

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце: **МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФИО: Шитикова Александра Васильевна

Должность: И.о. директора института агrobiотехнологий

Дата подписания: 2026 10:55:07

Уникальный программный ключ:

fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f716ce658

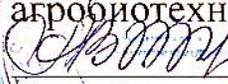


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт агrobiотехнологий
Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. директора института
агrobiотехнологии

 Шитикова А.В.

“28” 08 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.04 «Биоинформатика»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО 3++

Направление: 19.04.01 – Биотехнология

Направленность: Биоинженерия и клеточная биотехнология

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения – очная

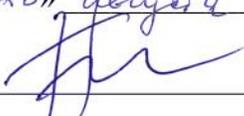
Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчики: Моисеенко К.В., канд. биол. наук, доцент


«28» августа 2025 г.

Поливанова О.Б., канд. биол. наук, доцент


«28» августа 2025 г.

Рецензент: Тараканов И.Г., д-р биол. наук,
профессор


«28» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.04.01 – Биотехнология.

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии, протокол № 41 от «28» августа 2025 г.

И.о. зав. кафедрой:

Вертикова Е.А., доктор с.-х. наук, профессор


«28» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии Института агробиотехнологии:

Шитикова А.В., доктор с.-х. наук, профессор


«28» августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой биотехнологии:

Вертикова Е.А., доктор с.-х. наук, профессор


«28» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


(подпись)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	3
АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ	10
4.2 Содержание дисциплины	11
4.3 Лекции, практические занятия.....	12
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	16
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	16
6.1.1. Примерные вопросы для обсуждения на практических занятиях.....	16
6.1.2. Примерные тестовые вопросы	17
6.1.3. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):	17
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	18
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. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	20
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.	21
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	22
РЕЦЕНЗИЯ	23
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	24

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.04 «Биоинформатика» для подготовки магистра по направлению 19.04.01 – «Биоинженерия и клеточная биотехнология»

Цель освоения дисциплины: освоение студентом принципов биоинформатического подхода к представлению, анализу и интерпретации биологических данных, прежде всего, последовательностей нуклеиновых кислот и протеинов; осуществления критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработки стратегии действий; управления проектом на всех этапах его жизненного цикла; применения современных коммуникативных технологий, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия; использования цифровых средств и технологий, современных достижений нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в сельском хозяйстве, экологии и медицине.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 19.04.01 – Биотехнология.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1, УК-2, УК-4, ПКос-1.

Краткое содержание дисциплины: дисциплина раскрывает возможности применения методов биоинформатики для решения актуальных практических вопросов селекции, медицины, фармацевтики, а также фундаментальных вопросов биологии и генетики. Рассматриваются различные биологические базы данных: их классификация и методы работы с ними. Также внимание уделено выравниванию биологических последовательностей: принципам и методам. Еще одной рассматриваемой задачей является предсказание генов, промоторов и регуляторных элементов. Молекулярная филогенетика, рассматриваемая в рамках данной дисциплины, раскрывает основы построения и интерпретации филогенетических деревьев, что чрезвычайно важно для изучения эволюции органического мира. Структурная биоинформатика позволяет визуализировать, сравнивать и классифицировать структуры протеинов, предсказание структуры протеинов и РНК.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Биоинформатика» являются «Молекулярная генетика», «Информационные технологии в биотехнологии», «Методологические основы исследований в биотехнологии», «Методы моделирования биотехнологических процессов», «Генная инженерия». Дисциплина «Биоинформатика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Инновационные агrobiотехнологии», «Биоинженерия в АПК», «Прикладная биотехнология».

Общая трудоемкость дисциплины: 108 часов (3 зачетные единицы).

Промежуточный контроль: экзамен.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Биоинформатика» является освоение студентом принципов биоинформатического подхода к представлению, анализу и интерпретации биологических данных, прежде всего, последовательностей нуклеиновых кислот и протеинов; осуществления критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработки стратегии действий; управления проектом на всех этапах его жизненного цикла; применения современных коммуникативных технологий, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия; использования цифровых средств и технологий, современных достижений нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в сельском хозяйстве, экологии и медицине.

