

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Юлдашбаев Юсупжан Артымович  
Должность: И.о. директора института зоотехнии и биологии  
Дата подписания: 14.09.2023 11:05:41  
Уникальный программный ключ:  
5fc0f48fbb34735b4d931397ee06994d56e515e6



**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)

Институт зоотехнии и биологии  
Кафедра разведения, генетики и биотехнологии животных



**УТВЕРЖДАЮ:**  
И. о. директора института  
зоотехнии и биологии

Юлдашбаев Ю.А.

2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФТД.02 «Введение в ПЦР-анализ»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 36.03.02 – «Зоотехния»  
Направленность: «Биотехнология и генетика в селекции животных»  
Курс 4  
Семестр 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

Разработчики: Селионова М.И., д.б.н., профессор  
Гладких М.Ю., к. с.-х. н., доцент

«10» 04 2023 г.

Рецензент: Османян А.К., д.с.-х.н., профессор

А.К. Османян  
«11» 04 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки

Программа обсуждена на заседании кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных, протокол № 9 от «10» 04 2023 г.

Зав. кафедрой Селионова М.И., д.б.н., профессор

М.И. Селионова  
«10» 04 2023 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии института Маннапов А.Г., д.б.н., профессор

А.Г. Маннапов

протокол №8 от 26 апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой разведения, генетики и биотехнологии животных

Селионова М.И., д.б.н., профессор

М.И. Селионова  
«10» 04 2023 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Ермилова Л.В.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	4
1. Цели освоения дисциплины .....	5
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	5
3. Структура и содержание дисциплины.....	7
3.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	7
3.2. Содержание дисциплины.....	8
3.3. Лекции/практические занятия .....	9
4. Образовательные технологии .....	12
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	13
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплин .....	13
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	13
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	19
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	19
7.1 Основная литература .....	19
7.2 Дополнительная литература.....	20
7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	20
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	20
9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	20
10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины.....	21
11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине.....	22

**Аннотация**  
рабочей программы учебной дисциплины  
**ФТД.02 «Введение в ПЦР-анализ»**  
для подготовки бакалавров по направлению 36.03.02 – «Зоотехния»

**Цель освоения дисциплины:** формирование у бакалавров представлений о полимеразной цепной реакции – молекулярно-биологической реакции, позволяющей получить большое количество копий конкретного фрагмента ДНК, Применении ПЦР в практике животноводства, а также в биологической и медицинской практике для диагностики различных заболеваний, а также в криминалистике и при проведении санитарно-экологического контроля.

**Место дисциплины** в учебном плане: входит в цикл ФТД, часть, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплина осваивается в 7 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются компетенции (индикаторы): ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3.

**Краткое содержание дисциплины.** Дисциплина ФТД.02 «Введение в ПЦР-анализ» включает общие принципы полимеразной цепной реакции (ПЦР), рассматривает основные компоненты ПЦР, модификации полимеразной цепной реакции, этапы проведения ПЦР, интерпретация результатов ПЦР. Дисциплина ориентирована на формирование у бакалавров представлений о новейших направлениях в области генетических технологий и их использования в селекции животных для решения задач профессиональной деятельности.

**Общая трудоемкость дисциплины:** составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

**Промежуточный контроль** по дисциплине: зачет.

**Ведущие преподаватели:**

Селионова М.И., д.б.н., профессор

Гладких М. Ю., к. с.-х. н., доцент

## 1. Цели освоения дисциплины

**Целью дисциплины** ФТД.02 «Введение в ПЦР-анализ» является формирование у бакалавров представлений об общих принципах полимеразной цепной реакции (ПЦР), основных компонентах ПЦР, модификации полимеразной цепной реакции, этапах проведения ПЦР, интерпретации результатов ПЦР. Дисциплина ориентирована на формирование у бакалавров представлений о новейших направлениях в области генетических технологий и их использования в селекции животных для решения задач профессиональной деятельности.

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина ФТД.02 «Введение в ПЦР-анализ» по направлению 36.03.02 – «Зоотехния» является дисциплиной вариативной части учебного цикла ФТД, формируемого участниками образовательных отношений. Дисциплина осваивается в 7 семестре.

Реализация в дисциплине ФТД.02 «Введение в ПЦР-анализ» требований ФГОС ВПО, ООП ВПО и Учебного плана по направлению 36.03.02 – «Зоотехния» базируется на предшествующих курсах бакалавриата, таких как: «Генетика животных», «Частная генетика и геномная селекция животных», «Биохимия», «Разведение животных».

Дисциплина ФТД.02 «Введение в ПЦР-анализ» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Организация племенной работы в животноводстве», «Методы биотехнологии и биоинформатики в животноводстве».

Особенность дисциплины состоит в том, что знание закономерностей наследования и формирования разнообразия признаков лежит в основе классических и современных технологий разведения сельскохозяйственных животных, необходимых в любой сфере профессиональной деятельности выпускника.

