

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский  
университет имени Н.И. Пирогова»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

**Институт биомедицины (МБФ)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

Доктор биологических наук,

Член-корреспондент

Российской академии наук

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.1.О.02 Биотехнические системы и технологии**

для образовательной программы высшего образования - программы магистратуры

по направлению подготовки

**12.04.04 Биотехнические системы и технологии**

направленность (профиль)

Медицинская геномика и эпигеномика

Год начала подготовки 2026

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.02 Биотехнические системы и технологии (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии. Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинская геномика и эпигеномика.

Форма обучения: очная

Составители:

<b>№, п/п</b>	<b>Фамилия, Имя, Отчество</b>	<b>Учёная степень, звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Место работы</b>
1	Лагунин Алексей Александрович	д-р биол. наук, профессор РАН	зав. кафедрой биоинформатики Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Райлян Юлия		старший преподаватель кафедры биоинформатики Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Кафедра биоинформатики МБФ»

(протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ )

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, Имя, Отчество</b>	<b>Учёная степень, звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Место работы</b>
--------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------	---------------------

1	Кузиков Алексей Владимирович	канд. биол. наук, доцент	и.о. заведующего кафедрой биохимии Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
---	------------------------------	--------------------------	--	---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом «  
 \_\_\_\_\_»  
 (протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ № \_\_\_\_\_ )

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Устав и локальные нормативные акты Университета.
2. Общая характеристика образовательной программы.
3. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цель и задачи освоения дисциплины**

#### 1.1.1. Цель.

Получение студентами основополагающих знаний о содержании и возможностях биоинформатики, о приложении методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач, в том числе, анализа сходства аминокислотных и нуклеотидных последовательностей, компьютерного моделирования и визуализации трёхмерных структур белков, анализ транскриптомных и геномных данных, что позволит в будущем молодым специалистам быстрее и эффективнее включиться в научно-исследовательскую работу, а также использовать результаты современных постгеномных технологий в диагностике и персонализированном лечении пациентов

#### 1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины (модуля):

- Изучение и формирование навыков работы с крупнейшими международными интернет ресурсами биомедицинских данных (NCBI, EMBL, UniProt).
- Изучение основных понятий и формирование базовых навыков работы с результатами транскриптомных и геномных исследований полученных с использованием технологий секвенирования нового поколения
- Получение основных навыков по визуализации и моделированию трехмерных структур белков
- Формирование базовых навыков использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских и клинических задач, эффективной диагностики и персонализированного лечения пациентов
- Формирование системных знаний по биоинформатике, связанных с анализом нуклеотидных и аминокислотных последовательностей

### **1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Биотехнические системы и технологии» изучается в 1 семестре (ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины (модули)». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины (модуля) обучающиеся должны освоить освоить в рамках среднего полного общего образования, следующие дисциплины: Иностранный язык; Математика; Информатика; Общая биохимия.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Спецглавы геномики.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Преддипломная практика; Научно-исследовательская работа.

### 1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

1 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
<p><b>ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом исследований, разработки и проектирования биотехнических систем и технологий</b></p>	
<p>ОПК-1.ИД1 Проводит анализ научно-технической информации по теме планируемых исследований в области создания биотехнических систем и технологий</p>	<p><b>Знать:</b> Основные биоинформатические базы данных и ресурсы, используемые в области создания биотехнических систем и технологий</p>
	<p><b>Уметь:</b> Проводить поиск и анализ данных в биоинформатических базах данных и ресурсах, используемые в области создания биотехнических систем и технологий</p>
	<p><b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Поиска и анализа данных в биоинформатических базах данных и ресурсах, используемые в области создания биотехнических систем и технологий</p>
<p>ОПК-1.ИД2 Осуществляет проектирование, организацию и контроль за соблюдением технологии производства биотехнических систем</p>	<p><b>Знать:</b> Методы проведения биоинформатических исследований.</p>
	<p><b>Уметь:</b> Применять методы проведения биоинформатических исследований с точки зрения проектирования и контроля технологий производства биотехнологических систем</p>
	<p><b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> проведения биоинформатических исследований с точки зрения проектирования и контроля технологий производства биотехнологических систем</p>