Цель дисциплины соотносится с общими целями основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО) по направлению 19.04.01 – Биотехнология, в рамках которого изучается данная дисциплина.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Биоинформатика» включена в вариативную часть учебного плана. Дисциплина «Биоинформатика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01 – Биотехнология.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Биоинформатика» являются «Молекулярная генетика», «Информационные технологии в биотехнологии», «Методологические основы исследований в биотехнологии», «Методы моделирования биотехнологических процессов», «Генная инженерия».

Дисциплина «Биоинформатика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Инновационные агробiotехнологии», «Биоинженерия в АПК», «Прикладная биотехнология».

Особенностью дисциплины является фундаментальный подход к практической реализации целей освоения дисциплины, охватывающий широкий спектр теоретических знаний и практических навыков.

Рабочая программа дисциплины «Биоинформатика» 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 компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений, основные принципы критического анализа	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, основные принципы критического анализа	осуществлять критический анализ и оценку современных научных достижений	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений
2.			УК-1.3 Осуществляет поиск вариантов решения выявленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного решения вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей	доступные источники информации и для поиска вариантов решения выявленной проблемной ситуации	осуществлять поиск вариантов решения выявленной проблемной ситуации; определять вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке, обосновывать выбор	навыками обоснования выбора решения проблемной ситуации

			разработке, и обосновывает его выбор. Предлагает способы их решения			
3.			УК-1.4 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них, оценивая их влияние на окружающий мир	потенциальные различные стратегии достижения поставленной цели	предвидеть результаты каждого шага к достижению поставленной цели	навыками оценки влияния на окружающий мир шагов, предпринимаемых для достижения цели
4.	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы цели, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	методологию реализации проекта, этапы, виды, структуру научной деятельности	формулировать в рамках обозначенной проблемы цели, задачи, актуальность, значимость, ожидаемые результаты	Навыками поиска возможных сфер применения ожидаемых в результате реализации проекта результатов
5.	УК-4	Способен применять современные коммуникативные	УК-4.1 Осуществляет написание, перевод и редактирование различных академических текстов	принципы написания, перевода и редактирования	писать, переводить и редактировать различные академические тексты	навыками академического письма, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)

		технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	(рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.)	различных академических текстов		
6.	ПКос-1	Способен использовать цифровые средства и технологии, современные достижения nano- и биотехнологий, молекулярной биологии в сельском хозяйстве, экологии и медицине	ПКос-1-1 Владеет актуальной информацией о возможностях применения разработок в области nano- и биотехнологий, молекулярной биологии в различных отраслях экономики; использует цифровые средства и технологии	актуальную информацию о возможностях применения разработок в области nano- и биотехнологий, молекулярной биологии в различных отраслях экономики	использовать цифровые средства и технологии	Навыками извлечения актуальной информации возможностях применения разработок в области nano- и биотехнологий, молекулярной биологии в различных отраслях экономики из различных источников
7.			ПКос-1-2	актуальные	самостоятельно	Навыками применения

			Самостоятельно выполняет исследования в области сельского хозяйства, экологии и медицины с применением современных методов и оборудования нано- и биотехнологий, молекулярной биологии, цифровых средств и технологий	проблемы сельского хозяйства, экологии и медицины	выполнять исследования в области сельского хозяйства, экологии и медицины	современных методов и оборудования нано- и биотехнологий, молекулярной биологии, цифровых средств и технологий
8.			ПКос-1-3 Разрабатывает и усовершенствует современные методы нано- и биотехнологий, молекулярной биологии при научных исследованиях в различных областях сельского хозяйства, экологии и медицины	современные методы нано- и биотехнологий, молекулярной биологии	разрабатывать и совершенствовать современные методы нано- и биотехнологий, молекулярной биологии	Навыками применения различных методов при научных исследованиях в различных областях сельского хозяйства, экологии и медицины

