

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о подписи:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: Исполнительный директор Института агробиотехнологии  
Дата подписания: 19.04.2024 09:27:19  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f716ce658



**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 агробиотехнологии  
Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора Института  
агробиотехнологии  
А.В. Шитикова  
“ 19 ” апреля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.34 «ОСНОВЫ БИОИНФОРМАТИКИ»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направление: 19.03.01 – Биотехнология

Направленность: Биотехнология и молекулярная биология


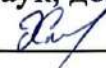
Курс 3

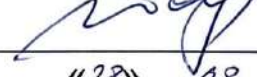
Семестр 6

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023


Москва, 2023

Разработчики: Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент   
Хлебникова Д.А., канд. биол. наук   
«28» 08 2023г.


Рецензент: Тараканов И.Г., д-р биол. наук, профессор   
«28» 08 2023г.


Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология.

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии, протокол № 53 от «28» 08 2023г.

И.о. зав. кафедрой Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент   
«28» 08 2023г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии Института агробиотехнологии  
Шитикова А.В., д-р с.-х. наук, профессор   
«28» 08 2023г.

И.о. заведующего выпускающей  
кафедрой биотехнологии  
Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент   
«28» 08 2023г.

/Заведующий отделом комплектования ЦНБ   
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТВЕТСТВЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ .....	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	13
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	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 .....	16
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	17
7.1 Основная литература .....	17
7.2 Дополнительная литература .....	17
7.3 Нормативные правовые акты .....	17
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	17
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	17
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ) .....	18
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....	18
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	19
Виды и формы отработки полученных знаний .....	19
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	20

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.34 «Основы биоинформатики» для подготовки бакалавра по направлению «Биотехнология» по направлению «Биотехнология и молекулярная биология»

**Цель освоения дисциплины:** приобретение студентами теоретических знаний и практических умений и навыков в области биоинформатики (базы данных, методы анализа биологических последовательностей); навыков осуществления поиска, хранения, обработки и анализа профессиональной информации из различных источников и баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности; умений принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-2, ОПК-3.

**Краткое содержание дисциплины:** Освоение дисциплины направлено на ознакомление студентов с современной концепцией биологии, с теоретическими основами преобразования генома и культуры клеток и тканей живых организмов, а также на овладение практическими методами поиска и анализа биологических последовательностей. Освещение современного состояния биологической науки с точки зрения системного подхода позволяет заложить навыки работы с электронными ресурсами в области системной биологии. Умение планировать комплекс работ по генетической трансформации и по культуре клеток и тканей формируется в рамках дисциплины в ходе изучения этапов планирования, проведения и анализа результатов проведенных экспериментов. В рамках дисциплины закладывается умение критически оценивать как преимущества, так и недостатки рассматриваемых технологий.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы биоинформатики» являются «Информатика», «Основы программирования», «Основы молекулярной биологии», «Основы биотехнологии», «Введение в профессиональную деятельность», «Общая биология», «Основы моделирования в биологии». Дисциплина «Основы биоинформатики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Цифровые технологии в биологии», «Основы системной биологии», «Прикладные аспекты биотехнологии».

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка:** 144 часа / 4 зач.ед. / 0 ч.

**Промежуточный контроль:** экзамен.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы биоинформатики» является приобретение студентами теоретических знаний и практических умений и навыков в области биоинформатики (базы данных, методы анализа биологических последовательностей); приобретение студентами теоретических знаний и практических умений и навыков в области биоинформатики (базы данных, методы анализа биологических последовательностей); навыков осуществления поиска, хранения, обработки и анализа профессиональной информации из различных источников и баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности; умений принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности.

Освоение дисциплины направлено на ознакомление студентов с современной концепцией биологии, с теоретическими основами преобразования генома и культуры клеток и тканей живых организмов, а также на овладение практическими методами поиска и анализа биологических последовательностей (ДНК, РНК, протеины).

Цель дисциплины соотносится с общими целями основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО) по направлению 19.03.01 – Биотехнология, в рамках которого изучается данная дисциплина.

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Основы биоинформатики» включена в обязательную часть дисциплины. Дисциплина «Основы биоинформатики» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 – Биотехнология.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы биоинформатики» являются «Информатика», «Основы программирования», «Основы молекулярной биологии», «Основы биотехнологии», «Введение в профессиональную деятельность», «Общая биология», «Основы моделирования в биологии».

Дисциплина «Основы биоинформатики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Цифровые технологии в биологии», «Основы системной биологии», «Прикладные аспекты биотехнологии».

