

Документ подписан простой электронной подписью



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
Должность: Заместитель директора института зоотехнии и биологии  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Дата подписания: 21.02.2025 10:55:41

Уникальный программный ключ:

Институт зоотехнии и биологии  
7abcc100773ae7c9cceba7a083ff3fbff160d2a  
Кафедра разведения, генетики и биотехнологии животных

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института зоотехнии  
и биологии, профессор,  
д.вет.н. С.В. Акчурин

“18” августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.02.01 Биоинформатика в селекции животных**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 06.04.01 – Биология  
Профиль: «Биоинформатика»

Курс 2  
Семестр 3

Форма обучения: очная  
Год начала подготовки: 2024

Разработчики: Гладких Марианна Юрьевна, к.с.-х.н., доцент  
Селионова Марина Ивановна, д.б.н., профессор

«18» августа 2024 г.

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

Аксин

«18» августа 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП по  
направлению подготовки 06.04.01 – Биология и учебного плана 2024 года нача-  
ла подготовки

Программа обсуждена на заседании  
кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных  
протокол № 1 от «18» августа 2024 г.

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

Селионова

«18» августа 2024 г.

Согласовано:

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

Маннапов

«18» августа 2024 г.

Заведующий выпускающей кафедрой разведения, генетики и биотехнологии  
животных Селионова М.И., д.б.н., профессор

Селионова

«18» августа 2024 г.

Зав.отделом комплектования ЦНБ

Мусаев Султанов А.А.

Москва, 2024

## 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, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	8
ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>13</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>13</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков (или) опыта деятельности .....	13
6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	16
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>17</b>
7.1 Основная литература .....	17
7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	17
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>18</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>18</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	20
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>20</b>

## Аннотация

**Цель освоения дисциплины:** Целью освоения дисциплины «Биоинформатика в селекции животных» является подготовка высокопрофессиональных специалистов в области биоинформатики и ее применения в селекции животных. Курс ориентирован на ознакомление слушателей с соответствующими вычислительными инструментами, обобщающими многочисленные экспериментальные работы по системной и молекулярной биологии, генетике и др. Дисциплина имеет практико-ориентированную направленность, позволяет слушателям овладеть базовыми знаниями компьютерных программ и баз данных для работы в области совершенствования племенных ресурсов животных.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению 06.04.01 – «Биология» и является курсом по выбору.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются следующие дисциплины бакалавриата: маркетинг, информатика, генетика животных; разведение животных, технология животноводства, - и дисциплины магистратуры: информационные технологии; методология и методика научных исследований.

В результате освоения дисциплины «Биоинформатика в селекции животных» приобретенные знания позволяют выпускникам овладеть базовыми знаниями в области системной и молекулярной биологии, генетики и др.; студенты получат знакомство с методологией разработки алгоритмов компьютерного анализа данных геномики.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3.

**Краткое содержание дисциплины:** Симбиоз биоинформатики, вычислительной и экспериментальной биологии для решения селекционных задач. Использование баз данных для прогноза племенной ценности животных. Анализ биологических последовательностей – генетических текстов. Применение методов статистического анализа. Математическое моделирование.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часов/3 зачетных единицы, в т.ч. практическая подготовка – 4 часа.

**Промежуточный контроль:** экзамен в семестре 3.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Биоинформатика в селекции животных» является подготовка высокопрофессиональных специалистов в области биоинформатики и ее применения в селекции животных. Курс ориентирован на ознакомление слушателей с соответствующими вычислительными инструментами, обобщающими многочисленные экспериментальные работы по системной и молекулярной биологии, генетике и др. Дисциплина имеет практико-ориентированную направленность, позволяет слушателям овладеть базовыми знаниями компьютерных программ и баз данных для работы в области совершенствования племенных ресурсов животных.

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

Дисциплина «Биоинформатика в селекции животных» включена в обязательный перечень дисциплин базовой части учебного плана. Дисциплина «Биоинформатика в селекции животных» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 06.04.01 – «Биология».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются следующие дисциплины бакалавриата: маркетинг, информатика, генетика животных; разведение животных, технология животноводства, - и дисциплины магистратуры: информационные технологии; методология и методика научных исследований.