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. по семестрам № 3
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа	66,4	66,4
<i>Аудиторная работа</i>	66,4	66,4
<i>В том числе:</i>		
<i>Лекции (Л)</i>	32	32
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	32	32
<i>Консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	41,6	41,6
<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>	14,6	14,6
<i>подготовка к экзамену (контроль)</i>	27	27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего	ПКР	
Раздел 1 «Биологические базы данных и выравнивание последовательностей»	25	9	12	-	4
Тема 1.1. Биологические базы данных	12	4	6	-	2
Тема 1.2. Выравнивание последовательностей	13	5	6	-	2
Раздел 2 «Предсказание генов и промоторов. Молекулярная филогенетика»	23	8	10	-	5
Тема 2.1. Предсказание генов, промоторов и регуляторных элементов	10	3	5	-	2
Тема 2.2. Молекулярная филогенетика	12,5	5	5	-	2,5
Раздел 3 «Структурная биоинформатика»	30,6	15	10	-	5,6
Тема 3.1. Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов	10,6	5	4	-	1,6
Тема 3.2. Предсказание структуры протеинов	10	5	3	-	2
Тема 3.3. Предсказание структуры РНК	10	5	3	-	2
консультации перед экзаменом	2	-	-	2	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	0,4	-
подготовка к экзамену (контроль)	27	-	-	-	27
Итого по дисциплине	108	32	32	2,4	41,6

Раздел 1 «Биологические базы данных и выравнивание последовательностей»

Тема 1.1. Биологические базы данных

Биоинформатика: цель, возможности, применение, ограничения. Базы данных. Типы баз данных. Биологические базы данных. Извлечение информации из биологических баз данных.

Тема 1.2. Выравнивание последовательностей

Основы эволюции. Гомология, подобие и идентичность последовательностей. Методы. Матрица весов. Статистическая значимость выравнивания последовательностей. Специфичные требования к поиску в базах данных. Эвристический поиск в базах данных. Basic Local Alignment Search Tool (BLAST). FASTA. Сравнение FASTA и BLAST. Поиск в базе данных методом Смита-Уотермана. Функция придания весов. Алгоритмы полного перебора. Эвристические алгоритмы.

Раздел 2 «Предсказание генов и промоторов. Молекулярная филогенетика»

Тема 2.1. Предсказание генов, промоторов и регуляторных элементов

Категории программ предсказания генов. Предсказание генов в прокариотах. Предсказание генов в эукариотах. Промотор и регуляторные элементы в прокариотах. Промотор и регуляторные элементы в эукариотах. Алгоритмы предсказания.

Тема 2.2. Молекулярная филогенетика

Молекулярная эволюция и молекулярная филогенетика. Терминология. Филогения генов vs. филогения видов. Формы представления деревьев. Почему сложно найти правильное дерево? Процедура. Методы, основанные на расстоянии. Методы, основанные на признаках. Оценка филогенетических деревьев. Филогенетические программы.

Раздел 3 «Структурная биоинформатика»

Тема 3.1. Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов

Аминокислоты. Формирование пептидов. Двугранные углы. Иерархия. Вторичные структуры. Третичные структуры. Определение трехмерной структуры протеинов. База данных структур протеинов. Визуализация структур протеинов. Сравнение структур протеинов. Классификация структур протеинов.

Тема 3.2. Предсказание структуры протеинов

Предсказание вторичной структуры глобулярных протеинов. Предсказание вторичной структуры трансмембранных протеинов. Предсказание суперспирали. Моделирование гомологии. Распознавание протягивания и свертывания. Предсказание структуры протеина *ab initio*. CASP.

Тема 3.3. Предсказание структуры РНК

Введение. Типы структур РНК. Методы предсказания вторичной структуры РНК. Подходы *ab initio*. Сравнительные подходы. Оценка представления.