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

Рабочая программа дисциплины «Основы биоинформатики» 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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

### 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

**Требования к результатам освоения учебной дисциплины**

В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2.1	Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации на различных источниках и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных, сетевых и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности	Знает современные информационные, компьютерные и сетевые технологии и базы данных и перспективы их использования при производстве биотехнологической продукции	современные информационные, компьютерные и сетевые технологии и базы данных и перспективы их использования при производстве биотехнологической продукции	использовать современные информационные, компьютерные и сетевые технологии и базы данных	навыками использования современных информационных технологий, компьютерных, сетевых и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности
2.	ОПК-2.2		Умеет решать коммуникативные задачи современных технических средств и информационных технологий	коммуникативные задачи современных технических средств и информационных технологий	решать коммуникативные задачи современных технических средств и информационных технологий с использованием носителей информации	навыками использования традиционных носителей информации
3.	ОПК-2.3		Овладевает пакетами прикладных программ для выполнения расчетов по моделированию процессов и объектов при производстве биотехнологических и других продуктов. Владеет физическими принципами переработки информационных данных	пакеты прикладных программ для выполнения необходимых расчетов по моделированию процессов и объектов при производстве биотехнологических и других продуктов.	использовать пакеты прикладных программ для выполнения необходимых расчетов по моделированию процессов и объектов при производстве биотехнологических и других продуктов	физическими принципами переработки информационных данных

4.	ОПК-3.1	Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности	Демонстрирует знания основных методов алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач в области информационных систем и технологий	основные методы алгоритмизации, языки и технологии программирования	использовать знания основных методов алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач в области информационных систем и технологий	навыками использования основных методов алгоритмизации, языки и технологии программирования
5.	ОПК-3.2		Умеет применять методы алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач	знать методы алгоритмизации, языки и технологии программирования	применять методы алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач	навыками использования методов алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач
6.	ОПК-3.3		Владеет навыками программирования, отладки и тестирования программно-технических комплексов задач, пригодных для практического применения	принципы программирования, отладки и тестирования программно-технических комплексов задач, пригодных для практического применения	применять программы, отладки и тестирования программно-технических комплексов задач	навыками программирования, отладки и тестирования программно-технических комплексов задач

Таблица 2  
Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам № 6
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144/0	144/0
1. Контактная работа:	80,4/0	80,4/0
Аудиторная работа в том числе:	52,4/0	52,4/0
лекции (Л)	26	26
практические занятия (ПЗ)	52/0	52/0
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)		
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.)	39	39
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:		Экзамен

\* в том числе практическая подготовка.

#### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3  
Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	
Тема 1 Биологические базы данных	24	6	10	8
Тема 2. Выравнивание последовательностей	24	6	10	8
Тема 3. Предсказание генов и промоторов	21	4	10	7
Тема 4. Молекулярная филогенетика	24	6	10	8
Тема 5. Структурная биоинформатика	24	4	12	8
консультации перед экзаменом	2	-	-	2

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	ПКР	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	0,4	-
подготовка к экзамену (контроль)	24,6	-	-	-	24,6
Всего за 6 семестр	144	26	52	2,4	63,6

\* в том числе практическая подготовка

#### Тема 1. Биологические базы данных

Что такое биоинформатика? Цель, возможности, применение, ограничения. Что такое база данных? Типы баз данных. Биологические базы данных. Сложности биологических баз данных. Извлечение информации из биологических баз данных.

#### Тема 2. Выравнивание последовательностей

Эволюция. Гомология, подобие и идентичность последовательностей. Матрицы 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.

#### Тема 3. Предсказание генов и промоторов

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 4. Молекулярная филогенетика

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

#### Тема 5. Структурная биоинформатика

Аминокислоты. Образование пептидов. Вторичные структуры. Третичные структуры. Определение трехмерной структуры протеинов. База данных структур протеинов. Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов. Предсказание вторичной структуры глобулярных протеинов. Предсказание вторичной структуры трансмембранных протеинов. Предсказание суперспирали. Моделирование гомологии. Распознавание протягивания и свертывания.