ОПК-1.ИД3 Исследует биотехнические системы медицинского, экологического и биометрического назначения с использованием программных средств	<b>Знать:</b> Методы биоинформатики для обработки данных высокопроизводительного секвенирования
	<b>Уметь:</b> Применять методы анализа данных высокопроизводительного секвенирования
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Применения методов анализа данных высокопроизводительного секвенирования
ОПК-1.ИД4 Оценивает эффективность выбора и методы правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности и проектирования биотехнических систем и технологий	<b>Знать:</b> Свободно доступные базы данных и компьютерные инструменты для обработки данных используемых в биотехнологических системах и технологиях
	<b>Уметь:</b> Использовать свободно доступные базы данных и компьютерные инструменты для обработки данных используемых в биотехнологических системах и технологиях
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Использования свободно доступных баз данных и компьютерных инструментов для обработки данных используемых в биотехнологических системах и технологиях
ОПК-1.ИД5 Разрабатывает физические, математические и информационно-структурные модели	<b>Знать:</b> Основы биоинформатического анализа биомедицинских данных
	<b>Уметь:</b> Проводить биоинформатический анализ биомедицинских данных
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Проведения биоинформатического анализа биомедицинских данных
<b>ОПК-3 Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач</b>	

ОПК-3.ИД1 Применяет современные знания в био- и медико-технических информационных технологиях	<b>Знать:</b> Основные понятия, подходы и методы анализа данных используемые в биоинформатике
	<b>Уметь:</b> Применять основные подходы и методы биоинформатики для решения прикладных биомедицинских
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач.
ОПК-3.ИД2 Применяет информационные технологии в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> Современные информационные технологии используемые в биоинформатике.
	<b>Уметь:</b> Проводить анализ биоинформатических данных с использованием современных компьютерных технологий.
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Анализа биоинформатических данных с использованием современных информационных технологий.
ОПК-3.ИД3 Предлагает новые идеи, подходы к решению современных инженерных задач в сфере информационных технологий	<b>Знать:</b> Основные понятия, подходы и методы анализа данных используемые в биоинформатике
	<b>Уметь:</b> Применять основные подходы и методы биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач.
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Анализа качества данных, использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач.
ОПК-3.ИД4 Применяет основные фундаментальные математические, физико-химические и биологические знания для решения профессиональных задач, используя информационные технологии	<b>Знать:</b> Современные компьютерные технологии используемые в биоинформатике для решения профессиональных задач.
	<b>Уметь:</b> Проводить анализ биоинформатических данных с использованием современных компьютерных технологий для решения профессиональных задач.
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Анализа биоинформатических данных с использованием современных компьютерных технологий для решения профессиональных задач.

<b>ПК-2 Способен разрабатывать и использовать новые методы клинических лабораторных исследований в медицинской генетике</b>	
ПК-2.ИД1 Использует методы высокопроизводительного секвенирования и биоинформатической обработки данных секвенирования для исследования генома и эпигенома человека	<b>Знать:</b> Программы и методы биоинформатической обработки данных секвенирования для исследований генома человека
	<b>Уметь:</b> Применять программы и методы биоинформатической обработки данных секвенирования для исследований генома человека
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Использования программ и методов биоинформатической обработки данных секвенирования для исследований генома человека
ПК-2.ИД2 Внедряет методы высокопроизводительного секвенирования генома и эпигенома человека в медицинскую практику	<b>Знать:</b> Программы и методы и источники данных для биоинформатической обработки данных секвенирования для исследований генома человека
	<b>Уметь:</b> Применять программы и методы для биоинформатической обработки данных секвенирования для исследований генома человека
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Использовать программы и методы для биоинформатической обработки данных секвенирования для исследований генома человека
<b>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</b>	
УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<b>Знать:</b> Базы данных о последовательностях ДНК, РНК и белка и понимать связь между этими данными.
	<b>Уметь:</b> Уметь проводить поиск последовательностей ДНК, РНК и белка, и устанавливать связь между ними.
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Проведения поиска информации о генах, транскриптах и белках, и устанавливать связь между ними.

УК-1.ИД2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	<b>Знать:</b> Способы представления, хранения и анализа нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.
	<b>Уметь:</b> Использовать интернет ресурсы и биоинформатические методы в биомедицинских исследованиях.
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач.
УК-1.ИД3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	<b>Знать:</b> Основные биоинформатические базы данных.
	<b>Уметь:</b> Уметь оценивать качество данных в биоинформатических базах данных.
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Поиска и оценки качества данных в биоинформатических базах данных.
УК-1.ИД4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	<b>Знать:</b> Основную догму молекулярной биологии и взаимоотношения генома, транскриптома и протеома.
	<b>Уметь:</b> Использовать знания в области биоинформатики, статистики, генетики и молекулярной биологии для решения проблемных ситуаций на основе системного и междисциплинарного подхода
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Использования знаний в области биоинформатики, статистики, генетики и молекулярной биологии для решения проблемных ситуаций на основе системного и междисциплинарного подхода
УК-1.ИД5 Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения	<b>Знать:</b> Основные понятия, подходы, информационные ресурсы и методы анализа данных, используемые в биоинформатике.
	<b>Уметь:</b> Применять основные подходы, информационные ресурсы и методы биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач.
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Анализа качества данных, использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения.