В результате освоения дисциплины «Биоинформатика в селекции животных» приобретенные знания позволяют выпускникам овладеть базовыми знаниями в области системной и молекулярной биологии, генетики и др.; студенты получат знакомство с методологией разработки алгоритмов компьютерного анализа данных геномики.

В рамках данного учебного курса изучаются Симбиоз биоинформатики, вычислительной и экспериментальной биологии для решения селекционных задач. Использование баз данных для прогноза племенной ценности животных. Анализ биологических последовательностей – генетических текстов. Применение методов статистического анализа. Математическое моделирование.

Особенностью данного учебного курса является необходимость использования аудиторий – компьютерных классов, а также программного обеспечения, позволяющего осуществлять статистическую обработку массивов данных.

Рабочая программа дисциплины «Биоинформатика в селекции животных» 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.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-3.1	Способен самостоятельно в качестве руководителя или члена коллектива организовывать и управлять производственной и научно-исследовательской деятельностью в избранной и смежных предметных областях	Знать: научно-методические основы и методы биоинформатики для решения производственных и научно-исследовательских задач в области растениеводства и животноводства	Основные методы биоинформатики в приложении к исследованиям в области геномики животных		
2.	ПКос-3.2		Уметь: проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинформатики и смежных дисциплин, самостоятельно использовать современные технологии для решения задач профессиональной деятельности		использовать информацию из баз данных по структуре геномов и белков, а также другой биологической информации; применять методы и подходы биоинформатики для проведения компьютерного анализа данных геномики и протеомики	
3.	ПКос-3.3		Владеть: современными технологиями в области биоинформатики и геномики, применяемые при решении теоретических и практических задач в селекции растений и животных			Терминологией и методологией геномики и биоинформатики; практическими методами программирования и навыками работы с биоинформационными ресурсами.
4.	ПКос - 4.1	Способен проводить научные исследования по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы, анализировать результаты, формулировать выводы	Знать структуру научной работы и правила ее оформления	историю развития геномики и биоинформатики, теории и их место в современном естествознании; основные законы геномики и основные положения биоинформатики; основы химии и физики нуклеиновых кислот и белков; языки программирования и основные алгоритмы, используемые для анализа биоинформационных данных		
5.	ПКос - 4.2		Уметь провести статистическую обработку и анализ результатов исследований, сформулировать выводы, используя		Построить оценочные функции для решения селекционных задач	

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знатъ	уметь	владеть
6.	ПКос - 4.3		данные электронных ресурсов, официальных сайтов			
			Владеть навыками планирования и реализации научных исследований в профессиональной области			Навыками решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью, а также навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др

## 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов, в том числе практическая подготовка - 4), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. по семестрам
		№ 3
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>40,4</b>	<b>40,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	38	38
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	14	14
практические занятия (ПЗ)	24	24
консультации	2	2
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>43</b>	<b>43</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>	43	43
<b>3. Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>24,6</b>	<b>24,6</b>
Вид промежуточного контроля:		Экзамен

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ПКР <sup>1</sup>	
Раздел 1. Организация биологических систем. Базовая информация о ДНК, РНК и белках. Процессы генной регуляции	20	4	6		10
Раздел 2. Вариабельность генетической информации. Методы генетического конструирования и	30/4	6	12/4		12

<sup>1</sup> ПКР – прочая контактная работа (курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита); консультации перед экзаменом; контактная работа на промежуточном контроле (КРА))

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ПКР <sup>1</sup>	
анализа. Технологии секвенирования					
Раздел 3. Симбиоз биоинформатики, вычислительной и экспериментальной биологии для решения селекционных задач.	22	4	6		12
<b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	<b>0,4</b>			<b>0,4</b>	
<b>Консультация</b>	<b>2</b>				
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>33,6</b>				
<b>Всего за 1 семестр</b>	<b>108/4</b>	<b>14</b>	<b>24/4</b>	<b>0,4</b>	<b>34</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108/4</b>	<b>14</b>	<b>24/4</b>	<b>0,4</b>	<b>34</b>

## **Раздел 1. Организация биологических систем. Базовая информация о ДНК, РНК и белках. Процессы генной регуляции.**

### **Тема 1.1. Организация биологических систем.**

Предмет геномики и биоинформатики. Структура биоинформатики и ОМИКС-технологии. Объекты и методы исследования. История развития наук о молекулярных основах жизни. Организация клеток прокариот и эукариот. Комpartmentализация. Органеллы, их структура и функции. Биомолекулы.