## 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4  
Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1	Тема 1 Биологические базы данных	Лекция № 1 «Цель, возможности, применение, ограничения биоинформатики»	ОПК-2.1 ОПК-3.2	-	6
2		Практическое занятие № 1 «Базы данных»	ОПК-2.2 ОПК-3.3	опрос по теме занятия	10
3	Тема 2. Выравнивание последовательностей	Лекция № 2 «Гомология, подобие и идентичность последовательностей. Матрицы весов»	ОПК-2.1 ОПК-2.3	-	6
4		Практическое занятие № 2 «Basic Local Alignment Search Tool (BLAST). FASTA. Сравнение FASTA и BLAST.»	ОПК-2.2 ОПК-3.1	опрос по теме занятия	10
5	Тема 3. Предказание генов и промоторов	Лекция № 3 «Предказание генов»	ОПК-2.3 ОПК-3.2	-	4
6		Практическое занятие № 3 «Алгоритмы предсказания генов и регуляторных областей»	ОПК-3.1 ОПК-3.3	опрос по теме занятия	10

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
7	Тема 4. Молекулярная эволюция и молекулярная филогенетика	Лекция № 4 «Молекулярная эволюция и молекулярная филогенетика»	ОПК-2.1 ОПК-3.2	-	6
8		Практическое занятие № 4 «Оценка филогенетических деревьев. Филогенетические программы»	ОПК-2.2 ОПК-3.3	опрос по теме занятия	10
9	Тема 5. Структурная биоинформатика	Лекция № 5 «Строение протеинов»	ОПК-2.1 ОПК-2.3	-	4
10		Практическое занятие № 5 «Предказание структуры протеинов»	ОПК-2.2 ОПК-3.1	опрос по теме занятия	12

Таблица 5а  
Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1	Тема 1. Биологические базы данных	Что такое база данных? Типы баз данных. Биологические базы данных. Сложности биологических баз данных. Извлечение информации из биологических баз данных. (ОПК-2.1, ОПК-3.2)
2	Тема 2. Выравнивание последовательностей	Эволюция. Статистическая значимость выравнивания последовательностей. Специфические требования к поиску в базах данных. Эвристический поиск в базах данных. Basic Local Alignment Search Tool (BLAST). FASTA. Сравнение FASTA и BLAST. Поиск в

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
3	Тема 3. Предсказание генов и промоторов	база данных методом Смита-Уотермана. Функция придания весов. Алгоритмы полного перебора. Эвристические алгоритмы. (ОПК-2.3, ОПК-3.2)
4	Тема 4. Молекулярная филогенетика	Промотор и регуляторные элементы в прокариотах. Промотор и регуляторные элементы в эукариотах. Алгоритмы предсказания. (ОПК-2.3)
5	Тема 5. Структурная биоинформатика	Филогения генов vs. филогения видов. Формы представления деревьев. Почему сложно найти правильное дерево? Методы, основанные на расстоянии. Методы, основанные на признаках. Оценка филогенетических деревьев. Филогенетические программы. (ОПК-3.1, ОПК-3.3)
		База данных структур протеинов. Визуализация, сравнение и классификация структур 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. (ОПК-2.2, ОПК-2.3)

### 5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
№ п/п	Тема и форма занятия	лекция-дискуссия
1.	Цель, возможности, применение, ограничения биоинформатики	Л
2.	Предсказание структуры протеинов	ПЗ 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

1) Примерные вопросы для обсуждения на практических занятиях

#### Практическое занятие № 1 «Базы данных»

1. Типы баз данных.
2. Основные биологические базы данных.
3. Работа с базами биологических последовательностей.

#### Практическое занятие № 2 «Basic Local Alignment Search Tool (BLAST). FASTA. Сравнение FASTA и BLAST.»

1. Механизмы биологической эволюции.
2. Статистическая значимость выравнивания последовательностей.
3. Basic Local Alignment Search Tool (BLAST).
4. Формат данных FASTA.
5. Функция придания весов.
6. Алгоритмы анализа выравнивания.

#### Практическое занятие № 3 «Алгоритмы предсказания генов и регуляторных областей»

1. Промотор и регуляторные элементы в прокариотических организмах.
2. Промотор и регуляторные элементы в эукариотических организмах.
3. Алгоритмы предсказания.

#### Практическое занятие № 4 «Оценка филогенетических деревьев. Филогенетические программы»

1. Филогения генов.
2. Филогения видов.
3. Формы представления филогенетических деревьев.
4. Методы построения филогенетических деревьев.
5. Программы построения филогенетических деревьев.

#### Практическое занятие № 5 «Предсказание структуры протеинов»

1. База данных различных типов протеинов.
2. Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов.
3. Предсказание вторичной структуры различных типов протеинов.
4. Моделирование гомологии биологических последовательностей.

