerPoint 2007
2	Все разделы	Microsoft Office Word	Текстовый редактор	Microsoft	2006 Версия MicrosoftOffice Word 2007

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. № 201н)	Мультимедийное оборудование (проектор тип 1 Acer X1226H, Экран Draper Diplomat, ноутбук с колонками), трибуна напольная, плакаты на баннерной ткани(3 шт.), стол преподавательский, учебные парты (22 шт.), посадочных мест 77.
Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (каб. № 215н)	Стеллаж, муляжи туш, рабочее место преподавателя, стол аудиторный (17 шт.), стул аудиторный (30 шт.), посадочных мест 30, доска учебная, плакаты на баннерной ткани (5 шт.)
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (каб. № 203н).	компьютерные столы (15 шт.); стулья (15 шт.); рабочее место преподавателя; рабочая станция (моноблок) Acer Veriton Z4640G (15 шт.) подключенные к сети Интернет и обеспеченные доступом к ЭБС. Используемое программное обеспечение: Microsoft Office Professional Plus

	2007 (Micro- soft Open License №42906552 от 23.10.2007, Microsoft Open License №43061896 от 22.11.2007, Microsoft Open License №46223838 от 04.12.2009); Microsoft Office Standard 2007 (Microsoft Open License №43061896 от 22.11.2007, Microsoft Open License №46223838 от 04.12.2009).
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (каб. № 41).	<p>При входе имеется пандус для обеспечения беспрепятственного доступа граждан с ограниченными возможностями: (20 посадочных места); оснащено учебной мебелью, мультимедийным оборудованием: 4 компьютерами i3/8Gb/SSD250Gb/WIN10PRO, монитор, клавиатура, мышь.); МФУ brother dcp-L2540DNR с доступом к сети Интернет, выходом в электронную библиотеку университета и на учебно-методический портал (<a href="https://sdo.timacad.ru">https://sdo.timacad.ru</a>). Для создания условий самостоятельной работы для слепых и слабовидящих установлено специализированное стационарное рабочее место. В комплект специализированного рабочего места входит: персональный компьютер (моноблок) i7uofficek2101 (21.5" fullhd i3 4160/4Gb/500Gb/HDG 4400/DVDRW/CR/Win7Pro); предустановленное в ПК программное обеспечение: msoffice 2010, JAWS (профессиональная редакция, версия 2020) – программа экранного доступа, magic (версия 13.1.1217) - программа экранного увеличения с речевой поддержкой, abbyyfinereader 11 professional edition – программа для сканирования, распознавания, сохранения и редактирования печатных документов.</p>

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

При изучении курса целесообразно придерживаться следующей последовательности:

1. До посещения первой лекции:

- а) внимательно прочитать основные положения программы курса;
- б) подобрать необходимую литературу и ознакомиться с её содержанием.

2. После посещения лекции:

- а) углублено изучить основные положения темы программы по материалам лекции и рекомендуемым литературным источникам;
- б) дополнить конспект лекции краткими ответами на каждый контрольный вопрос к теме и при возможности выполнить задание для самостоятельной работы;
- в) составить список вопросов для выяснения во время аудиторных занятий;
- г) подготовиться к практическим занятиям.

Самостоятельная работа студентов по заданию преподавателя должна быть спланирована и организована таким образом, чтобы дать возможность не только выполнять текущие учебные занятия, но и научиться работать самостоятельно. Самостоятельная работа представляет собой работу с материалами лекций, чтение учебной и дополнительной литературы, что позволит студентам углублять свои знания, формировать определенные навыки работы.

Контроль самостоятельной работой студентов осуществляется преподавателем на практических занятиях.

В структуру самостоятельной работы входит

1. работа студентов на лекциях и над текстом лекции после нее, в частности, при подготовке к зачету;
2. подготовка к практическим занятиям (подбор литературы к определенной проблеме; работа над источниками; составление реферативного сообщения или доклада и пр.),
3. работа на практических занятиях, проведение которых ориентирует студентов на творческий поиск оптимального решения проблемы, развивает навыки самостоятельного мышления и умения убедительной аргументации собственной позиции.

Студент должен проявить способность самостоятельно разобраться в работе и выработать свое отношение к ней, используя полученные в рамках данного курса навыки.