### **Тема 1.2. Базовая информация о ДНК, РНК и белках.**

Основные понятия геномики. Аминокислоты, строение и свойства. ДНК, РНК, нуклеотиды. Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Аминокислоты и белки. Биологические последовательности. Основы молекулярной биологии. Организация генетической информации. Структура генов и регуляторные последовательности. Опероны и регулоны. Функционирование и организация геномов прокариот и эукариот. Укладка ДНК в эукариотических хромосомах. Обмен нуклеиновых кислот. Репликация. Генетическая рекомбинация

### **Тема 1.3. Процессы генной регуляции.**

Механизмы регуляции экспрессии генов. Основные уровни регуляции метаболизма, регуляция работы ферментов и транспорта веществ. Регуляция метаболизма на уровне транскрипции, влияние топологии ДНК на синтез белков. Процессинг РНК. Трансляция. Процессинг белков.

## **Раздел 2. Вариабельность генетической информации. Методы генетического конструирования и анализа. Технологии секвенирования.**

### **Тема 2.1. Вариабельность генетической информации.**

Вариабельность геномов. Методы генетического конструирования *in vivo*. Мобильные генетические элементы. Плазмиды. Генетическая трансформация. Протопласты. Основы мутагенеза. Виды мутаций. Генетическое конструирование эукариот.

**Тема 2.2.** Методы генетического конструирования и анализа.

Методы генетического конструирования *in vitro*. Генетическая инженерия. Технология рекомбинантных ДНК и клонирование. Гибридизация ДНК. Олигонуклеотид-направленный мутагенез. Полимеразная цепная реакция и её приложения. Методы изучения биологических последовательностей.

**Тема 2.3.** Технологии секвенирования.

Секвенирование биологических последовательностей. Высокопроизводительное секвенирование NGS. Химический синтез ДНК и РНК, конструирование генов. Геномное редактирование. Методы анализа последовательностей и структуры белков. Протеомика.

**Раздел 3. Симбиоз биоинформатики, вычислительной и экспериментальной биологии для решения селекционных задач.**

**Тема 3.1.** Сравнение нуклеотидных и белковых последовательностей и филогенетический анализ.

Геномы и протеомы. Анализ геномной ДНК, РНК и белка. Примеры сравнения данных. Матрицы замен. Программное обеспечение, интернет – ресурсы и сервисы. Биологические базы данных, их организация и наполнение. Обзор современных биологических баз данных. Алгоритмы выравнивания последовательностей. Множественное выравнивание последовательностей. Clustal. Анализ и предсказание структуры белков. Филогенетический анализ. BLAST и его использование. Множественное выравнивание белковых последовательностей. Визуализация и моделирование пространственных структур макромолекул.

**Тема 3.2.** Анализ больших массивов биологических данных.

Анализ NGS данных. Биоинформационные подходы к анализу РНК. Генная экспрессия. Анализ RNASeq данных. Структурная и функциональная геномика. Анализ белка и протеомика. Метаболомика. Метагеномный анализ.

