Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шитикова Александра Васильевна
Должность: И.о. директора института агробиотехнологии
Дата подписания: 19.02.2025 14:51:55
Уникальный программный ключ:
fcd01ecb1fdf76898ee51f245ad12e3f716ee658

**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
зоотехнии и биологии
_____ Акчурин С.В.
“ 30 ” августа 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института
агробиотехнологии
_____ Шитикова А.В.
“ 30 ” августа 2024 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# Б1.О.15 «ОСНОВЫ БИОИНФОРМАТИКИ»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направления: 05.03.04 Гидрометеорология
06.03.01 Биология
19.03.01 Биотехнология
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение
35.03.04 Агрономия

Курс 2
Семестр 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024

Разработчики: Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент _____
Хлебникова Д.А., канд. биол. наук, доцент _____
«30» 08 2024 г.

Рецензент: Тараканов И.Г., д-р биол. наук, профессор _____
«30» 08 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ПООП,, профессиональных стандартов и учебных планов по направлениям подготовки 05.03.04 Гидрометеорология, 06.03.01 Биология, 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия.

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии, протокол № 1 от «30» 08 2024 г.

И.о. зав. кафедрой Вертикова Е.А., д-р с.-х. наук, профессор _____
«30» 08 2024 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института агробиотехнологии
Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор
_____
(подпись)
«30» 08 2024 г.

Председатель учебно-методической комиссии института зоотехнии и биологии
Маннапов А.Г., д.б.н., профессор
_____
(подпись)
«30» 08 2024 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ _____ Сидорова Л.В.
(подпись)

**СОДЕРЖАНИЕ**

**АННОТАЦИЯ ..... 4**
**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ..... 6**
**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ..... 6**
**3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 6**
**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ..... 9**
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ ..... 9
по семестрам ..... 9
4.2 Содержание дисциплины ..... 9
4.3 Лекции/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 ..... 15
**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ..... 15**
7.1 Основная литература ..... 16
7.2 Дополнительная литература ..... 16
7.3 Нормативные правовые акты ..... 16
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)* ..... 17**
**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 пропущенных занятий ..... 19
**12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ..... 19**

# АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.15 «Основы биоинформатики» для подготовки бакалавра по направлениям 35.03.04 – Агрономия, направленность: «Агробизнес», «Генетика растений», «Защита растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Точное земледелие»; 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»; 19.03.01 – Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Биокибернетика и системная биология», «Агропромышленная биотехнология»; 06.03.01 – Биология, направленность «Генетика животных», «Зоология», «Управление водными биологическими ресурсами»; 05.03.04 Гидрометеорология, направленность «Климатическая безопасность»**

**Цель освоения дисциплины:** приобретение студентами теоретических знаний и практических умений и навыков в области биоинформатики (базы данных, методы анализа биологических последовательностей); навыков осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач; 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 направлениям подготовки 35.03.04 – Агрономия, направленность: «Агробизнес», «Генетика растений», «Защита растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Точное земледелие»; 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»; 19.03.01 – Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Биокибернетика и системная биология», «Агропромышленная биотехнология»; 06.03.01 – Биология, направленность «Генетика животных», «Зоология», «Управление водными биологическими ресурсами»; 05.03.04 Гидрометеорология, направленность «Климатическая безопасность».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1, 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 научной деятельности», «Методы обработки экспериментальных данных». Дисциплина «Основы биоинформатики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Протеомика и метаболомика», «Математический анализ биологических данных», «Нейросетевые технологии анализа данных в растениеводстве».

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч практическая подготовка:** 72 часа (2 зач. ед.) / 0 ч.

**Промежуточный контроль:** зачет.

## 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); навыков осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач; 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 направлениям 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология», в рамках которых изучается данная дисциплина.

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Основы биоинформатики» включена в обязательную часть дисциплин. Дисциплина «Основы биоинформатики» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлениям 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы биоинформатики» являются «Информатика», «Основы научной деятельности», «Методы обработки экспериментальных данных».

Дисциплина «Основы биоинформатики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Протеомика и метаболомика», «Математический анализ биологических данных», «Нейросетевые технологии анализа данных в растениеводстве».

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.