Рабочая программа дисциплины ФТД.02 «Введение в ПЦР-анализ» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Особенностью дисциплины является то, что современное состояние геномной селекции в животноводстве требует особого внимания к формированию у бакалавров углубленных профессиональных знаний о применении современных методов молекулярной генетики в решении вопросов селекции животных. Изучение дисциплины будет способствовать пониманию современных тенденций в развитии генетических методов в животноводстве, специфики и возможности использования ПЦР при решении профессиональных задач.

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

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

**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	ПКос-1 Способен осуществлять контроль и координацию работ по содержанию, кормлению, разведению животных и производству продукции животноводства на основе применения современных цифровых средств и технологий					
			ПКос-1.1	Знать принципы контроля и координации работ по содержанию, кормлению, разведению животных и производству продукции животноводства на основе применения современных цифровых средств и технологий		
			ПКос-1.2		Уметь определить точки контроля технологий содержания, кормления, разведения животных и производства продукции животноводства на основе применения современных цифровых средств и технологий	
			ПКос-1.3			Владеть навыками организации и координации работ по содержанию, кормлению, разведению животных и производству продукции животноводства на основе применения современных цифровых средств и технологий

### 3. Структура и содержание дисциплины

Контроль знаний бакалавров проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация бакалавров, оценка знаний и умений, проводится на семинарских занятиях с помощью опроса, оценки самостоятельной работы, включая подготовку докладов по вопросам для самостоятельного изучения дисциплины.

Промежуточная аттестация бакалавров проводится в форме текущего контроля – зачет.

#### 3.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т. ч. по семестрам
		№ 7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72,0</b>	<b>72,0</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>32,25 (4)</b>	<b>32,25 (4)</b>
<b>Аудиторная работа</b>		
<i>лекции (Л)</i>	16,0	16,0
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16,0 (4)	16,0 (4)
<i>консультации перед зачетом</i>		
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>39,75</b>	<b>39,0</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	30,75	30,75
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9,0	9,0
Вид промежуточного контроля:	Зачет	

### 3.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
<b>Раздел 1.</b> «Общие принципы полимеразной цепной реакции (ПЦР)»	8	2	2		4
<b>Раздел 2.</b> «Методы выделения нуклеиновых кислот»	12	2	4		6
<b>Раздел 3.</b> «Варианты технологии ПЦР. Детекция результатов ПЦР»	14	4	4		6
<b>Раздел 4.</b> «Общие требования к организации ПЦР-лаборатории. Контроль качества лабораторных исследований»	10	2	2		6
<b>Раздел 5.</b> «Ошибки ПЦР»	8,75	2	2		4,75
<b>Раздел 6.</b> «Практическое использование ПЦР-диагностики»	10	4	2		4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25			0,25	
<i>подготовка к зачету (контроль)</i>	9,0				9,0
<b>Всего за 7 семестр</b>	72	16	16(4)	0,25	39,75
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16(4)</b>	<b>0,25</b>	<b>39,75</b>

**Раздел 1. «Общие принципы полимеразной цепной реакции (ПЦР)».**

**Тема 1.1.** Принцип и параметры полимеразной цепной реакции.

**Тема 1.2.** Основные компоненты ПЦР.

**Тема 1.3.** Подбор праймеров. Характеристики праймеров.

**Тема 1.4.** Выбор термостабильной ДНК-полимеразы. Характеристики ДНК-полимераз.

**Раздел 2. «Методы выделения нуклеиновых кислот».**

**Тема 2.1.** Выделение нуклеиновых кислот разными методами.

**Тема 2.2.** Определение концентрации нуклеиновых кислот.

**Тема 2.3.** Гибридизация нуклеиновых кислот.

**Раздел 3. «Варианты технологии ПЦР. Детекция результатов ПЦР».**

**Тема 3.1.** Постановка ПЦР с использованием «горячего старта». Гнездная ПЦР. Полуколичественный анализ. Количественная ПЦР.

**Тема 3.2.** ПЦР с использованием обратной транскриптазы.

**Тема 3.3.** Мультипраймерная ПЦР. In Situ ПЦР. ПЦР в реальном времени.

**Тема 3.4.** Детекция результатов ПЦР. Электрофоретическая, флуоресцентная детекция, ПЦР с детектором «Джин» («Gene»).

**Раздел 4. «Общие требования к организации ПЦР-лаборатории».**

**Тема 4.1.** Принципы организации ПЦР-лаборатории.



**Тема 4.2.** Обеззараживание исследуемого материала и режимы дезактивации при постановке ПЦР.

**Тема 4.3.** Контроль качества лабораторных исследований. Внутри лабораторный контроль качества. Внешний контроль качества.