**Тема 3.3.** Перспективы развития биоинформатики.

Биоинформатика в животноводстве. Перспективы развития биоинформатики

#### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий/семинарских занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных/практических/семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Организация биологических систем. Базовая информация о ДНК, РНК и белках. Процессы генной регуляции.</b>				10
	Тема 1.1. Тема 1.2. Тема 1.3.	Лекция 1. Организация биологических систем.	ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3		4
2.	<b>Раздел 2. Вариабельность генетической информации. Методы генетического конструирования и анализа. Технологии секвенирования.</b>				16/4
	Тема 2.1. Тема 2.2. Тема 2.3.	Лекция 2. Базовая информация о ДНК, РНК и белках.	ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3	Домашние задания, тест	6
3.	<b>Раздел 3. Симбиоз биоинформатики, вычислительной и экспериментальной биологии для решения селекционных задач.</b>				10
	Тема 3.1. Тема 3.2. Тема 3.3.	Практическое занятие № 1. Основные понятия геномики. Аминокислоты, строение и свойства. ДНК, РНК, нуклеотиды	ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3	Домашние задания, тест	12/4
			Лекция 3. Сравнение нуклеотидных и белковых последовательностей и филогенетический анализ. Перспективы развития биоинформатики	ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3	4
			Практическое занятие № 3. Анализ больших массивов	ПКос-3.1; ПКос-3.2;	6

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		вов биологических данных	ПКос-3.3; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3		

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Организация биологических систем. Базовая информация о ДНК, РНК и белках. Процессы генной регуляции.</b>		
1.	<b>Тема 1.3.</b> Процессы генной регуляции.	Механизмы регуляции экспрессии генов. Основные уровни регуляции метаболизма, регуляция работы ферментов и транспорта веществ. Регуляция метаболизма на уровне транскрипции, влияние топологии ДНК на синтез белков. Процессинг РНК. Трансляция. Процессинг белков... (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3).
<b>Раздел 2. Вариабельность генетической информации. Методы генетического конструирования и анализа. Технологии секвенирования.</b>		
2.	<b>Тема 2.1.</b> Вариабельность генетической информации.	Вариабельность геномов. Методы генетического конструирования <i>in vivo</i> . Мобильные генетические элементы. Плазмиды. Генетическая трансформация. Протопласты. Основы мутагенеза. Виды мутаций. Генетическое конструирование эукариот. (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3).
3	<b>Тема 2.2.</b> Методы генетического конструирования и анализа.	Полимеразная цепная реакция и её приложения. Методы изучения биологических последовательностей. (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3).
4	<b>Тема 2.3.</b> Положение о системе сертификации племенного материала и племенной продукции сельскохозяйственных животных.	Геномное редактирование. Методы анализа последовательностей и структуры белков. Протеомика. (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3).
<b>Раздел 3. Симбиоз биоинформатики, вычислительной и экспериментальной биологии для решения селекционных задач.</b>		
5	<b>Тема 3.1.</b> Сравнение нуклеотидных и белковых последовательностей и филогенетический анализ.	Филогенетический анализ. BLAST и его использование. Множественное выравнивание белковых последовательностей. Визуализация и моделирование пространственных структур макромолекул (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3).
6	<b>Тема 3.2.</b> Анализ больших массивов	Структурная и функциональная геномика. Анализ белка и протеомика. Метаболомика. Метагеномный

№п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	биологических данных.	анализ (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3).
7	<b>Тема 3.3.</b> Перспективы развития биоинформатики. .	Биоинформатика в животноводстве. Пер Перспективы развития биоинформатики (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3).

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6  
Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
1.	Разбор конкретных ситуаций	Л	Лекция 2. Базовая информация о ДНК, РНК и белках.
2.	Разбор конкретных ситуаций	ПЗ	Практическое занятие № 3. Анализ больших массивов биологических данных.

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий, составляет 6 часа, включая 4 часа практической подготовки (18,75% от объёма аудиторных часов по дисциплине).

## 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

Полностью материал оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины представлены в Оценочных материалах дисциплины.

Текущий контроль по дисциплине осуществляется путем выполнения учащимися домашних работ. Тестовые задания включают вопросы и задания по основному материалу дисциплины, домашние работы включают задания, требующие умения и владения навыками анализа конкретных ситуаций.

Промежуточный контроль – экзамен в 3 семестре. Представляет собой – включает 15 заданий базового уровня с выбором правильного ответа или написанием краткого ответа.

Критерии оценки знаний должны устанавливаться в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ, с учётом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля приведены в фонде оценочных средств дисциплины «Биоинформатика в селекции животных». При выставлении оценки применяются следующие рекоменда-

тельные критерии (Положение о промежуточной аттестации обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» от 27 октября 2014 г.).