Таблица 1

**Требования к результатам освоения учебной дисциплины**

| № п/п | Код компе-тенции | Содержание компетенции (или её части) | Индикаторы компе-тенций | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | знать | уметь | владеть |
| 1. | УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи | принципы анализа задачи и ее декомпозиции | анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи | навыками анализа задачи, выделения ее базовых составляющих, декомпозиции задачи |
| 2. | | | УК-1.2 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи | информацию, необходимую для решения поставленной задачи | находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи | навыками поиска и критического анализа информации, необходимой для решения поставленной задачи |
| 3. | | | УК-1.3 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки | варианты решения задачи, их достоинства и недостатки | рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки | навыками оценки достоинств и недостатков возможных вариантов решений |
| 4. | | | УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятель- | принципы формирования суждений и оценок | грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки | навыками отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ности | | | |
| 5. | | | УК-1.5 Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи | последствия возможных решений задачи | определять и оценивать последствия возможных решений задачи | навыками определения и оценки последствий возможных решений задачи |
| 6. | ОПК-3 | Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности | ОПК-3.1 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, языков и технологии программирования |
| 7. | | | 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, языков и технологий программирования при решении профессиональных задач |
| 8. | | | ОПК-3.3 Владеет навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно- технических комплексов задач, пригодных для практического применения | принципы программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач, пригодных для практического применения | применять прототипы программно-технических комплексов задач | навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач |

## 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 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 | 72/0 | 72/0 |
| **1. Контактная работа:** | 50,25/0 | 50,25/0 |
| **Аудиторная работа** | 50,25/0 | 50,25/0 |
| *в том числе:* | | |
| *лекции (Л)* | 16 | 16 |
| *практические занятия (ПЗ)* | 34/0 | 34/0 |
| *контактная работа на промежуточном контроле (КРА)* | 0,25 | 0,25 |
| **2. Самостоятельная работа** (СРС) | 21,75 | 21,75 |
| *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.)* | 12,75 | 12,75 |
| *Подготовка к зачету (контроль)* | 9 | 9 |
| Вид промежуточного контроля: | зачет | |

* 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 всего/* | ПКР | |
| Тема 1. Биологические базы данных | | 2 | 6 | - | 3 |
| Тема 2. Выравнивание последовательностей | | 4 | 8 | - | 3 |
| Тема 3. Предсказание генов и промоторов | | 2 | 8 | - | 2,25 |
| Тема 4. Молекулярная фило- | | 4 | 8 | - | 2,25 |

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо) | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа СР |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Л | ПЗ всего/* | ПКР | |
| генетика | | | | | |
| Тема 5. Структурная биоинформатика | | 4 | 8 | - | 2,25 |
| *контактная работа на промежуточном контроле (КРА)* | 0,25 | - | - | 0,25 | - |
| *подготовка к зачету (контроль)* | 9 | - | - | - | 9 |
| **Всего за 6 семестр** | **72** | **16** | **34** | **0,25** | **21,75** |

* 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 расстоянии. 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. Предсказание структуры протеина *ab initio*. CASP.

### 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 / в т.ч. практ. подг. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Тема 1 Биологические базы данных | Лекция № 1 «Цель, возможности, применение, ограничения биоинформатики» | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, ОПК-3.2 | - | 2 |
| 2 | | Практическое занятие № 1 «Базы данных» | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, ОПК-3.3 | опрос по теме занятия | 6 |
| 3 | Тема 2. Выравнивание последовательностей | Лекция № 2 «Гомология, подобие и идентичность последовательностей. Матрицы весов» | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, | - | 4 |
| 4 | | Практическое занятие № 2 «Basic Local Alignment Search Tool (BLAST). FASTA. Сравнение FASTA и BLAST.» | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, ОПК-3.1 | опрос по теме занятия | 8 |
| 5 | Тема 3. Предсказание генов и промоторов | Лекция № 3 «Предсказание генов» | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, ОПК-3.2 | - | 2 |
| 6 | | Практическое занятие № 3 «Алгоритмы предсказания генов и регуляторных областей» | ОПК-3.1 ОПК-3.3 | опрос по теме занятия | 8 |
| 7 | Тема 4. Молекулярная филогенетика | Лекция № 4 «Молекулярная эволюция и молекулярная филогенетика» | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, ОПК-3.2 | - | 4 |
| 8 | | Практическое занятие № 4 «Оценка филогенетических деревьев. Филогенетические программы» | ОПК-2.2 ОПК-3.3 | опрос по теме занятия | 8 |
| 9 | Тема 5. Структурная | Лекция № 5 «Строение протеинов» | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, | - | 4 |

| № п/п | Название раздела, темы | № и название лекций и лабораторных занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов / в т.ч. практ. подг. |
|---|---|---|---|---|---|
| | биоинформатика | | УК-1.4, УК-1.5 | | |
| 10 | | Практическое занятие № 5 «Предсказание структуры протеинов» | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, ОПК-3.1 | опрос по теме занятия | 8 |