**Раздел 5. «Ошибки ПЦР».**

**Тема 5.1.** Ошибки преаналитического этапа.

**Тема 5.2.** Ошибки аналитического этапа.

**Тема 5.3.** Ошибки постаналитического этапа.

**Раздел 6. «Практическое использование ПЦР-диагностики».**

**Тема 6.1.** Определение ГМИ в пищевых продуктах. Определение ГМИ в кормах.

**Тема 6.2.** ПЦР в племенном животноводстве, ветеринарии и растениеводстве.

**Тема 6.3.** ПЦР в судебно-медицинской экспертизе.

### 3.3. Лекции/практические занятия

**Таблица 4**

Содержание лекций/практических занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	<b>Раздел 1. «Общие принципы полимеразной цепной реакции (ПЦР)»</b>				<b>4</b>
	<b>Тема 1.1.</b> Принцип и параметры полимеразной цепной реакции.	<i>Лекция № 1.</i> История открытия, принцип и параметры полимеразной цепной реакции.	ПКос-1.1 ПКос-1.2 ПКос-1.3	Опрос.	2
	<b>Тема 1.2.</b> Основные компоненты ПЦР.	<i>Практическая работа № 1.</i> Основные компоненты ПЦР. Подбор праймеров. Выбор термостабильной ДНК-полимеразы.		Опрос. Тестирование. Выполнение практического задания	2
	<b>Тема 1.3.</b> Подбор праймеров. Характеристики праймеров.				
	<b>Тема 1.4.</b> Выбор термостабильной ДНК-полимеразы. Характеристики ДНК-полимераз.				
2.	<b>Раздел 2. «Методы выделения нуклеиновых кислот»</b>				<b>6</b>
	<b>Тема 2.1.</b> Выделение нуклеиновых кислот разными методами.	<i>Лекция №2.</i> Методы выделения нуклеиновых кислот.	ПКос-1.1 ПКос-1.2 ПКос-1.3	Опрос. Тестирование.	2

2.	<b>Тема 2.2.</b> Определение концентрации нуклеиновых кислот.	<i>Практическая работа № 2.</i> Выделение нуклеиновых кислот. Определение концентрации.	ПКос-1.1 ПКос-1.2 ПКос-1.3	Выполнение практического задания	2
	<b>Тема 2.3.</b> Гибридизация нуклеиновых кислот.	<i>Практическая работа № 3.</i> Гибридизация нуклеиновых кислот.			2
3.	<b>Раздел 3. «Варианты технологии ПЦР. Детекция результатов ПЦР»</b>				<b>8</b>
	<b>Тема 3.1.</b> Постановка ПЦР с использованием «горячего старта». Гнездная ПЦР. Полуколичественный анализ. Количественная ПЦР.	<i>Лекция № 3.</i> Варианты технологии ПЦР. Детекция результатов ПЦР.  <i>Практическая работа №4.</i> Постановка ПЦР с использованием «горячего старта». Постановка гнездовой ПЦР.	ПКос-1.1 ПКос-1.2 ПКос-1.3	Опрос.	4
	<b>Тема 3.2.</b> ПЦР с использованием обратной транскриптазы.	<i>Лекция № 4.</i> Мультипраймерная ПЦР. In Situ ПЦР. ПЦР в реальном времени.			Опрос. Тестирование. Выполнение практического задания.
	<b>Тема 3.3.</b> Мультипраймерная ПЦР. In Situ ПЦР. ПЦР в реальном времени.	<i>Практическая работа №5.</i> Детекция результатов ПЦР. Электрофоретическая, флуоресцентная детекция, ПЦР с детектором «Джин» («Gene»).			
	<b>Тема 3.4.</b> Детекция результатов ПЦР. Электрофоретическая, флуоресцентная детекция, ПЦР с детектором «Джин» («Gene»).				
4.	<b>Раздел 4. «Общие требования к организации ПЦР-лаборатории»</b>				<b>4</b>
	<b>Тема 4.1.</b> Принципы организации ПЦР-лаборатории.	<i>Лекция № 5.</i> Общие требования к организации ПЦР-лаборатории.	ПКос-1.1 ПКос-1.2 ПКос-1.3	Опрос.	2
	<b>Тема 4.2.</b> Обеззараживание исследуемого материала и режимы дезактивации при постановке ПЦР.	<i>Практическая работа № 6.</i> Контроль качества лабораторных исследований. Внутри лабораторный контроль качества. Внешний контроль качества.			Опрос. Выполнение практического задания.
	<b>Тема 4.3.</b> Контроль качества лабораторных исследований. Внутри лабораторный контроль качества. Внешний контроль качества.				
5.	<b>Раздел 5. «Ошибки ПЦР»</b>				<b>4</b>
	<b>Тема 5.1.</b> Ошибки преаналитического этапа.	<i>Лекция № 6.</i> «Ошибки ПЦР».	ПКос-1.1 ПКос-1.2 ПКос-1.3	Опрос.	2

	<b>Тема 5.2.</b> Ошибки аналитического этапа.	<i>Практическая работа № 7.</i> Ошибки преаналитического, аналитического и постаналитического этапов.	ПКос-1.1 ПКос-1.2 ПКос-1.3	Выполнение практического задания	2
	<b>Тема 5.3.</b> Ошибки постаналитического этапа.				
6.	<b>Раздел 6. «Практическое использование ПЦР-диагностики»</b>				<b>6</b>
	<b>Тема 6.1.</b> Определение ГМИ в пищевых продуктах. Определение ГМИ в кормах.	<i>Лекции № 7-8.</i> Практическое использование ПЦР-диагностики.	ПКос-1.1 ПКос-1.2 ПКос-1.3	Контрольная работа	4
	<b>Тема 6.2.</b> ПЦР в племенном животноводстве, ветеринарии и растениеводстве.	<i>Практическая работа № 8.</i> Использование ПЦР в племенном животноводстве, ветеринарии и растениеводстве.			2
	<b>Тема 6.3.</b> ПЦР в судебно-медицинской экспертизе.				