## 2. Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			1
<b>Учебные занятия</b>			
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:</b>		61	61
Специализированное занятие (СЗ)		39	39
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16
Коллоквиум (К)		6	6
<b>Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:</b>		64	64
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		64	64
<b>Промежуточная аттестация:</b>			
<b>Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:</b>		3	3
Зачет (З)*		3	3
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	128	128
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	4.00	4.00

\* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта (защиты курсовой работы) выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта (защиты курсовой работы) организуется в соответствии с расписанием занятий.

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

##### 1 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
<b>Раздел 1. Введение в биоинформатику</b>			
1	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 1. Введение в биоинформатику. Основные биоинформатические ресурсы и базы данных	История возникновения биоинформатики как науки. Современные взгляды на биоинформатику, ее возможности и перспективы. Базовые направления биоинформатики: геномика и протеомика. Специфика работы с биологическими данными. Методология использования подходов биоинформатики для решения фундаментальных и прикладных задач. Оптимизация поиска научной информации с помощью PubMed. Базы данных Entrez, GeneBank, EBI, EMBL, DDBJ и др., модель данных NCBI, основа формирования данных, типы данных для описания объектов (статей, последовательностей ДНК, белков, данные изменения генной экспрессии) в БД, структура записей в файлах (ключевые слова, сокращения и т.п.), форматы представления данных (Fasta, и др.), особенности представления данных в базах данных.

2	<p>УК-1.ИД4,  УК-1.ИД1,  УК-1.ИД2,  УК-1.ИД3,  УК-1.ИД5,  ОПК-1.ИД4,  ОПК-1.ИД1,  ОПК-1.ИД2,  ОПК-1.ИД3,  ОПК-1.ИД5,  ОПК-3.ИД1,  ОПК-3.ИД3,  ОПК-3.ИД4,  ОПК-3.ИД2,  ПК-2.ИД1,  ПК-2.ИД2</p>	<p>Тема 2. Работа с базами данных NCBI (RefSeq, OMIM, Nucleotide, Gene, Protein, UniGene)</p>	<p>Основные биоинформатические базы данных: NCBI (RefSeq, OMIM, Nucleotide, Gene, Protein, dbSNP, ClinVar);</p>
3	<p>УК-1.ИД4,  УК-1.ИД1,  УК-1.ИД2,  УК-1.ИД3,  УК-1.ИД5,  ОПК-1.ИД4,  ОПК-1.ИД1,  ОПК-1.ИД2,  ОПК-1.ИД3,  ОПК-1.ИД5,  ОПК-3.ИД1,  ОПК-3.ИД3,  ОПК-3.ИД4,  ОПК-3.ИД2,  ПК-2.ИД1,  ПК-2.ИД2</p>	<p>Тема 3. Базы данных UniProt, KEGG, GeneOntology и EMBL</p>	<p>Основные биоинформатические базы данных: NCBI (RefSeq, OMIM, Nucleotide, Gene, Protein, dbSNP, ClinVar); EMBL, UniProt, PDB, KEGG.</p>

4	ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4	Тема 4. Геномный браузер UCSC	Геномные браузеры (NCBI Map Viewer, UCSC).
<b>Раздел 2. Парное и множественное выравнивание</b>			
1	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 1. Принципы выравнивания последовательностей. Матрицы замен. Понятие гомологии. BLAST	Выравнивания последовательностей. Цели и типы выравниваний. Парное выравнивание. Fasta, BLAST (Basic Local Alignment Search Tool). Принципы выравнивания последовательностей. Понятие гомологии. Ортологи и паралоги. Расчёт оценки выравнивания (Score). Сходство последовательностей (идентичность, консервативность). Матрицы замен (PAM, BLOSUM). Глобальное и локальное выравнивание. Оптимизация выравнивания. Методы парного выравнивания (алгоритмом Ниделмана-Вунша, динамическое программирование, алгоритм Смита-Уотермана).

