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 нейронаук и нейротехнологий

УТВЕРЖДЕНО

Директор

Белоусов Всеволод Вадимович

Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.В.02.01 Геномный, протеомный и метаболомный анализ
для образовательной программы высшего образования - программы магистратуры
по направлению подготовки
06.04.01 Биология
направленность (профиль)
Медицинские нейротехнологии
Год набора - 2025

Подписан: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА" МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Москва, 2025

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.В.02.01 Геномный, протеомный и метаболомный анализ (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология.

Направленность (профиль): Медицинские нейротехнологии.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Корженевский Дмитрий Андреевич	Кандидат химических наук	Старший научный сотрудник	ФГБУ «Федеральный Центр Мозга и Нейротехнологий» ФМБА России
2	Кудряшова Ольга Михайловна	Кандидат биологических наук	Старший научный сотрудник	ФГБУ «Федеральный Центр Мозга и Нейротехнологий» ФМБА России

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Клычников Олег Игоревич	Кандидат биологических наук, доцент	Старший научный сотрудник	МГУ имени М.В. Ломоносова
2	Бугаенко Дмитрий Иванович	Кандидат химических наук	Научный сотрудник	МГУ имени М.В. Ломоносова

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Кафедра медицинских нейротехнологий ИНН»
протокол от 15.04.2025 № 25-9

Зав. кафедрой
Синкин Михаил Владимирович
Доктор медицинских наук,
доцент

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

«Института нейронаук и нейротехнологий »
протокол от 22.04.2025 № 1

Директор
Белоусов Всеволод Вадимович
Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по специальности 06.04.01 Биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «11» августа 2020 г. № 934 рук (Далее – ФГОС ВО).
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. 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: Приобретение теоретических знаний и практических навыков в области биоинформатики для анализа данных протеомных, геномных и транскриптомных экспериментов, интерпретации полученных данных для построения системных моделей биологических процессов.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Обучить основам анализа данных Омиксных исследований;
- Обучить основам анализа исходных протеомных данных.
- Обучить основам биоинформатической обработки геномных и транскриптомных данных и их интерпретации;
- Обучить основам работы с LC-MS данными;
- Познакомить с базовыми форматами для хранения и обработки данных в биоинформатике;
- Познакомить с вариантами анализа метаболитов;
- Познакомить с вариантами протеомного анализа и их методической базой;
- Познакомить с некоторыми важными биологическими результатами, полученными масс-спектрометрическими методами;
- Познакомить с основами масс-спектрометрического метода;
- Познакомить с основными биоинформатическими базами данных, которые используют при обработке в геномном, транскриптомном и протеомном анализе;
- Познакомить с особенностями и вариантами геномного и транскриптомного анализов;
- Познакомить с подходами в секвенировании нового поколения;
- Познакомить с хромато-масс-спектрометрическими (LC-MS) методами анализа и разновидностями современных приборов;
- Познакомиться с основами работы с геномными данным;

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Геномный, протеомный и метаболомный анализ» изучается в 2 семестре(ах) и относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, Блока Б.1 «Дисциплины». Является дисциплиной по выбору.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 з.е.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Персонализированная медицина; Нейроиммунология.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

2 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	**Планируемые результаты освоения дисциплины**
ПК-3 Способность приобретать новые знания в нейробиологии с использованием научной методологии и современных образовательнгых и информационных технологий	
ПК-3.ИД1 Владеет навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	**Знать:** Основы работы с геномными данным; Основные подходы в секвенировании нового поколения; Основы хромато-масс-спектрометрическими (LC-MS) методами анализа и разновидностями современных приборов; Варианты анализа метаболитов; Важные биологические результаты, полученные масс-спектрометрическими методами.
	Уметь: Анализировать данные Омиксных исследований; Проводить биоинформатическую обработку геномных и транскриптомных данных и интерпретировать полученные результаты; Обрабатывать с LC-MS данные; Анализировать исходные протеомные данные.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Использования биоинформатических баз данных; Обработки LC-MS данных; Анализа исходных протеомных данных.
ПК-3.ИД2 Использует современные компьютерные средства и специализированное программное обеспечения для обработки данных и решения практических задач в области нейробиологии.	**Знать:** Базовые форматы для хранения и обработки данных в биоинформатике; Особенности и варианты геномного и транскриптомного анализов; Варианты протеомного анализа и их методическую базу.
	Уметь: Пользоваться основными биоинформатическими базами данных, которые используют при обработке в геномном, транскриптом и протеомном анализе; Проводить биоинформатическую обработку и интерпретировать геномные и транскриптомные данные.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Использования биоинформатических баз данных; Обработки LC-MS данных; Анализа исходных протеомных данных.
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	**Знать:** Методологию системного подхода, критического анализа проблемных ситуаций при постановке и решении задач анализа молекулярного состава живых организмов; Основные принципы критического анализа метаболомных, протеомных и геномных данных.
	Уметь: Получать новые знания на основе анализа экспериментальных данных; Собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к области геномного анализа; Осуществлять поиск информации и решений на основе анализа статей и результатов опытов; Анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; Грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Обработки данных, получаемых в ходе протеомных, геномных и метаболомных исследований с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; Выявления научных проблем и использованием адекватных методов для их решения; Демонстрирования оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций.
УК-1.ИД2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	**Знать:** Методы анализа проблемной ситуации.
	Уметь: Определять пробелы в информации и находить пути восполнения этих пробелов; Устанавливать причины возникновения проблемной ситуации при планировании экспериментов; Осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; Определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке, способов их решения.