**Таблица 5**

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. «Общие принципы полимеразной цепной реакции (ПЦР)»</b>		
1	<b>Тема 1.1.</b> Принцип и параметры полимеразной цепной реакции.	Параметры полимеразной цепной реакции
	<b>Тема 1.2.</b> Основные компоненты ПЦР.	Требования к буферным растворам для ПЦР
	<b>Тема 1.3.</b> Подбор праймеров. Характеристики праймеров.	Характеристики праймеров. Дизайн праймеров.
	<b>Тема 1.4.</b> Выбор термостабильной ДНК-полимеразы. Характеристики ДНК-полимераз.	Характеристики ДНК-полимераз.
<b>Раздел 2. «Методы выделения нуклеиновых кислот»</b>		
2	<b>Тема 2.1.</b> Выделение нуклеиновых кислот разными методами.	Автоматический метод выделения ДНК.
	<b>Тема 2.2.</b> Определение концентрации нуклеиновых кислот.	Приборы для определения концентрации нуклеиновых кислот. Характеристики.
	<b>Тема 2.3.</b> Гибридизация нуклеиновых кислот.	ДНК-зонды.
<b>Раздел 3. «Варианты технологии ПЦР. Детекция результатов ПЦР»</b>		
3	<b>Тема 3.1.</b> Постановка ПЦР с использованием «горячего старта». Гнездная ПЦР. Полуколичественный анализ. Количественная ПЦР.	Гнездная ПЦР. Количественная ПЦР.
	<b>Тема 3.2.</b> ПЦР с использованием обратной транскриптазы.	Транскриптазы, характеристика область применения.
	<b>Тема 3.3.</b> Мультипраймерная ПЦР. In Situ ПЦР. ПЦР в реальном времени.	ПЦР в реальном времени. Преимущество, область применения.

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 4. «Общие требования к организации ПЦР-лаборатории»</b>		
4	<b>Тема 4.1.</b> Принципы организации ПЦР-лаборатории.	Основные правила при организации ПЦР-лаборатории.
	<b>Тема 4.2.</b> Обеззараживание исследуемого материала и режимы дезактивации при постановке ПЦР.	Правила отбор образцов биоматериала для проведения Режимы дезактивации при постановке ПЦР
	<b>Тема 4.3.</b> Контроль качества лабораторных исследований. Внутри лабораторный контроль качества. Внешний контроль качества.	Внутри лабораторный контроль качества.
<b>Раздел 5. «Ошибки ПЦР»</b>		
5	<b>Тема 5.1.</b> Ошибки преаналитического этапа.	Место взятия биологического материала. Качество взятия и обработки биологического материала. Хранение биологического материала.
	<b>Тема 5.2.</b> Ошибки аналитического этапа.	Выбор системы пробоподготовки. Генетическая изменчивость микроорганизмов. Технические ошибки.
	<b>Тема 5.3.</b> Ошибки постаналитического этапа.	Ошибки интерпретации результатов. Сравнение результатов ПЦР и ИФА. Сравнение результатов ПЦР и микроскопии. Сравнение результатов ПЦР и культурального метода.
<b>Раздел 6. «Практическое использование ПЦР-диагностики»</b>		
6	<b>Тема 6.1.</b> Определение ГМИ в пищевых продуктах. Определение ГМИ в кормах.	ГМИ. Основные понятия. Использование ПЦР для выявления ГМИ организмов.
	<b>Тема 6.2.</b> ПЦР в племенном животноводстве, ветеринарии и растениеводстве.	ПЦР в области фитосанитарного контроля.
	<b>Тема 6.3.</b> ПЦР в судебно-медицинской экспертизе.	ПЦР в генотипировании человека.

#### 4. Образовательные технологии

Таблица 6

##### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	<i>Практическая работа № 1.</i> Основные компоненты ПЦР. Подбор праймеров. Выбор термостабильной ДНК-полимеразы.	ПЗ
2.	<i>Практическая работа № 2.</i> Выделение нуклеиновых кислот. Определение концентрации.	ПЗ
3.	<i>Практическая работа № 3.</i> Гибридизация нуклеиновых кислот.	ПЗ

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
4.	<i>Практическая работа №4.</i> Постановка ПЦР с использованием «горячего старта». Постановка гнездовой ПЦР.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций.
5.	<i>Практическая работа №5.</i> Детекция результатов ПЦР. Электрофоретическая, флуоресцентная детекция, ПЦР с детектором «Джин» («Gene»).	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций.
6.	<i>Практическая работа № 6.</i> Контроль качества лабораторных исследований. Внутри лабораторный контроль качества. Внешний контроль качества.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций.
7.	<i>Практическая работа № 7.</i> Ошибки преаналитического, аналитического и постаналитического этапов.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций.
8.	<i>Практическая работа № 8.</i> Использование ПЦР в племенном животноводстве, ветеринарии и растениеводстве.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций.