4.3 Лекции, практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/из них практическая подготовка
1.	Раздел 1. Биологические базы данных и выравнивание последовательностей				
	Тема 1.1. Биологические базы данных	Лекция № 1 «Биоинформатика: цель, возможности, применение, ограничения.»	УК-1.1, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-4.1	-	2
		Лекция № 2 «Биологические базы данных: классификация и	УК-1.1, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-4.1	-	2

		принципы работы.»			
		Практическое занятие № 1 «Биологические базы данных»	УК-1.1, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-4.1	опрос по теме занятия, тестирование	6
	Тема 1.2. Выравнивание последовательностей	Лекция № 3 «Гомология, подобие и идентичность последовательностей.»	УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	-	5
		Практическое занятие № 2 «BLAST и алгоритмы»	УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	опрос по теме занятия, выполнение практического задания	6
2.	Раздел 2. Предсказание генов и промоторов. Молекулярная филогенетика				
	Тема 2.1. Предсказание генов, промоторов и регуляторных элементов	Лекция № 4 «Предсказание генов, промоторов и регуляторных элементов»	УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	-	3
		Практическое занятие № 3 «Предсказание генов, промоторов и регуляторных элементов»	УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	опрос по теме занятия	5
	Тема 2.2. Молекулярная филогенетика	Лекция № 5 «Молекулярная филогенетика»	УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	-	5
		Практическое занятие № 4 «Молекулярная филогенетика»	УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	опрос по теме занятия	5
3.	Раздел 3. Структурная биоинформатика				
	Тема 3.1. Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов	Лекция № 6 «Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов»	УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	-	5
		Практическое занятие № 5 «Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов»	УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	опрос по теме занятия	4
	Тема 3.2.	Лекция № 7	УК-4.1,	-	5

	Предсказание структуры протеинов	«Предсказание структуры протеинов»	ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3		
		Практическое занятие № 6 «Предсказание структуры протеинов»	УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	опрос по теме занятия	3
	Тема 3.3. Предсказание структуры РНК	Лекция № 8 «Предсказание структуры РНК»	УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	-	5
		Практическое занятие № 7 «Предсказание структуры РНК»	УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	опрос по теме занятия	3
Итого часов:					64

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Биологические базы данных и выравнивание последовательностей»		
1.	Тема 1.1. Биологические базы данных	Базы данных. Типы баз данных. Биологические базы данных. Извлечение информации из биологических баз данных. (УК-1.1, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-4.1)
2.	Тема 1.2. Выравнивание последовательностей	Матрица весов. Статистическая значимость выравнивания последовательностей. Специфичные требования к поиску в базах данных. Эвристический поиск в базах данных. Basic Local Alignment Search Tool (BLAST). FASTA. Сравнение FASTA и BLAST. Поиск в базе данных методом Смита-Уотермана. Функция придания весов. Алгоритмы полного перебора. Эвристические алгоритмы. (УК-1.1, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-4.1)
Раздел 2 «Предсказание генов и промоторов. Молекулярная филогенетика»		
3.	Тема 2.1. Предсказание генов, промоторов и регуляторных элементов	Категории программ предсказания генов. Предсказание генов в прокариотах. Предсказание генов в эукариотах. Промотор и регуляторные элементы в прокариотах. Промотор и регуляторные элементы в эукариотах. Алгоритмы предсказания. (УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3)
4.	Тема 2.2. Молекулярная филогенетика	Молекулярная эволюция и молекулярная филогенетика. Терминология. Филогения генов vs. филогения видов. Формы представления деревьев. Почему сложно найти правильное дерево? Процедура. Методы, основанные на расстоянии. Методы, основанные на признаках. Оценка филогенетических деревьев. Филогенетические программы. (УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3)
Раздел 3 «Структурная биоинформатика»		
5.	Тема 3.1. Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов	Аминокислоты. Формирование пептидов. Двугранные углы. Иерархия. Вторичные структуры. Третичные структуры. Определение трехмерной структуры протеинов. База данных структур протеинов. Визуализация структур протеинов. Сравнение структур протеинов. Классификация структур протеинов. (УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3)
6.	Тема 3.2. Предсказание структуры протеинов	Предсказание вторичной структуры глобулярных протеинов. Предсказание вторичной структуры трансмембранных протеинов. Предсказание суперспирали. Моделирование гомологии. Распознавание протягивания и свертывания. Предсказание структуры протеина <i>ab initio</i> . CASP. (УК-4.1, ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3)
7.	Тема 3.3. Предсказание структуры РНК	Введение в предсказание структуры РНК. Типы структур РНК. Методы предсказания вторичной структуры РНК. Подходы <i>ab initio</i> . Сравнительные подходы. Оценка представления. (УК-4.1, 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 (форм обучения)
1.	Биоинформатика: цель, возможности, применение, ограничения (Лекция)	лекция-дискуссия
2.	Биологические базы данных (Практическое занятие)	мозговой штурм
3.	Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов (Практическое занятие)	мозговой штурм
4.	Предсказание структуры протеинов (Практическое занятие)	мозговой штурм
5.	Предсказание структуры РНК (Практическое занятие)	мозговой штурм