2	<p>УК-1.ИД4,  УК-1.ИД1,  УК-1.ИД2,  УК-1.ИД3,  УК-1.ИД5,  ОПК-1.ИД4,  ОПК-1.ИД1,  ОПК-1.ИД3,  ОПК-1.ИД5,  ОПК-3.ИД1,  ОПК-3.ИД3,  ОПК-3.ИД4,  ОПК-3.ИД2,  ПК-2.ИД1,  ПК-2.ИД2</p>	<p>Тема 2. Тема: PSI-BLAST.  Множественное выравнивание. Профили. Домены. Базы данных PROSITE и PFAM.</p>	<p>Инструмент для поиска удаленных эволюционных взаимоотношений PSI-BLAST. Множественные выравнивания. БД NCBI HomoloGene. Алгоритмы и параметры множественного выравнивания. Программы для проведения множественного выравнивания решение задач множественного выравнивания с помощью программ ClustalW, Praline, Probcons, MUSCLE, Toffee.  Использование метода скрытых марковских моделей для множественного выравнивания последовательностей. Домены и профили. Регулярные выражения. БД для поиска мотивов в белках PROSITE. БД по анализу белковых семейств PFAM</p>
3	<p>УК-1.ИД4,  УК-1.ИД1,  УК-1.ИД2,  УК-1.ИД3,  УК-1.ИД5,  ОПК-1.ИД4,  ОПК-1.ИД1,  ОПК-1.ИД2,  ОПК-1.ИД3,  ОПК-1.ИД5,  ОПК-3.ИД1,  ОПК-3.ИД3,  ОПК-3.ИД4,  ОПК-3.ИД2,  ПК-2.ИД1,  ПК-2.ИД2</p>	<p>Тема 3. Парное выравнивание</p>	<p>Парное выравнивание. Принципы выравнивания последовательностей. Понятие гомологии. Ортологи и паралоги. Расчёт оценки выравнивания (Score). Сходство последовательностей (идентичность, консервативность). Матрицы замен (PAM, BLOSUM). Глобальное и локальное выравнивание. Оптимизация выравнивания. Методы парного выравнивания (алгоритмом Ниделмана-Вунша, динамическое программирование, алгоритм Смита-Уотермана). BLAST (интерфейс, алгоритм).</p>

4	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 4. Тема: BLAST, множественное выравнивание. Базы данных PROSITE и PFAM.	BLAST (интерфейс, алгоритм). Множественные выравнивания. БД NCBI HomoloGene. Алгоритмы и параметры множественного выравнивания. Программы для проведения множественного выравнивания решение задач множественного выравнивания с помощью программ ClustalW, Praline, Probcons, MUSCLE, Toffee
---	--	--	---

**Раздел 3. Филогенетический анализ и молекулярная эволюция**

1	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 1. Филогенетический анализ и молекулярная эволюция	Филогения и эволюционные деревья. Подходы к изучению филогенеза, видового разнообразия и эволюционных взаимоотношений на основе геномных и протеомных исследований. Современные принципы биологической таксономии. Филогенетические модели и анализ данных. Сравнительный анализ геномов в филогенетических исследованиях. Источники изменчивости генетической информации (делеции, дупликации, рекомбинации, инверсии, транслокации, перемещения мобильных генетических элементов горизонтальный перенос генетической информации, геномные мутации). Транзиции и трансверсии. Факторы эволюции генетических систем. Генетическая и эпигенетическая наследственность. Принципы определения филогенетического родства и эволюционных взаимоотношений. Концепция молекулярных часов.
---	--	---	--

2	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 2. Филогения. MEGA –программа для филогенетического анализа последовательностей.	Филогенетические деревья. Алгоритмы построения филогенетических деревьев. Топология деревьев. MEGA – программа для филогенетического анализа последовательностей.
---	--	---	---

**Раздел 4. NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов. Анализ РНК и экспрессии генов**

1	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 1. NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.	Современные принципы работы с целым геномом. Важнейшие задачи поиска в секвенированном геноме. Нерешенные задачи и перспективы. Сборка геномов.
---	--	--	---