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

**Виды текущего контроля:** устный опрос; тестирование, контрольная работа, ответы, подготовленные по вопросам для самостоятельного изучения дисциплины, указанным в таблице 5.

**Виды промежуточного контроля:** зачет.

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

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

**Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)**

Вопросы для подготовки к устному опросу по разделам.

#### **Раздел 1. «Общие принципы полимеразной цепной реакции (ПЦР)»**

1. Принцип и параметры полимеразной цепной реакции.
2. Основные компоненты ПЦР.
3. Подбор праймеров.
4. Характеристики праймеров. Требования к праймерам.
5. Выбор термостабильной ДНК-полимеразы. Характеристики ДНК-полимераз.

## **Раздел 2. «Методы выделения нуклеиновых кислот»**

1. Выделение нуклеиновых кислот разными методами.
2. Определение концентрации нуклеиновых кислот.
3. Гибридизация нуклеиновых кислот.

## **Раздел 3. «Варианты технологии ПЦР. Детекция результатов ПЦР»**

1. Постановка ПЦР с использованием «горячего старта».
2. Гнездная ПЦР. Полуколичественный анализ. Количественная ПЦР.
3. ПЦР с использованием обратной транскриптазы.
4. Мультипраймерная ПЦР. In Situ ПЦР. ПЦР в реальном времени.
5. Детекция результатов ПЦР. Электрофоретическая, флуоресцентная детекция.
6. Детекция результатов ПЦР с детектором «Джин» («Gene»).

## **Раздел 4. «Общие требования к организации ПЦР-лаборатории»**

1. Принципы организации ПЦР-лаборатории.
2. Обеззараживание исследуемого материала и режимы дезактивации при постановке ПЦР.
3. Контроль качества лабораторных исследований. Внутри лабораторный контроль качества. Внешний контроль качества.

## **Раздел 5. «Ошибки ПЦР»**

1. Ошибки преаналитического этапа.
2. Ошибки аналитического этапа.
3. Ошибки постаналитического этапа.

## **Раздел 6. «Практическое использование ПЦР-диагностики»**

1. Определение ГМИ в пищевых продуктах. Определение ГМИ в кормах.
2. ПЦР в племенном животноводстве, ветеринарии и растениеводстве.
3. ПЦР в судебно-медицинской экспертизе.

### **Тест-опрос по Разделу 1**

#### **«Общие принципы полимеразной цепной реакции (ПЦР)»**

1. Чем представлен генетический материал вирусов, прокариот и эукариот?
  - а) ДНК или РНК
  - б) только ДНК
  - в) Только РНК
2. Из чего состоит нуклеотид?
  - а) А, Т, Г, Ц
  - б) азотистые основания
  - в) сахар, фосфатная группа, азотсодержащее соединение
  - г) сахарофосфатный остов

3. Какой принцип лежит в основе образования двухцепочечных нуклеиновых кислот? Исходя из этого принципа расположите правильно нижний участок цепи ДНК:

(5') -----АТТГАЦАГГЦ----- (3')  
( ' )----- ( ' )

4. Назовите основной фермент репликации ДНК:

- а) ДНК-лигаза
- б) ДНК-полимераза
- в) протеиназа
- г) РНК-полимераза

5. Напишите основные стадии ПЦР

- а)
- б)
- в)

6. Напишите недостающий компонент ПЦР смеси

- а) буферный раствор
- б) магний
- в) праймеры
- г) ДНГ-полимераза
- д) ДНК-мишень
- е)

7. Что является основой специфичности ПЦР

- а) праймеры
- б) ДНК-мишень
- в) ДНК-полимераза

## Тест-опрос по Разделу 2.

### «Методы выделения нуклеиновых кислот»

1. Что происходит на этапе выделения ДНК?

- а) лизис клеточных оболочек
- б) отжиг праймеров
- в) деструкция нуклеопротеидных комплексов

2. На каком этапе необходимо добавлять внутренний контрольный образец?

- а) амплификации ДНК
- б) элюации ДНК
- в) выделения ДНК

3. Выберите правильную последовательность этапов выделения ДНК сорбцией на силикагеле.

- а) лизис клеточного материала→сорбция НК на частицы силикагеля→отмывка от белков и полисахаридов→подсушивание→элюация

б) отмывка от белков и полисахаридов→ сорбция НК на частицы силикагеля→ лизис клеточного материала→отмывка от солей→подсушивание ацетоном→элюация

4. Для чего необходим внутренний контрольный образец?

- а) контролировать потери ДНК при обработке биоматериала
- б) контролировать этап детекции
- в) контролировать работу лабораторного персонала

5. ПЦР-диагностика РНК-содержащих вирусов включает в себя следующие этапы

- а) выделение РНК→реакция обратной транскрипции→ПЦР→детекция
- б) выделение РНК→ ПЦР→детекция
- в) выделение РНК→ ПЦР→реакция обратной транскрипции→детекция

6. При каких условиях учитывают положительный результат?