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

6.1.1. Примерные вопросы для обсуждения на практических занятиях

Практическое занятие № 1 «Биологические базы данных»

1. Типы баз данных.
2. Биологические базы данных.
3. Извлечение информации из биологических баз данных

Практическое занятие № 2 «BLAST и алгоритмы»

1. Матрица весов.
2. Basic Local Alignment Search Tool (BLAST).
3. Алгоритмы полного перебора.
4. Эвристические алгоритмы.

Практическое занятие № 3 «Предсказание генов, промоторов и регуляторных элементов»

1. Предсказание генов в прокариотах.
2. Предсказание генов в эукариотах.
3. Промотор и регуляторные элементы в прокариотах.
4. Промотор и регуляторные элементы в эукариотах.

Практическое занятие № 4 «Молекулярная филогенетика»

1. Молекулярная эволюция и молекулярная филогенетика.
2. Методы, основанные на расстоянии.

3. Методы, основанные на признаках.
4. Оценка филогенетических деревьев.

Практическое занятие № 5 «Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов»

1. Аминокислоты. Формирование пептидов.
2. Вторичные структуры. Третичные структуры.
3. Определение трехмерной структуры протеинов.
4. База данных структур протеинов.

Практическое занятие № 6 «Предсказание структуры протеинов»

1. Предсказание вторичной структуры глобулярных протеинов.
2. Предсказание вторичной структуры трансмембранных протеинов.
3. Предсказание структуры протеина *ab initio*.

Практическое занятие № 7 «Предсказание структуры РНК»

1. Типы структур РНК.
2. Методы предсказания вторичной структуры РНК.
3. Сравнительные подходы.

6.1.2. Примерные тестовые вопросы

1. Какие виды аннотирования различают?

- а) автоматическое
- б) полуавтоматическое
- в) ручное
- г) все перечисленные виды

2. В каком журнале регулярно публикуется информация о биологических базах данных?

- а) Lancet
- б) Nucleic Acids Research
- в) Nature
- г) Biochemistry

3. Какая из перечисленных баз данных предоставляет информацию о метаболических путях?

- а) PDB
- б) GenBank
- в) UniProt
- г) KEGG

6.1.3. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

1. Биоинформатика: цель, возможности, применение, ограничения.
2. Базы данных. Типы баз данных.
3. Биологические базы данных.
4. Извлечение информации из биологических баз данных.
5. Гомология, подобие и идентичность последовательностей.
6. Матрица весов. Статистическая значимость выравнивания последовательностей.
7. Эвристический поиск в базах данных.
8. Basic Local Alignment Search Tool (BLAST).
9. Формат FASTA.