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
			2
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		62	62
Семинарское занятие (СЗ)		40	40
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16
Коллоквиум (К)		6	6
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		64	64
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		64	64
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		2	2
Зачет (З)*		2	2
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 выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

3. Содержание дисциплины
3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

2 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Секвенирование, геномный и транскриптомный анализ			
1	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 1. Высокопроизводительное секвенирование.	Основы высокопроизводительного секвенирования. Секвенирование illumina. Цели секвенирования. Покрытие секвенирования. Основные этапы необходимые для секвенирования. Подготовка библиотеки. Сигнал секвенатора. Сравнение с секвенированием по Сенгеру. Прочтения в биоинформатике (reads). Парные прочтения. FASTQ. Качество прочтения. Секвенирование – методы отбора при секвенировании ДНК и РНК. WES, WGS, панельное секвенирование. polyA, total RNASeq. Технологии хранения образцов – влияние при секвенировании NGS.
2	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 2. Гены и варианты ДНК.	Ген. Что такое ген и как его определяют. Способы определения и предсказания генов. Рамка считывания. Методы поиска генов по анализу нуклеотидной последовательности. Консенсусная последовательность. Консервативность. Синтения. Ортологи и паралоги. тРНК. Транскрипционные факторы и позиционная весовая матрица. Номенклатуры названий генов и транскриптов. Работа с геномным браузером.
3	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 3. Определение вариантов ДНК.	Изменения в ДНК. Мутация и вариант нуклеотидной последовательности ДНК. Классификации изменений ДНК. Основные этапы получения вариантов нуклеотидной последовательности ДНК. BWA. Определение отличий от референса (variant calling). Определение врожденных и соматических вариантов нуклеотидной последовательности. Файлы в биоинформатике. MAF файлы. BAM/SAM файлы. Файлы индексов. Bed файлы. GFF/GTF файлы. VCF файлы.
4	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 4. Интерпретация вариантов ДНК.	Аннотация вариантов. WAnnovar, VEP. Критерии степени патогенности варианта нуклеотидной последовательности. Оценка патогенности варианта - ACMG. Сегрегация. Типы наследования. Популяционные базы данных (Exac, gnomAD, 1000 Genomes). База данных dbSNP. ClinVar. COSMIC. Программы, предсказывающие эффект варианта нуклеотидной последовательности.
5	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 5. Транскриптомика.	Отличие псевдовыравнивания от выравнивания. Особенности сборки референса от задачи. Нормализация в RNA-Seq. Каунты, TPM, RPKM. Сходства и различия методов нормализации, плюсы и минусы. Перевод из RPKM в TPM. Понятие эффективного размера библиотеки. Дифференциальная экспрессия. Параметрические и непараметрические модели поиска дифференциально экспрессированных генов. Аппроксимирующие распределения экспрессии генов. Проблема множественного сравнения и методы её решения. Биологические и технические реплики. Анализ профилей транскрипции. Иерархическая кластеризация данных, методы визуализации, принятые в транскриптомных исследованиях (теплокарты, volcano plot). GO и ssGSEA.
6	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 6. Определение структурных вариаций ДНК.	Что такое Copy number alterations, субклональные мутации. Пост анализ данных секвенирования ДНК. Интеграция с другими омиками.
Раздел 2. Протеомный и метаболомный анализ			
1	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 1. Введение в протеомный и метаболомный анализ.	Протеомика – определение, история развития, современное состояние, разновидности. Двумерная электрофореграмма как примитивная протеомная карта. Масс-спектрометрия – определение, разновидности, назначение. Метаболомика – определение, современное состояние, разновидности. Типовая схема масс-спектрометра и ее компоненты. Разновидности методов ввода образца и его ионизации, используемых в протеомном и метаболомном анализе (EI, ESI, APCI, MALDI), их особенности и области применения.