### **Типичный вариант теста для промежуточного контроля**

1. Какие типы базы данных существуют:
  - a. Первичные, вторичные, третичные.
  - b. Иерархические, реляционные.
  - c. Архивные, курируемые, производные.
2. Чем занимается структурная биоинформатика?
  - a. Анализом пространственных структур
  - b. Анализом нуклеотидных и белковых последовательностей
  - c. Проблемами расшифровки генетических «текстов»
3. Что придумали в 1962 году?
  - a. Клонирование
  - b. Метод ПЦР полимеразная цепная реакция
  - c. Концепцию "молекулярных часов"
4. Первый шаг в исследовании функционирования клетки это...
  - a. Исследование метаболизма
  - b. Изучение структуры клетки
  - c. Прочтение полной нуклеотидной последовательности какого-либо генома
5. Целью биоинформатики является...
  - a. Накопление биологических знаний в форме
  - b. Построение и анализ математических моделей систем
  - c. Оба варианта являются верными
6. В 1965 году была секвенирована...
  - a. и-РНК
  - b. т-РНК
  - c. ДНК.
7. Транспортеры – это...
  - a. Гены, обеспечивающие перенос питательных веществ в клетку и выброс вредных из клетки
  - b. Гены, отвечающие за обработку питательных веществ
  - c. Гены, выбрасывающие непереработанные вещества.

8. Изучение геномов может позволить...

- a. Исследовать метаболизм бактерий и, в случае патогенных организмов, найти потенциальные мишени для лекарств.
- b. Оба варианта являются правильными.
- c. Новые метаболические пути или ферменты.

Список задач и заданий, предлагаемых студентам для выполнения домашних работ, приведен в Фонде оценочных средств по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 «Биоинформатика в селекции животных».

**Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)**

1. Понятие биоинформатики, примеры задач биоинформатики
2. Нуклеотидные последовательности
3. Поиск нуклеотидных последовательностей в NCBI
4. Биоинформатика геномов
5. Браузер геномов UCSC Genome Browser
6. Перечислите основные носители информации на клеточном уровне.
7. Назовите известные вам процессы переноса информации в клетке.
8. Какие свойства нуклеиновых кислот делают их удобным средством хранения и переноса информации?
9. Опишите принципы формирования пространственных структур нуклеиновых кислот.
10. Каковы сходства и различия нуклеиновых кислот и белков в позиции применимости для хранения и передачи информации?
11. Опишите процесс трансформации информации при переносе ее с молекул нуклеиновых кислот на белки.
12. Каковы наиболее значимые отличия в процессе реализации генетической информации у прокариот и эукариот?
13. Чем была вызвана необходимость появления биоинформатики?  
Перечислите ее цели и задачи, а также место в процессе познания.
14. Перечислите основные направления биоинформатики.
15. Перечислите основные меры теории информации, применяемые в биоинформатике.
16. Перечислите задачи, решаемые нейронными сетями.
17. Каковы плюсы и минусы методов быстрого поиска в базах данных в сравнении со стандартными алгоритмами выравнивания? Опишите, за счет чего (алгоритмически) достигается ускорение и известных нам алгоритмов быстрого поиска в базах данных.
18. Опишите процедуру филогенетического анализа. Какие алгоритмы построения филогенетических деревьев вы знаете?
19. Для чего используются и как устроены биологические базы данных?
20. Какие существуют классификации биологических БД?
21. Опишите основные форматы файлов биологических БД.
22. Опишите общие принципы работы с веб-сервисами.

23. Опишите возможности BLAST по поиску последовательностей биологических полимеров.
24. Какие веб-порталы, связанные с биоинформатикой, вам известны?
25. Решение комплексных задач биоинформатики.
26. Обработка данных секвенирования нового поколения.
27. Высокопроизводительные вычисления в биоинформатике.
28. Примеры высокопроизводительных задач в биоинформатике.
29. Примеры решения комплексных задач биоинформатики.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

В качестве исходных рекомендуется общие критерии оценок:

«**ОТЛИЧНО**» - студент владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы теста, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы, свободно читает результаты анализов и других исследований и решает ситуационные задачи повышенной сложности; хорошо знаком с основной литературой и методами исследования в объеме, необходимом для практической деятельности; увязывает теоретические аспекты предмета с практическими задачами, владеет знаниями основных принципов инженерной геологии.