10. Алгоритмы полного перебора.
11. Категории программ предсказания генов.
12. Предсказание генов в про- и эукариотах.
13. Промотор и регуляторные элементы в про- и эукариотах.
14. Молекулярная эволюция и молекулярная филогенетика.
15. Филогения генов vs. филогения видов.
16. Формы представления филогенетических деревьев.
17. Методы построения филогенетических деревьев, основанные на расстоянии.
18. Методы построения филогенетических деревьев, основанные на признаках.
19. Оценка филогенетических деревьев.
20. Филогенетические программы.
21. Уровни структуры протеинов.
22. База данных структур протеинов.
23. Визуализация структур протеинов.
24. Сравнение структур протеинов. Классификация структур протеинов.
25. Предсказание вторичной структуры глобулярных протеинов.
26. Предсказание вторичной структуры трансмембранных протеинов.
27. Предсказание суперспирали.
28. Моделирование гомологии.
29. Распознавание протягивания и свертывания.
30. Предсказание структуры протеина *ab initio*.
31. Типы структур РНК.
32. Методы предсказания вторичной структуры РНК.
33. Подходы предсказания вторичной структуры РНК *ab initio*.
34. Сравнительные подходы предсказания вторичной структуры РНК.
35. Оценка представления вторичной структуры РНК.
36. Биоинформатика в биотехнологии.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. Экзамен оценивается: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» 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. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» 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. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Смиряев, А. В. Основы биоинформатики : учебное пособие для подготовки магистров по напр. «Агрономия»: молекулярная генетика; математическое моделирование; информатика / А. В. Смиряев, Л. К. Панкина ; Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева. – М. : МСХА, 2008. 102 с.
2. Глазко В. И. Толковый словарь терминов по общей и молекулярной биологии, общей и прикладной генетике, селекции, ДНК-технологии и биоинформатике : в 2 т. / В. И. Глазко, Г. В. Глазко. – Москва : Академкнига, 2008. ISBN 978-5-94628-255-0. - ISBN 978-5-9784-0002-1. – Текст : непосредственный. – Т. 2 : П-Я словарь. – 2008. – 530 с.
3. Глазко, В. И. толковый словарь терминов по обще и молекулярной биологии, общей и прикладной генетики, селекции, ДНК-технологии и биоинформатике : в 2 т. / В. И. Глазко, Г. В. Глазко. – Москва : Академкнига, 2008. – ISBN 978-5-9784-0002-1. – Т. 1 : А–О словарь. – 2008. – 670 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Каменская, М. А. Информационная биология : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров 020200 «Биология» и биол. специальностям / М. А. Каменская. – М. : Academia, 2006. – 360, [1] с.
2. Проблемы и перспективы молекулярной генетики / Институт молекулярной генетики (Москва); ред. Е. Д. Свердлов. – М. : Наука, 2003. – Т. 1. – 2003. – 372 с.
3. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / под ред. Вл. В. Кузнецова, В. В. Кузнецова, Г. А. Романова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 487 с.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Бородовский, М. Задачи и решения по анализу биологических последовательностей / М. Бородовский, С .Екишева. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Ижевский институт компьютерных исследований, 2008. – 440 с.

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

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - National Center of Biotechnology Information
2. <https://www.embl.org/> - European Molecular Biology laboratory
3. <https://www.uniprot.org/> - UniProt
4. <http://www.insdc.org/> - International Nucleotide Sequence Database Collaboration

9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 8

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
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 37,	Компьютеры – 10 шт Интерактивная панель, № 410124000603731 Рабочая станция с предустановленным программным обеспечением, № 210134000018973 Рабочая станция, № 210134000019227-

аудитории № 212, 303-308, 314)	210134000019242
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Читальные залы библиотеки.	

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного усвоения каждой из тем дисциплины «Биоинформатика» студент должен внимательно прослушать и законспектировать лекцию по конкретной теме, подготовиться к ответу на практическом занятии, выполнить домашнее задание.