Задания для самостоятельной работы студентов являются составной частью учебного процесса. Выполнение заданий способствует:

- закреплению и расширению полученных студентами знаний по изучаемым вопросам в рамках учебной дисциплины;
- формированию практических навыков;

Важность самостоятельной работы студентов обусловлена повышением требований к уровню подготовки специалистов в современных условиях, необходимостью давать оценку конкретным практическим ситуациям; осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения поставленных задач. Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем в сфере повышения устойчивости животных к факторам окружающей среды и повышения их продуктивности.

Задания для самостоятельной работы выполняются во внеаудиторное время.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший занятия, обязан предоставить в письменном виде выполненное задание по пропущенной теме, возможно написание реферата в случае пропуска лекции.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Для лучшего усвоения материала студентами преподавателю рекомендуется в первую очередь ознакомить их с программой курса и кратким изложением материала курса, представленного в образовательной программе дисциплины. Во-вторых, необходимо ознакомить студентов с основными терминами и понятиями, применяемыми в данной дисциплине, которые представлены в глоссарии. Далее согласно учебному плану на лекционных занятиях преподаватель должен довести до студентов теоретический материал согласно тематике и содержанию лекционных занятий, представленных в методических рекомендациях отдельным разделом.

Изучив содержание учебной дисциплины, целесообразно разработать перечень наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам лекционных и практических занятий. Пакет заданий для самостоятельной работы следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи. Организуя самостоятельную работу, необходимо постоянно обучать студентов методам такой работы.

Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;

-возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

-опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;

-тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционный курс в вузе, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывают, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20-й минутах, второй - на 30-35-й минутах. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.

Использование новых информационных технологий в цикле лекций и практических занятий по курсу позволяют максимально эффективно задействовать и использовать информационный, интеллектуальный и временной потенциал, как студентов, так и преподавателей для реализации поставленных учебных задач.

При проведении практических занятий полученные теоретические знания необходимо закрепить устным или письменным опросом по каждой отдельной теме. После изучения на лекциях каждой темы закрепления и лучшего усвоения материала на практических занятиях рекомендуется провести опрос студентов по представленным вопросам для самопроверки. Завершить изучение курса целесообразно выполнением тестов для проверки усвоения учебного материала. Подобный подход позволит студентам логично и последовательно осваивать материал и успешно пройти итоговую аттестацию в виде экзамена.

Практические занятия проводятся по узловым и наиболее важным темам, разделам учебной программы. Они могут быть построены как на материале одной лекции, так и на содержании нескольких лекции. Главная и определяющая особенность любого практического занятия - наличие задания (эксперимента, исследования) а также диалога между преподавателем и студентами и самими студентами.

При подготовке практических занятий желательно придерживаться следующего алгоритма:

а) разработка учебно-методического материала:

- формулировка темы, соответствующей программе;

- определение целей и задач занятия;

- выбор методов, приемов и средств, для проведения практического занятия, подготовка объектов исследования и оборудования;

-при необходимости проведение консультаций для студентов;

б) подготовка обучаемых и преподавателя:

-составление плана практического занятия из 3-4 вопросов и предоставление студентам 4-5 дней для подготовки к нему;

-предоставление рекомендаций о последовательности изучения литературы (учебники, учебные пособия, конспекты лекций, статьи, справочники, информационные сборники, статистические данные и др.);

-создание набора наглядных пособий;

- подготовка оборудования, объектов исследования и материала.

Подводя итоги занятия, можно использовать следующие критерии оценки ответов:

-полнота и конкретность ответа;

-последовательность и логика изложения;

-связь теоретических положений с практикой;

-обоснованность и доказательность излагаемых положений;

-наличие качественных и количественных показателей;

-наличие иллюстраций к ответам в виде рабочих тетрадей, с выполненными на практических занятиях рисунками, таблицами и схемами;

-уровень культуры речи:

-использование наглядных пособий и т.п.

В конце занятия рекомендуется дать оценку всего практического занятия, обратив особое внимание на следующие аспекты: качество подготовки; результаты выполненной работы; степень усвоения знаний; активность; положительные стороны в работе студентов; недостатки в работе студентов и пути их устранения.

При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности.

Текущие задолженности должны быть ликвидированы до начала зачетной недели. Отработки пропущенных занятий проводятся во время еженедельных консультаций по расписанию преподавателя. Предусмотрены следующие формы: решение задач и проведение расчетов по индивидуальному заданию преподавателя, отработка методик лабораторных работ, ответы на вопросы по теории. Написание реферата также может служить одним из способов отработки пропущенных занятий.

**Программу разработали:**

Зеленина О.В., доцент, к.б.н.;

Ревякин А.О., доцент, к.б.н.