«**ХОРОШО**» - студент владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы теста; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; умеет решать легкие и средней тяжести ситуационные задачи; умеет трактовать лабораторные и инструментальные исследования в объеме, превышающем обязательный минимум.

«**УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**» - студент владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов. Студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом методов исследований.

«**НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**» - студент не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы теста даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора.

Рекомендуемые границы оценок:

«отлично» - 90% и больше правильных ответов,

«хорошо» - 80-89% правильных ответов,

«удовлетворительно» – 70-79% правильных ответов,  
«неудовлетворительно» - 69% правильных ответов.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля приведены в фонде оценочных средств дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 Биоинформатика в селекции животных. При выставлении оценки применяются следующие рекомендательные критерии (Положение о промежуточной аттестации обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» от 27 октября 2014 г.).

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

### **7.1 Основная литература**

1. Стефанов, В. Е. Биоинформатика : учебник для вузов / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 252 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00860-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 1 — URL: <https://urait.ru/bcode/536764/p.1> (дата обращения: 15.11.2024).
2. Правовое обеспечение безопасного использования генетической и геномной информации : учебник для вузов / Л. Н. Берг [и др.]; под редакцией Л. Н. Берг, А. В. Лисаченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 123 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14896-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 1 — URL: <https://urait.ru/bcode/544298/p.1> (дата обращения: 15.11.2024).

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Костерин, О. Э. Молекулярная генетика : учебник для вузов / О. Э. Костерин, В. К. Шумный ; ответственный редактор В. К. Шумный. — Москва : Издательство Юрайт, 2024 ; Новосибирск : ИПЦ НГУ. — 683 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18819-6 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-4437-1323-6 (ИПЦ НГУ). — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 1 — URL: <https://urait.ru/bcode/551752/p.1> (дата обращения: 15.11.2024).
2. Волк, В. К. Информатика : учебное пособие для вузов / В. К. Волк. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 226 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18427-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 1 — URL: <https://urait.ru/bcode/534979/p.1> (дата обращения: 15.11.2024).
3. Гаврилов, М. В. Информатика и информационные технологии : учебник для вузов / М. В. Гаврилов, В. А. Климов. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20354-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 1 — URL: <https://urait.ru/bcode/558000/p.1> (дата обращения: 15.11.2024).

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

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

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

1. <http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека eLibrary.ru
2. <http://omia.angis.org.au> Научная справочная база данных по генетике животных OMIA - Online Mendelian Inheritance in Animals.
3. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> Национальный центр биотехнологической информации NCBI - National Center for Biotechnology Information.
4. <http://www.garant.ru> Справочная правовая система «Гарант».

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

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 Биоинформатика в селекции животных необходимы аудитории: лекционные, для проведения практических, лабораторных и семинарских занятий, для самостоятельной работы студентов.

Для чтения лекций и демонстрации иллюстративного материала и видеофильмов на практических занятиях необходима лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием: компьютер, видеопроектор, настенный экран.

Для проведения экзаменационного тестирования необходим компьютерный класс.

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
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 Стул ИЗО (25 шт.) 558578 Стол лабораторный (13 шт.) 558579/29, 558579/30, 558579/31, 558579/32, 558579/33, 558579/34, 558579/35, 558579/36, 558579/37, 558579/38, 558579/39, 558579/40, 558579/41.
Аудитория для практических, лабораторных и семинарских занятий Учебный корпус №9 (ул. Тимирязевская, 52), ауд. 211.	Доска 1 эл.120x230 маркер 559142 Стул ИЗО (21 шт.) 558578 Стол лабораторный (11 шт.) 558579, 558579/19, 558579/20, 558579/21, 558579/22, 558579/23, 558579/24, 558579/25, 558579/26, 558579/27, 558579/28.