Для конспектирования лекций рекомендуется завести отдельную тетрадь из 96 листов. Конспект каждой лекции следует начинать с названия темы лекции и указания даты ее проведения. Все заголовки разделов лекции следует четко выделять, например, подчеркиванием. Во время лекции следует внимательно следить за ходом мысли лектора и записывать важнейшие определения, разъяснения, формулы, термины. Также нужно стараться воспроизводить в конспекте рисунки и таблицы, которые демонстрирует лектор. При самостоятельной работе студента с конспектом лекций следует осуществлять самопроверку, то есть следить за тем, чтобы освоенным оказался весь материал, изложенный в лекции. Материал, который кажется студенту недостаточно понятным, следует проработать по учебнику и воспользоваться помощью преподавателя на консультациях. Работать с конспектом лекций следует еженедельно, внося в него свои дополнения, замечания и вопросы (для этого в тетради следует оставлять широкие поля).

Для подготовки и фиксирования практических работ следует завести лабораторный журнал (тетрадь). При подготовке к практическому занятию необходимо составить краткий (1-2 страницы) конспект теоретического материала, на котором основано данное практическое занятие. Для подготовки конспекта используют практикум, главы или разделы учебника, рекомендованные преподавателем и конспект лекций.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, представляет конспект по теме лекции. При пропуске практического занятия студент представляет конспект по теме пропущенного занятия. Оценка конспектов – зачтено, не зачтено.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Главная задача дисциплины «Биоинформатика» - сформировать у студентов целостное представление о принципах и методах биоинформатики. При преподавании дисциплины необходимо ориентироваться на современные образовательные и информационные технологии. Необходимо проводить устный опрос студентов и контролировать выполнение заданий. Контрольные вопросы выдаются студентам по разделам и темам непосредственно перед их изучением. Акцент делается на активные методы обучения на практических занятиях и интерактивной форме обучения.

Программу разработали:

Моисеенко К.В., канд. биол. наук, доцент кафедры
биотехнологии


«28» августа 2025 г.

Поливанова О.Б., канд. биол. наук, доцент
кафедры биотехнологии


«28» августа 2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.04 «Биоинформатика» ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология», направленность «Биоинженерия и бионанотехнологии» (квалификация выпускника – магистр)

Таракановым Иваном Германовичем, профессором кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Биоинформатика» ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология и молекулярная биология» (магистратура), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре биотехнологии (разработчики – Моисеенко Константин Валерьевич, доцент кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук, Поливанова Оксана Борисовна, доцент кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Биоинформатика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 19.04.01 – «Биотехнология». 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 – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.В.
3. Представленные в Программе **цели дисциплины** *соответствуют* требованиям ФГОС направления 19.04.01 – «Биотехнология».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Биоинформатика» закреплено 4 **компетенции** (8 индикаторов). Дисциплина «Биоинформатика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.
5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть *соответствуют* специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
6. Общая трудоёмкость дисциплины «Биоинформатика» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).
7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Биоинформатика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01 – «Биотехнология» и возможность дублирования в содержании

отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области биотехнологии и селекции в профессиональной деятельности магистра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
9. Программа дисциплины «Биоинформатика» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.
10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.04.01 – «Биотехнология».
11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос в форме обсуждения отдельных вопросов), *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.
12. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В. ФГОС направления 19.04.01 – «Биотехнология».
13. Формы оценки знаний, представленные в Программе, *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.
14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовых учебника), дополнительной литературой – 2 наименования и *соответствует* требованиям ФГОС направления 19.04.01 – «Биотехнология».
15. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Биоинформатика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.
16. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Биоинформатика».

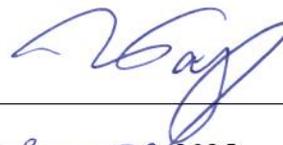
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Биоинформатика» ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология и молекулярная биология» (квалификация выпускника – магистр), разработанная **Моисеенко К.В.**, доцентом кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом биологических наук, **Поливанова О.Б.**, доцентом

кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом биологических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Тараканов И.Г., заведующий кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА, доктор биологических наук, профессор



«28» августа 2025 г.