2	<p>УК-1.ИД4,  УК-1.ИД1,  УК-1.ИД2,  УК-1.ИД3,  УК-1.ИД5,  ОПК-1.ИД4,  ОПК-1.ИД2,  ОПК-1.ИД3,  ОПК-1.ИД5,  ОПК-3.ИД1,  ОПК-3.ИД3,  ОПК-3.ИД4,  ОПК-3.ИД2,  ПК-2.ИД1,  ПК-2.ИД2</p>	<p>Тема 2. Анализ РНК и экспрессии генов</p>	<p>Микрочипы (microarrays) и анализ профилей экс-прессии генов. Технология RNASeq. База данных NCBI UniGene, GEO (Gene Expression Omnibus) - базы данных по экспрессии генов. БД EBI: Array Express и Expression Atlas. Решение задач поиска достоверно гипер- и гипо- экспрессируемых генов. Принципы нахождения координированных взаимоотношений между генами (генных сетей).</p>
3	<p>УК-1.ИД4,  УК-1.ИД1,  УК-1.ИД2,  УК-1.ИД3,  УК-1.ИД5,  ОПК-1.ИД4,  ОПК-1.ИД1,  ОПК-1.ИД2,  ОПК-1.ИД3,  ОПК-1.ИД5,  ОПК-3.ИД1,  ОПК-3.ИД3,  ОПК-3.ИД4,  ОПК-3.ИД2,  ПК-2.ИД1,  ПК-2.ИД2</p>	<p>Тема 3. Анализ качества данных секвенирования.</p>	<p>Инструменты для анализа качества результатов секвенирования.</p>

4	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 4. Сборка генома.	Инструменты для сборки и работы с геномом
5	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 5. Источники транскриптомных данных. Использование языка R для обработки результатов данных микрочипов.	Источники транскриптомных данных. Использование языка R для обработки результатов данных микрочипов.

6	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 6. Использование языка R для обработки результатов данных RNASeq.	Статистический анализ RNASeq данных. Построение тепловой карты изменения генной экспрессии.
<b>Раздел 5. Структурная биоинформатика и протеомика</b>			
1	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 1. Структурная биоинформатика	Структура белка (вторичная, третичная, четвертичная). Методы получения трехмерной структуры белка. PDB. Структура PDB файла. Базы данных трехмерных структур (CATH, Dali, SCOP, FSSP, NCBI Structure, NCBI CDD). Инструменты для интерактивной визуализация белковых структур.

2	<p>ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2</p>	<p>Тема 2. Анализ белка, протеомика. Белок-белковые взаимодействия. Регуляторные и метаболические пути. Построение и анализ биологических сетей.</p>	<p>Биоинформатика для протеомных исследований. Вычисление массы и изоэлектрической точки белка. Протеолитические пептиды. Базы данных SWISS-2DPAGE, PeptideAtlas, Human Proteome Atlas, NeXtProt</p>
3	<p>УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2</p>	<p>Тема 3. Инструменты для интерактивной визуализации белковых структур. Выявления сходных 3-мерных структур белков (NCBI VAST). Визуализация 3D структур с использованием PyMol.</p>	<p>Инструменты для интерактивной визуализации белковых структур. Выявления сходных 3-мерных структур белков (NCBI VAST). Изучение свойств белковых молекул при помощи программы PyMol.</p>

4	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 4. Моделирование трехмерной структуры белка методом гомологического моделирования в программе Modeller	Методы предсказания белковых структур по последовательностям аминокислот. Моделирование трехмерной структуры белка методом гомологического моделирования в программе Modeller
5	УК-1.ИД4, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД3, УК-1.ИД5, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД5, ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД3, ОПК-3.ИД4, ОПК-3.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2	Тема 5. Программа визуализации и анализа биологических сетей – Cytoscape	Построение и анализ биологических сетей. Программа визуализации и анализа биологических сетей – Cytoscape.

### 3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

**4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий.**

№ занятия п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (модулей) (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОУ	РЗ
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1 семестр</b>							
<b>Раздел 1. Введение в биоинформатику</b>							
<b>Тема 1. Введение в биоинформатику. Основные биоинформатические ресурсы и базы данных</b>							
1	ЛЗ	Введение в биоинформатику. Основные биоинформатические ресурсы и базы данных	2	Д	1		1
<b>Тема 2. Работа с базами данных NCBI (RefSeq, OMIM, Nucleotide, Gene, Protein, UniGene)</b>							
2	СЗ	Работа с базами данных NCBI (RefSeq, OMIM, Nucleotide, Gene, Protein, UniGene)	3	Т	1		1
<b>Тема 3. Базы данных UniProt, KEGG, GeneOntology и EMBL</b>							
3	СЗ	Базы данных UniProt, KEGG, GeneOntology и EMBL	3	Т	1		1
<b>Тема 4. Геномный браузер UCSC</b>							
4	СЗ	Геномный браузер UCSC	3	Т	1		1
<b>Раздел 2. Парное и множественное выравнивание</b>							
<b>Тема 1. Принципы выравнивания последовательностей. Матрицы замен. Понятие гомологии. BLAST</b>							