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
2	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 2. Виды масс-спектрометрических данных и способы их получения	Вид простого масс-спектра индивидуального соединения и информация, которую из него можно извлечь. Спектры фрагментации и подход к их анализу. Способы получения спектров фрагментации (CID, EI, ECD, ETD). Разновидности масс-анализаторов, их преимущества и недостатки. Подходы к масс-спектрометрическому анализу сложных смесей. Жидкостная и газовая хроматография – основные принципы и понятия, устройство типичных ГХ-МС и ЖХ-МС систем. Методы хроматографического разделения, используемые совместно с масс-спектрометрами. Спектрометрия подвижности уловленных ионов (TIMS).
3	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 3. Практическая масс-спектрометрия.	Режимы работы масс-спектрометрического анализатора. Назначение, преимущества и недостатки различных режимов. Количественный масс-спектрометрический анализ. Метод внутреннего стандарта, метод внешнего стандарта. Применение изотопных меток. Первичная обработка хромато-масс-спектрометрических данных.
4	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 4. Масс-спектрометрия в протеомном анализе	Типичный Workflow протеомики «снизу-вверх». Подходы к количественной протеомике и анализу пост-трансляционных модификаций. Протеомика «сверху-вниз» - краткий экскурс.
5	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 5. Масс-спектрометрия в метаболомном анализе.	Типичный Workflow антаргетной метаболомики. Антаргетной метаболомики не бывает. Пробоподготовка в метаболомике и ее влияние на получаемый результат. Использование подходов масс-спектрометрической метаболомики для анализа метаболических потоков.

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

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОУ	ОП
1	2	3	4	5	6	7	8
2 семестр							
Раздел 1. Секвенирование, геномный и транскриптомный анализ							
Тема 1. Высокопроизводительное секвенирование.							
1	ЛЗ	Данные и способ их получения методами высокопроизводительного секвенирования.	2	Д	1		
2	СЗ	Особенности секвенирования при анализе ДНК и РНК.	4	Т	1		1
Тема 2. Гены и варианты ДНК.							
3	ЛЗ	Нуклеотидные последовательности.	2	Д	1		
4	СЗ	Работа с геномным браузером.	2	Т	1		1
Тема 3. Определение вариантов ДНК.							
5	СЗ	Обработка сырых FASTQ файлов для получения вариантов ДНК.	4	Т	1		1
Тема 4. Интерпретация вариантов ДНК.							
6	ЛЗ	Варианты в ДНК и методы их определения.	2	Д	1		
7	ЛЗ	Аннотация вариантов и критерии патогенности.	2	Д	1		
8	СЗ	Оценка патогенности варианта.	2	Т	1		1
Тема 5. Транскриптомика.							
9	ЛЗ	Обработка данных транскриптомики	2	Д	1		
10	СЗ	Обработка данных транскриптомики	2	Т	1		1
11	СЗ	Анализ дифференциальной экспрессии	2	Т	1		1
Тема 6. Определение структурных вариаций ДНК.							
12	СЗ	Определение копийности	2	Т	1		1
13	К	Текущий рубежный (модульный) контроль	4	Р	1	1	
Раздел 2. Протеомный и метаболомный анализ							
Тема 1. Введение в протеомный и метаболомный анализ.							
14	ЛЗ	Протеомика и метаболомика	2	Д	1		
15	СЗ	Устройство масс-спектрометра. Методы ввода и ионизации образца	2	Т	1		1
Тема 2. Виды масс-спектрометрических данных и способы их получения							
16	СЗ	Масс-спектры простых соединений и спектры фрагментации. Способы получения спектров фрагментации.	2	Т	1		1
17	СЗ	Разновидности масс-анализаторов, их преимущества и недостатки.	2	Т	1		1
18	СЗ	Подходы к масс-спектрометрическому анализу сложных смесей.	2	Т	1		1
Тема 3. Практическая масс-спектрометрия.							
19	СЗ	Режимы работы масс-спектрометрического анализатора.	2	Т	1		1
20	СЗ	Количественный масс-спектрометрический анализ.	2	Т	1		1
Тема 4. Масс-спектрометрия в протеомном анализе							
21	СЗ	Типичные варианты протеомного эксперимента “снизу-вверх” и особенности получаемых в нем данных. Краткое введение в протеомику “сверху-вниз”	4	Т	1		1
22	СЗ	Методы обработки данных протеомики «снизу-вверх».	2	Т	1		1
23	ЛЗ	Подходы к количественной протеомике и анализу пост-трансляционных модификаций.	2	Д	1		
Тема 5. Масс-спектрометрия в метаболомном анализе.							
24	ЛЗ	Особенности получения данных антаргетной метаболомики и их анализа. Масс-спектрометрия в анализе метаболических потоков.	2	Д	1		
25	СЗ	Методы обработки антаргетной метаболомики	4	Т	1		1