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. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, ОПК-3.2) |
| 2 | Тема 2. Выравнивание последовательностей | Эволюция. 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-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, ОПК-3.2) |
| 3 | Тема 3. Предсказание генов и промоторов | Промотор и регуляторные элементы в прокариотах. Промотор и регуляторные элементы в эукариотах. Алгоритмы предсказания. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5,) |
| 4 | Тема 4. Молекулярная филогенетика | 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) |
| 5 | Тема 5. Структурная биоинформатика | База данных структур протеинов. Визуализация, сравнение и классификация структур протеинов. Предсказание вторичной структуры глобу- |

| № п/п | Название раздела, темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения |
|---|---|---|
| | | лярных протеинов. Предсказание вторичной структуры трансмембранных протеинов. Предсказание суперспирали. Моделирование гомологии. Распознавание протягивания и свертывания. Предсказание структуры протеина ab initio. CASP. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5,) |

## 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. | Цель, возможности, применение, ограничения биоинформатики | Л | лекция-дискуссия |
| 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 антисмысловая РНК?

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

4. Какой участок Ti-плазмиды отвечает за вырезание Т-ДНК и перенос ее в растение?

а) vir
б) ori
в) tra
г) cos

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

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, подобия 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.

**Зачет** – зачтено, не зачтено

## Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

| Оценка | Критерии оценивания |
|---|---|
| Зачтено | заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом; в основном сформировал практические навыки. |
| Не зачтено | заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. |

## Критерии оценивания опроса

- оценка «отлично» выставляется студенту, если был дан блестящий ответ с незначительными недочётами;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в целом была проведена серьёзная подготовка, но с рядом замечаний;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответ был неплохой, однако имеются серьёзные недочёты при подготовке ответов на вопрос;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не было ответа на поставленный вопрос.

## 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. Гатаулин А.М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве. Ч. 1 / А. М. Гатаулин. - М. : МСХА, 1992. - 160 с.

3. Гатаулин А.М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве. Ч. 2 / А. М. Гатаулин. - М. : МСХА, 1992. - 192 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Калашникова, Е. А. Основр4ы биотехнологии : учебное пособие / Е. А. Калашникова, М. Ю. Чередниченко, Р. Н. Киракосян. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : КноРус ; Москва : КНОРУС, 2022, 2023. – 227 с.

2. Браун, Т. А. Геномы / Т. А. Браун. – Москва : Ин. компьютерных исслед., 2011. – 921 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.

4. Патрушев, Л. И. искусственные генетические системы / Л. И. Патрушев ; Российская академия наук, Институт биоорганической химии им. Академиков М. М. Шемякин и Ю. А. Овчинникова (Москва) = Artificial genetic systems / L. I. Patrushev : монография. Т. 1. Генная и белковая инженерия = Genetic and protein engineering. – Москва : Наука, 2004. – 526 с.

5. Рыбчин, В. Н. Основы генетической инженерии : учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: СПбГТУ, 1986. - 186 с.

9. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия: учебное пособие для студ. вузов по напр. «Биология» и спец. «Биотехнология», «Биохимия», «Генетика», «Микробиология» / С. Н. Щелкунов. – 2-у изд., спр. и доп. – Новосибирск : СГУ, 2004. – 496 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.

2. Практикум по биотехнологии растений / Е. А. Калашникова, М. Ю. Чередниченко, Н. П. Карсункина, М. Р. Халилуев ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Изд. 3-е, испр. и доп. - М.: РГАУ-МСХА, 2014. - 148 с.

3. Лабораторный практикум по культуре клеток и тканей растений / Е. А. Калашникова, М. Ю. Чередниченко, Р. Н. Киракосян, С. М. Зайцева ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - М.: Росинформагротех, 2017. - 140 с.