5	ЛЗ	Принципы выравнивания последовательностей. Матрицы замен. Понятие гомологии. BLAST	2	Д	1		1
<b>Тема 2.</b> Тема: PSI-BLAST. Множественное выравнивание. Профили. Домены. Базы данных PROSITE и PFAM.							
6	ЛЗ	Тема: PSI-BLAST. Множественное выравнивание. Профили. Домены. Базы данных PROSITE и PFAM.	2	Д	1		1
<b>Тема 3.</b> Парное выравнивание							
7	СЗ	Парное выравнивание	3	Т	1		1
<b>Тема 4.</b> Тема: BLAST, множественное выравнивание. Базы данных PROSITE и PFAM.							
8	СЗ	Тема: BLAST, множественное выравнивание. Базы данных PROSITE и PFAM.	3	Т	1		1
<b>Раздел 3.</b> Филогенетический анализ и молекулярная эволюция							
<b>Тема 1.</b> Филогенетический анализ и молекулярная эволюция							
9	ЛЗ	Филогенетический анализ и молекулярная эволюция	2	Д	1		1
<b>Тема 2.</b> Филогения. MEGA – программа для филогенетического анализа последовательностей.							
10	СЗ	Филогения. MEGA – программа для филогенетического анализа последовательностей.	3	Т	1		1
11	К	Коллоквиум по разделам 1-3	3	Р	1	1	1
<b>Раздел 4.</b> NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов. Анализ РНК и экспрессии генов							

<b>Тема 1. NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.</b>							
12	ЛЗ	NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.	2	Д	1	1	1
<b>Тема 2. Анализ РНК и экспрессии генов</b>							
13	ЛЗ	Анализ РНК и экспрессии генов	2	Д	1	1	1
<b>Тема 3. Анализ качества данных секвенирования.</b>							
14	СЗ	Анализ качества данных секвенирования.	3	Т	1	1	1
<b>Тема 4. Сборка генома.</b>							
15	СЗ	Сборка генома.	3	Т	1	1	1
<b>Тема 5. Источники транскриптомных данных. Использование языка R для обработки результатов данных микрочипов.</b>							
16	СЗ	Источники транскриптомных данных. Использование языка R для обработки результатов данных микрочипов.	3	Т	1	1	1
<b>Тема 6. Использование языка R для обработки результатов данных RNASeq.</b>							
17	СЗ	Использование языка R для обработки результатов данных RNASeq.	3	Т	1	1	1
<b>Раздел 5. Структурная биоинформатика и протеомика</b>							
<b>Тема 1. Структурная биоинформатика</b>							
18	ЛЗ	Структурная биоинформатика	2	Д	1	1	1
<b>Тема 2. Анализ белка, протеомика. Белок-белковые взаимодействия. Регуляторные и метаболические пути. Построение и анализ биологических сетей.</b>							

19	ЛЗ	Анализ белка, протеомика. Белок-белковые взаимодействия. Регуляторные и метаболические пути. Построение и анализ биологических сетей.	2	Д	1	1	1
<b>Тема 3.</b> Инструменты для интерактивной визуализация белковых структур. Выявления сходных 3-мерных структур белков (NCBI VAST). Визуализация 3D структур с использованием PyMol.							
20	СЗ	Инструменты для интерактивной визуализация белковых структур. Выявления сходных 3-мерных структур белков (NCBI VAST). Визуализация 3D структур с использованием PyMol.	3	Т	1	1	1
<b>Тема 4.</b> Моделирование трехмерной структуры белка методом гомологического моделирования в программе Modeller							
21	СЗ	Моделирование трехмерной структуры белка методом гомологического моделирования в программе Modeller	3	Т	1	1	1
<b>Тема 5.</b> Программа визуализации и анализа биологических сетей – Cytoscape							
22	СЗ	Программа визуализации и анализа биологических сетей – Cytoscape	3	Т	1	1	1
23	К	Коллоквиум по разделам 4-5	3	Р	1	1	1
		Всего в семестре	61		23	13	23

		Всего по дисциплине (модулю)	61		23	13	23
--	--	---------------------------------	----	--	----	----	----

(\* , \*\* , \*\*\* смотри условные обозначения)

### Условные обозначения

#### Виды учебных занятий\*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Специализированное занятие	Специализированное	СЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

#### Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)\*\*

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК) **	Сокращённое наименование	Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

#### Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся \*\*\*

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ) ***	Техническое и сокращённое наименование	Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
			Д	Т	Р