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОУ	ОП
1	2	3	4	5	6	7	8
26	К	Текущий рубежный (модульный) контроль	2	Р	1	1	
		Всего в семестре	62		26	2	16
27	З	Промежуточная аттестация	2	ПА			
		Всего по дисциплине	62		26	2	16

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

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Семинарское занятие	Семинар	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	Опрос письменный	Опрос письменный	ОП		+	

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине
Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

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

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Зачет	Зачет	З

5.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

2 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
«зачтено»	Соблюдение хотя бы одного из условий: 1) Тестовый контроль должен быть написан не менее чем на 70 %; 2) При устном ответе студент демонстрирует освоение материала не ниже следующих требований: - частично выполнил задания, предусмотренные билетом; - 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; - дает не полный, недостаточно аргументированный ответ; - делает правильные обобщения и выводы по отдельным вопросам; - допускает ошибки при воспроизведении знаний; - на дополнительные ответы по программному материалу отвечает с трудом; - умеет применять полученные знания при решении практических (ситуационных) задач, но допускает незначительные ошибки; Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«не зачтено»	Соблюдение двух условий: 1) Тестовый контроль написан менее чем на 70 %; 2) Студент: - не выполнил задания, предусмотренные билетом; - 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); - допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - не делает обобщения и выводы; - не отвечает на дополнительные вопросы; - не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации, технические средства.

6. Структура рейтинга по дисциплине

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

2 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Семинарское занятие	СЗ	Опрос письменный	ОП	16	304	В	Т	19	13	7
Коллоквиум	К	Опрос устный	ОУ	2	702	В	Р	351	234	117
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1006					

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)

2 семестр

Шкала оценивания	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
«не зачтено»	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

2 семестр

Перечень контрольных нормативов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачёта проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре, в соответствии с расписанием занятий по дисциплине, как правило на последнем занятии.

Время на подготовку к промежуточной аттестации не выделяется.

Промежуточная аттестация проходит в формате решения ситуационных нейробиологических задач с применением омиксных технологий. Билеты не предусмотрены.

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

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 в лекционной тетради;

Записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Для подготовки к занятиям семинарского типа обучающийся должен:

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

Подготовиться к выступлению на заданную тему, если данное задание предусмотрено по дисциплине;

Выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;

Подготовить доклад, презентацию или реферат, если данное задание предусмотрено по дисциплине.

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине «Геномный, протеомный и метаболомный анализ» осуществляется в ходе проведения отдельного вида занятия – коллоквиума. Текущий контроль включает в себя текущий тематический контроль, текущий рубежный (модульный) контроль и текущий итоговый контроль.

Для подготовки к текущему тематическому контролю, обучающемуся следует изучить учебный материал по теме занятия или отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос.

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

Методические указания для подготовки к зачету

Ознакомиться со списком вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена;

Проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;

Определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;

Повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам;

Повторить схемы, таблицы и другой материал, изученный в процессе освоения дисциплины.

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью обучения и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Другое

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

Работы с учебной, учебно-методической и научной литературой, электронными образовательными ресурсами (например, просмотр видеолекций или учебных фильмов), конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование и реферирование, перевод текстов, составление профессиональных глоссариев;

Подготовки тематических сообщений и выступлений;

Выполнения письменных контрольных работ.

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., 2015	Секвенирование, геномный и транскриптомный анализ	28	

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

1. Электронная библиотечная система РНИМУ https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els
2. Консультант студента http://www.studentlibrary.ru
3. ЭБС «Айбукс» https://ibooks.ru/
4. ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/
5. ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/
6. ЭБС «IPR BOOKS» https://www.iprbookshop.ru/
7. ЭБС «Букап» https://www.books-up.ru/
8. Полнотекстовая коллекция ведущих журналов по биомедицинским исследованиям «Pub Med» https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/
9. «Scopus» https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=#basic
10. Web of Science https://clarivate.com/
11. Wiley Online Library https://onlinelibrary.wiley.com/
12. Российская государственная библиотека www.rsl.ru
13. Российская национальная библиотека https://nlr.ru/
14. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/
15. www.studmedlib.ru
16. Доступ к информационно-поисковой системе: Medline, PubMed - https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/
17. OMIM

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

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
11. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
12. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
13. Платформа «Kinescope» - лицензия до 11.03.2027 г.
14. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
15. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
16. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Электронная информационно-образовательная среда РНИМУ им. Н. И. Пирогова

18. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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:

№ 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 , Ноутбук , Экран для проектора , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду
2	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
3	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.