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

*{В список включается 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 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, аудитории № 212, 303-308, 314) | Система очистки воды Hydrurus Ultra Flow, № 410124000603648<br>Комплект оборудования для очистки и обеззараживания воздуха, № 410124000603649<br>Стерилизатор паровой форвакуумный СПГА-100-1-НН В, №210124558132517<br>Бокс микробиологический безопасности БМБ-II «Ламинар-С» по ТУ 32.50.50-010-51495026-2020 в исполнении: БМБ-II-«Ламинар-С»-1,5, № 210124558132419, № 210124558132418, № 210124558132420, № 210124558132421, № 210124558132422<br>Климатическая камера «Лаборатория биофотоники», № 410124000603662, № 410124000603663<br>Комплект климатических установок (фитотрон), № 210124558132659, № 210124558132660<br>Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (люминесцентный), № 410124000603660<br>Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (светодиодный), № 410124000603659<br>Шейкер инкубатор DW-SI-D2403, Drawell, № 410124000603704<br>Шейкер - инкубатор с охлаждением CRYSTE, модель PURICELL_SHAKING X10, № 410124000603688<br>Спектрофотометр K5500Plus, Drawell № 410124000603673<br>Лиофильная сушилка, LFD-10A, Laboao, № 410124000603685<br>Комплект лабораторного оборудования пробоподготовки для биотехнологических исследований, № 410124000603692<br>Центрифуга лабораторная с охлаждением TGL18C,Nanbei, № 410124000603681<br>Льдогенератор XB-50, Scientz, № 410124000603690<br>Амплификатор детектирующий "ДТпрайм" по ТУ 9443- 004-96301278-2010 в модификации 5М6, № 410124000603637, № 410124000603638 |

| | |
|---|---|
| | Гельдокументирующая система QUANTUM-CX5 Edge - Epi UV PadBox, № 410124000603639<br>Гомогенизатор лабораторный RCP 24, № 410124000603640<br>Электропоратор для клеток эукариот, прокариот и растений CRY-3B, Scientz, № 410124000603691<br>Термостат Binder, №210134000004208<br>Интерактивная панель, № 410124000603731<br>Рабочая станция с предустановленным программным обеспечением, № 210134000018973<br>Рабочая станция, № 210134000019227-210134000019242 |
| Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Читальные залы библиотеки. | |

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для успешного усвоения каждой из тем дисциплины «Основы биоинформатики» студент должен внимательно прослушать и законспектировать 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 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). 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 разработали:**

Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент _____

Хлебникова Д.А., канд. биол. наук, доцент_____

**РЕЦЕНЗИЯ**
**на рабочую программу дисциплины «Основы биоинформатики»**
**ОПОП ВО по направлениям 35.03.04 – Агрономия, направленность: «Агробизнес», «Генетика растений», «Защита растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Точное земледелие»; 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»; 19.03.01 – Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Биокибернетика и системная биология», «Агропромышленная биотехнология»; 06.03.01 – Биология, направленность «Генетика животных», «Зоология», «Управление водными биологическими ресурсами»; 05.03.04 Гидрометеорология, направленность «Климатическая безопасность» (квалификация выпускника – бакалавр)**

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 «Основы биоинформатики» ОПОП ВО по направлениям 35.03.04 – Агрономия, направленность: «Агробизнес», «Генетика растений», «Защита растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Точное земледелие»; 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»; 19.03.01 – Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Биокибернетика и системная биология», «Агропромышленная биотехнология»; 06.03.01 – Биология, направленность «Генетика животных», «Зоология», «Управление водными биологическими ресурсами»; 05.03.04 Гидрометеорология, направленность «Климатическая безопасность» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре биотехнологии (разработчики – Чередниченко Михаил Юрьевич, доцент кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук, Хлебникова Дарья Анатольевна, доцент 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 направлениям 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология». 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 обязательной части учебного цикла – Б1.О.

3. Представленные в Программе ***цели*** дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС направлений 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы биоинформатики» закреплено ***2 компетенции с 8 индикаторами***. Дисциплина «Основы биоинформатики» 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 «Основы биоинформатики» составляет 2 зачётных единицы (72 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 направлениям 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология» 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 направлений 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос в форме обсуждения отдельных вопросов), *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что *соответствует* статусу дисциплины как обязательной – Б1.О ФГОС направлений 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология».

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 направлений 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология».

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 дают 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 направлениям 35.03.04 – Агрономия, направленность: «Агробизнес», «Генетика растений», «Защита растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Точное земледелие»; 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»; 19.03.01 – Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Биокибернетика и системная биология», «Агропромышленная биотехнология»; 06.03.01 – Биология, направленность «Генетика животных», «Зоология», «Управление водными биологическими ресурсами»; 05.03.04 Гидрометеорология, направленность «Климатическая безопасность» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Чередниченко М.Ю., доцентом кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом биологических наук, Хлебниковой Д.А., 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., профессор кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук, профессор

_____ «30» ____08____ 2024 г.