- а) наличие полосы ВКО
- б) наличие специфической полосы
- в) наличие специфической полосы и полосы ВКО

7. Метод ПЦР является

- а) прямым методом диагностики
- б) непрямым методом диагностики

### **Тест опрос по Разделу 3.**

#### **«Варианты технологии ПЦР. Детекция результатов ПЦР»**

1. Какие стадии проходят при исследовании методом ПЦР в режиме реального времени?

- а) выделение ДНК (или РНК) из биологического материала
- б) проведение реакции амплификации
- в) проведение электрофореза для детекции продуктов ПЦР
- г) измерение флуоресцентного сигнала в ходе ПЦР для детекции продуктов ПЦР

2. Какие процессы происходят в пробирке с реакционной смесью при проведении ПЦР в режиме реального времени с использованием флуоресцентно меченых зондов?

- а) денатурация ДНК
- б) отжиг праймеров
- в) полимеризация (дистраивание) цепей ДНК-полимеразой
- г) гибридизация специфического зонда с ДНК-мишенью
- д) увеличение флуоресценции за счет связывания интеркалирующего красителя с двухцепочечной ДНК
- е) увеличение флуоресценции за счет удаления флуоресцентной метки от гасителя при связывании зонда с мишенью



3. На основе каких данных рассчитывается концентрация ДНК (РНК) в биологическом образце при количественном анализе методом ПЦР в режиме реального времени?
- а) по уровню флуоресценции по окончании ПЦР
  - б) путем определения «пороговых циклов» на участке экспоненциального накопления флуоресцентного сигнала
  - в) по величине пиков кривых плавления
4. Какие модули являются необходимыми составными частями прибора для проведения ПЦР в режиме реального времени?
- а) термоциклер
  - б) источник излучения
  - в) детектор флуоресцентного сигнала
  - г) трансиллюминатор
5. Выберите параметры, определяющие скорость миграции фрагментов ДНК в агарозном геле:
- а) длина пластинки геля
  - б) размер молекул ДНК
  - в) концентрация агарозы
  - г) напряженность электрического поля
6. По направлению к какому электроду движется ДНК в электрическом поле
- а) к катоду (-)
  - б) к аноду (+)
7. Для чего необходим бромистый этидий?
- а) для создания электрического поля в камере и геле
  - б) для визуального контроля проведения электрофореза
  - в) для визуализации ДНК под ультрафиолетовым излучением
8. Обозначьте последовательность этапов электрофореза
- а) внесение проб в гель
  - б) подключение ЭФ-камеры к источнику тока
  - в) приготовление пластинок геля
  - г) документирование результатов
  - д) приготовление буфера для электрофореза
  - е) просмотр геля под УФ-излучением
  - ж) проведение ЭФ под визуальным контролем
9. Какие стадии проводят при исследовании методом ПЦР в режиме реального времени?
- а) выделение ДНК (или РНК) из биологического материала
  - б) проведение реакции амплификации
  - в) проведение электрофореза для детекции продуктов ПЦР

г) измерение флуоресцентного сигнала в ходе ПЦР для детекции продуктов ПЦР

10. Какие процессы происходят в пробирке с реакционной смесью при проведении ПЦР в режиме реального времени с использованием флуоресцентно-меченных зондов

- а) денатурация ДНК
- б) отжиг праймеров
- в) полимеризация (дистраивание) цепей ДНК-полимеразой
- г) гибридизация специфического зонда с ДНК-мишенью
- д) увеличение флуоресценции за счет связывания интеркалирующего красителя с двухцепочечной ДНК
- е) увеличение флуоресценции за счет удаления флуоресцентной метки от гасителя при связывании зонда с мишенью

### **Задача для контрольной работы по Разделу 6. «Практическое использование ПЦР-диагностики»**

1. Прион – белок, обладающий следующими особенностями: его молекула с измененной пространственной структурой при контакте с другими молекулами этого же белка изменяют их пространственную структуру, увеличивая тем самым количество молекул с изменой пространственной структурой. Эти молекулы собираются в большие агрегаты, накапливаются в клетках и вызывают такие заболевания, как скрепи, губкообразная энцефалопатия у крупного рогатого скота.

Инфекционный прионный белок PrPSc устойчив к действию протеаз - ферментов, расщепляющих белки. Поэтому заражение животных часто происходит при поедании тканей зараженных животных. Молекулярная масса белка PrPSc в результате гидролитического воздействия протеазы К снижается незначительно и сохраняется на уровне 27-30-кДа. Оставшаяся часть белка называется инфекционным прионным белком PrP27-30. Попав в клетки селезенки и головного мозга, этот белок изменяет укладку нормального белка PrPС и переводит его в патологическую форму PrPSc.