#### 2) Примерные вопросы для тестирования

1. Какое вещество присутствует в клеточных стенках грибов и покровах насекомых?
  - а) хитин
  - б) хитиназа
  - в) хинин
  - г) пектиназа
2. Компонентами какой системы устойчивости являются дефензины и ингибиторы протеиназ?



- а) вертикальной
- б) горизонтальной

3. Каким свойством обладает антимисловная РНК?

- а) совпадает по последовательности нуклеотидов со смысловой РНК
- б) комплементарна последовательности смысловой РНК
- в) отличается от нуклеотидной последовательности смысловой РНК

4. Какой участок T1-плазмиды отвечает за вырезание T-ДНК и перенос ее в растении?

- а) *vir*
- б) *ori*
- в) *tra*
- г) *cos*

3) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

1. Цели биоинформатики.
2. Сфера применения биоинформатики.
3. Базы данных и их классификация.
4. Биологические базы данных: примеры и способы использования.
5. Поиск информации в биологических базах данных.
6. Понятия гомологии, подобию и идентичности биологических последовательностей.
7. Матрицы весов. Статистическая значимость выравнивания биологических последовательностей.
8. Классификация способов поиска в базах данных.
9. Basic Local Alignment Search Tool (BLAST).
10. Формат FASTA.
11. Поиск в базе данных методом Смита-Уотермана.
12. Алгоритмы полного перебора и эвристические алгоритмы.
13. Программы предсказания генов.
14. Предсказание генов в про- и эукариотах.
15. Предсказание промоторов и регуляторных элементов в про- и эукариотах.
16. Молекулярная эволюция и молекулярная филогенетика.
17. Филогения генов vs. филогения видов.
18. Формы представления филогенетических деревьев.
19. Методы построения филогенетических деревьев.
20. Оценка филогенетических деревьев.
21. Филогенетические программы.
22. Уровни организации протеинов.
23. Базы данных структур протеинов.
24. Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов.
25. Предсказание вторичной структуры глобулярных и трансмембранных протеинов.

- 26. Предсказание суперспирали.
- 27. Моделирование гомологии.
- 28. Предсказание структуры протеина *ab initio*.

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.

Экзамен – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

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. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередищенко. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 187 с.
2. Смирнов А.В., Панкина Л.К. Основы биоинформатики: Учебное пособие. – М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2008. – 102 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Браун Т.А. Геномы / Т.А. Браун. Пер. с англ. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011. 944 с.
2. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. Т.1: Генная и белковая инженерия / Л.И. Патрушев; Ин-т биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН. Отв. ред. А.И. Мирошников. М.: Наука, 2004. 526 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.:илл. – (Методы в биологии)

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

1. Бородовский М., Екишева С. Задачи и решения по анализу биологических последовательностей. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Ижевский институт компьютерных исследований, 2008. – 440 с.
2. Практикум по биотехнологии растений / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередищенко, Н.П. Карсукина, М.Р. Халилуев. Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. 148 с.
3. Лабораторный практикум по культуре клеток и тканей растений / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередищенко, Р.Н. Киракосян, С.М. Зайцева. М.: ФГБНУ «Росинформатех», 2017. 140 с.

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

{В список включаются перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий (по видам), ссылки на ресурсы Internet}.

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

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 10  
Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	1	2	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 3, аудитория № 104)			Стол компьютерный – 10 шт. Стол металлический – 10 шт. Стул деревянный – 5 шт. (Инв. №№ 599044, 599055, 599064, 599105, 599115)
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 3, аудитория № 109)			Аквдистиллятор (№ 559576) Био-шейкер (№ 559943) Бокс ламинарный (№№ 559911, 559911/1, 559911/2, 559911/3, 31924/6, 31924/7, 31924/8) Весы Ohaus (№ 34426) Весы аналитические ACCULAB (№ 559572) Весы электронные KERN EW (№ 35571) Доска передвижная поворотная (№ 557950/1) Камера климатическая (№ 410124000559553) Мешалка магнитная(№ 03352)