Назначение специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Лаборатория генетического практикума Учебный корпус №9 (ул. Тимирязевская, 52), ауд. 120.	Шкаф сушильный СШ-80 (б/н) Плита газовая «Лада» 551937 Стол лабораторный 2 шт. (б/н) Шкаф вытяжной 30273/6 Весы лабораторные (б/н)
Аудитория для практических, семинарских и самостоятельных занятий Учебный корпус №9 (ул. Тимирязевская, 52), ауд. 202.	Системный блок с монитором 558777/17 Экран с электроприводом 558761/5 Вандалоустойчивый шкаф 558850/15 Видеопроектор 558760/7 Доска PolyVision 558534/14 Крепление для проектора 558768/10 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

## 11. 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 34 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 от 27.10.2014 по основным профессиональным образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.Л. Тимирязева ([https://www.timacad.ru/uploads/files/20171107/1510052708\\_polozh\\_promeg\\_attestaziy.pdf](https://www.timacad.ru/uploads/files/20171107/1510052708_polozh_promeg_attestaziy.pdf)), с выпускной из которого ознакомляют студентов.

## Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятие, обязан отработать пропущенное занятие в соответствии с графиком проведения консультаций, согласованном со студентами.

Студент, пропустивший два практических занятия подряд, обязан представить разрешение из деканата на дальнейшее посещение занятий.

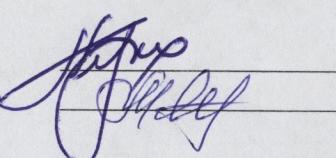
## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Преподаватель должен обеспечить студенту возможность самостоятельной творческой работы на практических занятиях. Большой частью практические занятия проводятся в форме разбора конкретных ситуаций. Для этого студент получает набор данных, полученных в конкретных наблюдениях и экспериментах. Осваивая методы статистического анализа данных, 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:

Гладких Марианна Юрьевна, к.с.-х.н., доцент

Селионова Марина Ивановна, д.б.н., профессор



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.02.01

Биоинформатика в селекции животных

ОПОП ВО по направлению 06.04.01 – «Биология», профиль «Биоинформатика»  
(квалификация выпускника – магистр)

Османяном Артемом Карловичем, профессором кафедры частной зоотехнии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором сельскохозяйственных наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 Биоинформатика в селекции животных ОПОП ВО по направлению 06.04.01 – «Биология», профиль «Биоинформатика» (квалификация выпускника – магистр), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре кормления и разведения животных (разработчики – Гладких Марианна Юрьевна, доцент, к.с.-х.н. Селионова Марина Ивановна, профессор, д.б.н.).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 Биоинформатика в селекции животных (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 06.04.01 – «Биология». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – является дисциплиной по выбору вариативной части учебного цикла.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 06.04.01 – «Биология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Биоинформатика в селекции животных» закреплено 6 индикаторов 2 производственно-технологических компетенций. Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Биоинформатика в селекции животных представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Биоинформатика в селекции животных» составляет 3 зачётных единицы (108 часов), в том числе практическая подготовка – 4 часа.

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Биоинформатика в селекции животных» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 06.04.01 – «Биология» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

8. Программа дисциплины «Биоинформатика в селекции животных» предполагает 8 занятий в интерактивной форме, включая 4 часа практической подготовки.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 06.04.01 – «Биология».

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (выполнение контрольных работ, защита работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины по выбору вариативной части учебного цикла – ФГОС ВО направления 06.04.01 – «Биология».

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 3 наименования, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 06.04.01 – «Биология».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Биоинформатика в селекции животных» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Биоинформатика в селекции животных».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Биоинформатика в селекции животных» ОПОП ВО по направлению 06.04.01 – «Биология», профиль «Биоинформатика» (квалификация выпускника – магистр), разработчики – Гладких Марианна Юрьевна, доцент, к.с.-х.н. Селионова Марина Ивановна, профессор, д.б.н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Османяном Артем Карлович, профессор кафедры частной зоотехнии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор сельскохозяйственных наук

*105*

« 18 » августа 2024 г.