Приняв, что молекулярный вес аминокислотного остатка в молекуле белка равно в среднем около 110 дальтон, определите примерное число аминокислотных остатков в молекуле инфекционного прионного белка PrP27-30

### **Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)**

1. Организация помещений ПЦР-лаборатории.
2. Приборное оснащение для проведения ПЦР-исследований.
3. Контроль качества лабораторных ПЦР-исследований. Внутри лабораторный внешний контроль качества.
4. Преимущества и ограничения ПЦР-диагностики.
5. Правила отбора образцов биоматериала для проведения ПЦР.
6. Хранение, транспортировка биоматериала.
7. Методы пробоподготовки и выделения нуклеиновых кислот.

8. ПЦР в реальном времени.
9. Методы регистрации результатов ПЦР.
10. Внутрिलाбораторный контроль качества работы лаборатории.
11. Теория ПЦР. Этапы, условия проведения ПЦР и режимы.
12. Термостабильные ДНК-полимеразы.
13. Применение ПЦР. Подготовка и постановка амплификации.
14. Постановка реакции обратной транскрипции.
15. ПЦР с использованием «горячего старта».
16. Гнездная ПЦР.
17. Полуколичественный анализ. Количественная ПЦР.
18. ПЦР с использованием обратной транскриптазы.
19. Мультипраймерная ПЦР.
20. In Situ ПЦР. ПЦР в реальном времени.
21. Детекция результатов ПЦР. Электрофоретическая, флуоресцентная детекция.
22. Детекция результатов ПЦР с детектором «Джин» («Gene»).
23. Ошибки преаналитического, аналитического, постаналитического этапов ПЦЗ-анализа.
24. Сравнение результатов ПЦР и культурального метода.
25. Сравнение результатов ПЦР и культурального метода.
26. Определение ГМИ в пищевых продуктах.
27. Определение ГМИ в кормах.
28. ПЦР в племенном животноводстве.
29. ПЦР в ветеринарии и растениеводстве.
30. ПЦР в судебно-медицинской экспертизе.

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

Промежуточная аттестация – зачет.

«Зачтено» выставляется на основе успешных ответов студентов на практических занятиях по результатам опроса, тестирования и решения контрольных работ; отсутствия занятий, пропущенных по неуважительной причине и неотработанных до начала зачетной недели.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. . Калмыкова, М. С. Основы полимеразной цепной реакции с разными форматами детекции / М. С. Калмыкова, М. В. Калмыков, Р. В. Белоусова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 80 с. — ISBN 978-5-507-45512-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/271274> (дата обращения: 07.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Технология ПЦР-анализа: учебное пособие / З. И. Боготова, А. А. Хакунова, М. М. Биттуева [и др.]. — Нальчик: КБГУ, 2022. — 74 с. — Текст: элек-

тронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/293465> (дата обращения: 07.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Шаева, А. Ю. Полимеразная цепная реакция в диагностике инфекционных болезней животных: учебно-методическое пособие / А.Ю. Шаева, А.К. Галиуллин, П. В. Софронов. — Казань: КГАВМ им. Баумана, 2021. — 55 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/255953>

2. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология. Биоинженерия: учебное пособие / Т. Р. Якупов. — Казань: КГАВМ им. Баумана, 2018. — 157 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122951> (дата обращения: 07.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Применение ПЦР для решения научных и практических задач: учебное пособие / В. А. Трофимов, В. И. Кудряшова, М. В. Ромашкина, Д. И. Сидоров. — Саранск: МГУ им. Н.П. Огарева, 2021. — 104 с. — ISBN 978-5-7103-4153-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/311741> (дата обращения: 07.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Конспекты лекций, соответствующие разделы и главы основной и дополнительной литературы, рабочая тетрадь.

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

1. <http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека eLibrary.ru (*открытый доступ*)

2. <http://omia.angis.org.au> Научная справочная база данных по генетике животных OMIA – Online Mendelian Inheritance in Animals (*открытый доступ*)

3. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> Национальный центр биотехнологической информации NCBI – National Center for Biotechnology Information (*открытый доступ*)

4. Словарь терминов по биотехнологии для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, Рим. Размещено на сайте ФАО: [www.fao.org/biotech/biotech-glossary/ru/](http://www.fao.org/biotech/biotech-glossary/ru/).

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Биотехно

логия в животноводстве» необходимы аудитории: лекционные, для проведения практических, лабораторных и семинарских занятий, для самостоятельной работы студентов.

Таблица 8

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
Лекционная аудитория имени Н.Н. Худякова, Учебный корпус №9 (ул. Тимирязевская, 52), ауд. 225.	Лавки и столы аудиторные (аудитория на 150 чел.) Доска меловая Экран с электроприводом. Видеопроектор Системный блок с монитором
Аудитория для практических, лабораторных и семинарских занятий Учебный корпус №9 (ул. Тимирязевская, 52), ауд. 208.	Интерактивная панель Lumien с оборудованием для видеоконференций Стул ИЗО (25 шт.) 558578 Стол лабораторный (13 шт.) 558579/29-41
Аудитория для практических, лабораторных и семинарских занятий Учебный корпус №9 (ул. Тимирязевская, 52), ауд. 211.	Компьютерный класс (15 ПК) Доска 1 эл.120x230 маркер 559142 Стул ИЗО (21 шт.) 558578 Стол лабораторный (11 шт.) 558579/19-28
Аудитория для практических, семинарских и самостоятельных занятий Учебный корпус №9 (ул. Тимирязевская, 52), ауд. 202.	Доска 1 эл.120x230 маркер 559143 Стол аудиторный (14 шт.) 558588 Лавка аудиторная (14 шт.) 558589
Помещения для самостоятельной работы студентов ЦНБ имени Н.И. Железнова (ул. Лиственничная аллея, д.2 к.1)	Читальный зал
Помещения для самостоятельной работы студентов, общежитие №8 (ул. Верхняя аллея, 2Б)	Комната для самоподготовки