1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос устный	Опрос устный	ОУ			+
3	Решение практической (ситуационной) задачи	Практическая задача	РЗ		+	

Типы контроля (ТК)

Типы контроля	Сокращенное наименование
Контроль присутствия	КП
Опрос устный	ОУ
Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ

## 5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю)

### Оценочные средства промежуточной аттестации

#### 5.1. Формы проведения промежуточной аттестации

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации****	Форма организации промежуточной аттестации
1	2	3
1 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Решение практической (ситуационной) задачи

#### Условные обозначения \*\*\*\*

Формы проведения промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Зачет	Зачет	З
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

#### 5.2 Критерии выставления оценок

##### Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

1 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценок
--------------------------	-----------------------------

<p><b>«зачтено»</b></p>	<p>Студент: - умеет применять полученные знания при решении практических (ситуационных) задач, но допускает незначительные ошибки; выполнил задания, предусмотренные билетом; - дает не полный, недостаточно аргументированный ответ; - делает правильные обобщения и выводы по отдельным вопросам; - демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа в основных чертах раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении, требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - допускает ошибки при воспроизведении знаний; - на дополнительные ответы по программному материалу отвечает с трудом; Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.</p>
<p><b>«не зачтено»</b></p>	<p>Студент: - не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач и не выполнил задания, предусмотренные билетом; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации и/или технические средства. - допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - не отвечает на дополнительные вопросы; - демонстрирует разрозненные знания программного материала (в ходе ответа фрагментарно и нелогично излагает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), не использует или слабо использует научную терминологию).</p>

## 6. Структура рейтинга по дисциплине (модулю)

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине (модулю) или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

1 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Специализированное занятие	СЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	13	312	В	Т	24	16	8
Коллоквиум	К	Опрос устный	ОУ	2	702	В	Р	351	234	117
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1014					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

1 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре

<b>«не зачтено»</b>	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля
---------------------	---

## **7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **1 семестр**

#### **Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта**

1. Биологические базы данных: принцип организации, содержание, примеры. Сущность и роль референсных геномов. Референсный геном человека.
2. Геномные браузеры. Возможности поиска, подключения и отображения информации на примере браузера UCSC.
3. Генетические варианты. Базы данных генетических вариантов. Классификация генетических вариантов по типу, молекулярным и клиническим последствиям.
4. Понятие гомологии. Выравнивание биологических последовательностей: принцип, алгоритмы, практическое значение.
5. Выравнивание нуклеотидных и аминокислотных последовательностей. Матрицы замен BLOSUM и PAM.
6. Множественное выравнивание биологических последовательностей. Методы, значение и практическое применение множественного выравнивания.
7. Множественное выравнивание биологических последовательностей. Домены и профили белковых структур. Скрытые Марковские модели.
8. Семейство алгоритмов BLAST: принцип работы, входные параметры, оценка результатов.
9. PSI-BLAST: значение, отличия от BLAST, преимущества и недостатки.
10. Понятие молекулярной филогенетики. Филогенетические деревья. Компоненты и структура филогенетического дерева. Концепция молекулярных часов. Программы для построения филогенетических деревьев.
11. Понятие молекулярной филогенетики. Алгоритмы построения и оценки филогенетических деревьев
12. Секвенирование по Сенгеру. Плюсы и минусы.
13. Методы секвенирования нового поколения. Плюсы и минусы.

14. Основные принципы подготовки ДНК библиотек. Индексирование (баркодирование).
15. Основные современные платформы секвенирования нового поколения. Их сравнение.
16. Rosh 454. Пиросеквенирование. Ion Torrent. Полупроводниковое секвенирование.
17. Illumina. Секвенирование синтезом.
18. Pacific Biosciences. Одномолекулярное секвенирование в реальном времени.
19. Контроль качества данных секвенирования. FASTQ формат. Шкала качества Фред (Phred). FastQC – инструмент для контроля качества данных.
20. Препроцессинг данных секвенирования.
21. Сборка генома. Оценка качества сборки генома
22. Базы данных геномов: GOLD, NCBI Genome, NCBI SRA
23. Некодирующие РНК. Малые не кодирующие РНК.
24. тРНК. Предсказание структуры и функции.
25. База данных Rfam.
26. Изменение экспрессии генов. Цели исследований.
27. Измерения дифференциальной экспрессии генов с использованием микрочипов.
28. RNA-Seq
29. Предварительная обработка (препроцессинг) данных. Нормализация данных
30. Использование t критерия Стьюдента в дифференциальной генной экспрессии.
31. Поправка на множественное сравнение.
32. Использование ANOVA в дифференциальной генной экспрессии.
33. Principal components analysis (PCA)
34. Диаграммы рассеивания.
35. Методы кластеризации в дифференциальной генной экспрессии.