<p>Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Читальные залы библиотеки.</p>	<p>Микроскоп Stemi (№ 560112/7)  Мойка лабораторная (№№ 559920/1, 559920/2, 559920/3)  Печь микроволновая Samsung(№ 310138000000106)  Стеллаж для выращивания растений(№№ 559937, 559937/1, 559937/2, 559937/3, 559937/4, 559937/5, 559937/6, 559937/7)  Стерилизатор (№№ 559578, 559578/1)  Стерилизатор паровой (автоклав) (№№ 410124000559575, 410124000559575/1)  Стол лабораторный (№№ 560198/2, 560198/3, 560198/4, 560198/5, 560198/6, 560198/7, 560198/8, 560198/9, 560198/10, 560198/11, 560198/12, 560198/13, 560198/14, 560198/15, 560198/16, 560198/17, 560198/18, 591056, 591056/1, 591056/10, 591056/11, 591056/12, 591056/13, 591056/14)  Сушка (№ 559574)  Сушка лиофильная (№ 31922)  Термостат (№№ 559577, 559578, 559578/1)  Холодильник (№№ 552595, 552607, 55799)  Шейкер-инкубатор орбитальный (№ 410124000559945)  Шкаф вытяжной (№ 559925)  Шкаф для документов (№ 559930/3)  Шкаф для документов с 5 полками «Эрго» Вишня (№№ 593620, 593625)  Шкаф для посуды (№№ 559918, 559918/1)  Шкаф для химикатов (№ 559919)  Шкаф лабораторный (№№ 560199, 560199/2)</p>
--	---

### 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для успешного усвоения каждой из тем дисциплины «Основы биоинформатики» студент должен внимательно прослушать и конспектировать лекцию по конкретной теме, подготовиться к выполнению практической работы, ответить на вопросы преподавателя на практическом занятии. Для самоконтроля студентов предназначены контрольные вопросы.

Для конспектирования лекций рекомендуется завести отдельную тетрадь из 96 листов. Конспект каждой лекции следует начинать с названия темы лек-

ции 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).

При подготовке к практической работе необходимо составить краткий (1-2 страницы) конспект теоретического материала. Домашняя подготовка является необходимой частью практической работы. Кроме того, ограниченное время, отводимое на выполнение практической работы, требует хорошо скорректированных действий студента, к которым также необходимо предварительно подготовиться.

#### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, представляет конспект по теме лекции. При пропуске практического занятия студент представляет реферат по теме практического занятия. Оценка рефератов и практических занятий – зачтено, не зачтено.

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

Главная задача дисциплины «Основы биоинформатики» - сформировать у студентов целостное представление о принципах и методах генетической трансформации и культуры клеток и тканей живых объектов, а также анализа биологических последовательностей; научить планировать комплекс исследований по подготовке, проведению и оценке результатов биоинженерного эксперимента.

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 разработал (и):

Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент  
Хлебникова Д.А., канд. биол. наук

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Основы биоинформатики» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология и молекулярная биология» (квалификация выпускника – бакалавр)

Таракановым Иваном Германовичем, заведующим кафедрой 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 «Основы биоинформатики» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология и молекулярная биология» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре биотехнологии (разработчики – Черлинченко Михаил Юрьевич, доцент кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук, Хлебникова Дарья Анатольевна, старший преподаватель кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Основы биоинформатики» (далее по тексту Программа) *соответствует* требованиям ФГОС по направлению 19.03.01 – «Биотехнология». Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Предъявленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО *не подлежит сомнению* – дисциплина относится к факультативам учебного цикла – ФГДВ.
3. Представленные в Программе *цели* дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС направления 19.03.01 – «Биотехнология».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы биоинформатики» закреплено *2 компетенции с 6 индикаторами*. Дисциплина «Основы биоинформатики» и представленная Программа *способна реализовать* их в объявленных требованиях.
5. *Результаты обучения*, представленные в Программе в категориях *знать, уметь, владеть соответствующей специфике* и *содержанию дисциплины и демонстрируют возможность* получения заявленных результатов.
6. Общая трудоёмкость дисциплины «Основы биоинформатики» составляет 4 зачётных единицы (144 часа).
7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Основы биоинформатики» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 – «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 геномного редактирования 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 «Основы биоинформатики» 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 19.03.01 – «Биотехнология».
11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос в форме обсуждения отдельных вопросов), *соответствующей* специфике дисциплины и тре-

бованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачёта, что *соответствует* статусу дисциплины как обязательной – Б1.О ФГОС направления 19.03.01 – «Биотехнология».

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовых учебников), дополнительной литературой – 10 наименований и *соответствует* требованиям ФГОС направления 19.03.01 – «Биотехнология».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы биоинформатики» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине даны представление о специфике обучения по дисциплине «Основы биоинформатики».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы биоинформатики» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология и молекулярная биология» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Черлинченко М.Ю., доцентом кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом биологических наук, Хлебниковой Д.А., старшим преподавателем 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 «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор биологических наук, профессор

  
« 28 » 08 2023 г.