**10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины студент должен учитывать следующие особенности курса.

1. Один и тот же материал не повторяется на лекциях и практических занятиях. Для того чтобы эффективно выполнять задания на практических занятиях, студент должен владеть материалом предшествующих лекций.

2. Самостоятельная работа студента, отведенная Учебным планом на освоение дисциплины, составляет **39,75** часа. Вопросы, рекомендованные к самостоятельному изучению, как правило, не рассматриваются или рассматриваются очень кратко на лекциях и практических занятиях. Для успешного усвоения лекционного материала и выполнения заданий на практических занятиях необходимо своевременно, в назначенные преподавателем сроки, прорабатывать вопросы для самостоятельного изучения, а все, что осталось непонятым, обсудить с преподавателем во время консультации или на практическом занятии.

В течение семестра деканатом проводится контрольное мероприятие по оценке успеваемости и посещаемости занятий (Контрольная неделя).

Общая организация проведения промежуточной аттестации осуществляется согласно Положению о промежуточной аттестации обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования – программе магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», с выпиской из которого знакомят студентов.

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

Студент, пропустивший занятие, обязан отработать пропущенное занятие в соответствии с графиком проведения консультаций и отработок.

Студент, пропустивший три практических занятия подряд, обязан предоставить разрешение из деканата на дальнейшее посещение занятий.


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

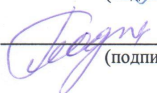
Преподаватель должен обеспечить студенту возможность самостоятельной творческой работы на практических занятиях. Большей частью практические занятия проводятся в форме разбора конкретных ситуаций. Для этого студент получает набор данных, полученных в конкретных наблюдениях и экспериментах. Проанализировав полученные данные, студент должен сделать выводы о структуре кариотипа разных видов животного, типе наследования признака, генотипе животного и его потомков, риске рождения больных потомков при спаривании определенных животных, генетической структуре популяции и т.д. Осваивая методы анализа количественных признаков, студент должен выбрать метод анализа и осуществить расчеты необходимых параметров. На основе сформулированных выводов студент должен сделать рекомендации о возможности использования животного в разведении, организации систем спариваний, методах профилактики распространения наследственных дефектов и болезней, ожидаемых значениях количественных признаков и т.д. Задания могут выполняться индивидуально или в небольших (2-3 человека) группах.

#### **Программу разработали:**

Селионова М.И., д.б.н., профессор

Гладких М.Ю., к. с.-х. н., доцент

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу учебной дисциплины**  
**ФТД.02 «Введение в ПЦР-анализ»**

для подготовки бакалавров по направлению  
36.03.02 – «Зоотехния», направленность «Биотехнология и генетика в селекции животных»

Османыном Артемом Карловичем, доктором с.-х. наук, профессором, профессором кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО «РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева» (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины ФТД.02 «Введение в ПЦР-анализ» для подготовки бакалавров по направлению 36.03.02 – «Зоотехния», направленность (профиль) «Биотехнология и генетика животных», разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре разведения, генетики и биотехнологии животных (разработчики: Селионова М.И., д. б. н., профессор, Гладких М.Ю., к. с.-х. н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Введение в ПЦР-анализ» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 36.03.02 – «Зоотехния». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению.

2. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС по направлению 36.03.02 – «Зоотехния».

3. В соответствии с Программой за дисциплиной «Введение в ПЦР-анализ» закреплена 1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3) компетенция (индикатор).

4. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Введение в ПЦР-анализ» составляет 2 зачётные единицы (72 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Введение в ПЦР-анализ» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 36.03.02 – «Зоотехния» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Дисциплина предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области генетики, молекулярной биологии, генетической инженерии и др. в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 36.03.02 – «Зоотехния».

9. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (устный опрос, тестовые задания), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – ФТД ФГОС направления 36.03.02 – «Зоотехния».

10. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 3 наименования, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 36.03.02 – «Зоотехния».

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Введение в ПЦР-анализ» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

13. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Введение в ПЦР-анализ».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Введение в ПЦР-анализ» ОПОП ВО по направлению 36.03.02 – «Зоотехния», направленность (профиль) «Биотехнология и генетика в селекции животных» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Селионовой М.И., д. б. н., профессором, Гладких М.Ю., к. с.-х. н., доцентом соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Османян Артем Карлович,  
доктор с.-х. наук, профессор кафедры  
частной зоотехнии ФГБОУ ВО  
«РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева»

 «11» 04

(подпись)

2023 г.