36. Базы данных с результатами исследований дифференциальной генной экспрессии.
37. Моделирование трехмерной структуры белка.
38. Инструменты для интерактивной визуализация белковых структур.
39. Что такое биологические сети. Сигнальные сети, сигнальные пути. Базы данных по сигнальным и метаболическим путям.
40. Сети белок-белковых взаимодействий. Подходы к оценке белок-белковых взаимодействий.
41. Базы данных по связи белков/генов с заболеваниями.
42. Анализ топологии биологических сетей. «Мастер-регуляторы» в биологической сети.
43. Мотивы и графлеты биологических сетей. Модули в биологических сетях.
44. Оценка связи белка (гена) с заболеванием.
45. Предсказание маркеров заболеваний.
46. Свойства белков-«хабов».
47. Сети ко-экспрессии.
48. Моделирование динамики биологических сетей.
49. Средства для визуализации и анализа биологических сетей.
50. Протеомика. Алгоритм протеомного исследования. Протеотипические пептиды.
51. Polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE). Физические свойства белков используемые для идентификации положения белка в 2D электрофорезе.
52. Масс-спектрометрия.
53. Основные протеомные базы данных

## Зачетный билет для проведения зачёта

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

**Кафедра биоинформатики МБФ**

**Билет № \_\_\_\_\_**

для проведения зачета по дисциплине Б.1.О.02 «Биотехнические системы и технологии»

по программе магистратуры

по направлению подготовки

«12.04.04 Биотехнические системы и технологии»

направленность (профиль)

«Медицинская геномика и эпигеномика»

1. Множественное выравнивание биологических последовательностей. Методы, значение и практическое применение множественного выравнивания

2. Основные протеомные базы данных

3. Свойства белков-«хабов».

4. Измерения дифференциальной экспрессии генов с использованием микрочипов.

Заведующий кафедрой Кафедра биоинформатики МБФ Лагунин А. А.

## **8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)**

### **Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа**

внимательно прочитать материал предыдущей лекции;  
ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;  
внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;  
записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

### **Методические указания для подготовки к занятиям специализированного типа**

внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам

### **Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)**

Для подготовки к текущему рубежному (модульному) контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре

### **Методические указания для подготовки к зачету**

1. Ознакомиться с примером билета, выносимого на промежуточную аттестацию в форме зачета;
2. Ознакомиться с тестовыми заданиями в личном кабинете студента;
3. Проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
4. Определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
5. Повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам.

## 9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

### 9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Введение в биоинформатику: [учебник для вузов], Леск А. М., 2024 - 2025	Введение в биоинформатику Парное и множественное выравнивание Структурная биоинформатика и протеомика Филогенетический анализ и молекулярная эволюция NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов. Анализ РНК и экспрессии генов	28	
2	Молекулярное моделирование: теория и практика, Хельтье Х.-Д., 2024 - 2025	Структурная биоинформатика и протеомика	0	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017240.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017240.html</a>

### 9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. OMIM
2. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. Научная электронная библиотека PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
4. <https://www.kegg.jp/>
5. UniProt
6. Консультант студента <https://www.studentlibrary.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
8. <http://mon.gov.ru> – сайт Минобрнауки РФ
9. Молекулярное моделирование [Электронный ресурс] : теория и практика : пер. с англ. / Х.-Д. Хельтье [и др.]. – 3-е изд. (эл.). – Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2020. – 322 с.
10. <http://www.bioconductor.org/> (Bioconductor – архив пакетов R, предназначенных для анализа молекулярно-биологических данных)

**9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)**

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением
3. R Studio
4. Java
5. Автоматизированная образовательная среда университета
6. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.
7. Microsoft Office (Word
8. Adobe Reader, [get/adobe.com/ru/reader/otherversions](http://get.adobe.com/ru/reader/otherversions), (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно

#### 9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины (модуля):

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Проектор мультимедийный , Компьютер персональный , Стулья , Столы , Экран для проектора
2	Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Компьютерный стол , Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет” , Электрические розетки и подсетка на каждом столе , Стулья , Компьютеры для обучающихся , Компьютер персональный , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Проектор мультимедийный , Экран для проектора , Столы

3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
4	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

