
УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«25» мая 2026 г.
Протокол № 2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Мультиомиксные технологии»**

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: III в биотехе

Специализация: Прикладная биоинформатика

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 2 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	5
3. Тематический план.....	8
4. Содержание дисциплины (модуля).....	8
5. Учебно-методическое обеспечение	9
6. Материально-техническое обеспечение	9
7. Методические и оценочные материалы	11

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Мультиомиксные технологии» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль ИИ в биотехе, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Мультиомиксные технологии» позволяет подготовить специалистов, способных эффективно анализировать и интерпретировать сложные биологические данные, полученные в рамках современных исследований; владение методами мультиомиксного анализа обеспечивает возможность выявлять ключевые молекулярные механизмы, лежащие в основе физиологических и патологических процессов.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль ИИ в биотехе и входит в обязательную часть Блока 1 как дисциплина по выбору, подлежащая обязательному изучению на специализации «Прикладная биоинформатика».

Дисциплина (модуль) изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Цель изучения дисциплины (модуля): формирование у обучающихся систематических знаний о принципах и методах мультиомиксных исследований, а также развитие практических навыков обработки, анализа и интерпретации данных высокой размерности, полученных с использованием современных омикс-технологий.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- освоить типы омиксных данных (геном, транскриптом, протеом, метаболом) и методы их получения;
- изучить этапы предобработки, нормализации и контроля качества омиксных данных;
- научиться проводить дифференциальный анализ и визуализацию результатов с использованием современных биоинформатических инструментов;
- развить умение интегрировать данные разных уровней для комплексной биологической интерпретации;
- овладеть навыками работы с данными в среде Python и Jupyter Notebook.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- основные типы омиксных данных и принципы их получения;
- подходы к анализу транскриптомных и протеомных данных;
- методы контроля качества, нормализации и статистического анализа;
- основные ограничения и источники ошибок современных omics-технологий.

уметь:

- выполнять базовую обработку и анализ омиксных данных;
- проводить контроль качества и визуализацию результатов;
- выполнять дифференциальный анализ и биологическую интерпретацию результатов;

- использовать современные биоинформатические инструменты и библиотеки для анализа данных.

владеть:

- навыком работы с омиксными данными в Python и Jupyter Notebook;
- навыком использования современных инструментов анализа транскриптомов, включая данные одиночных клеток, и протеомов;
- навыками анализа и интерпретации биологических данных высокой размерности.

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-1.	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1.	Знает основные принципы системного подхода и методы критического анализа, а также теоретические основы стратегического планирования и принятия решений
		УК-1.2.	Умеет применять методы системного анализа для выявления ключевых проблемных ситуаций, формулировать гипотезы и разрабатывать альтернативные стратегии действий на основе полученных данных
		УК-1.3.	Имеет практический опыт в проведении анализа реальных проблемных ситуаций в рамках проектов, способен вырабатывать и обосновывать стратегии действий, учитывая различные аспекты и последствия
УК-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности и применять методы искусственного интеллекта в прикладных и фундаментальных исследованиях в области биологии, медицины или биотехнологий	УК-3.1.	Знает принципы и методы решения профессиональных задач, включая применение профильно-специализированных знаний в области ИИ для фундаментальных и прикладных исследований в области биологии, медицины или биотехнологий
		УК-3.2.	Умеет применять математические и компьютерные методы, формулировать результаты и анализировать их последствия для научных и практических решений
		УК-3.3.	Имеет опыт участия в проектах, где методы ИИ применялись для решения исследовательских и прикладных задач в области биологии, медицины или биотехнологий
ПК-1.	Способен определять общие формы и закономерности области искусственного	ПК-1.1.	Знает основные теоретические концепции и принципы искусственного интеллекта в биотехнологии, а также методы обработки, анализа и визуализации данных в биологии, медицине или биотехнологии

	интеллекта в биологии, медицине или биотехнологии, обрабатывать и интерпретировать данные биологических исследований	ПК-1.2.	Умеет проводить систематический анализ области профессиональной деятельности, выявлять закономерности и тенденции, моделировать основные биологические процессы и интерпретировать полученные результаты с использованием методов биоинформатики и искусственного интеллекта
		ПК-1.3.	Имеет практический опыт работы в области искусственного интеллекта в биотехнологии, включая участие в научных проектах, исследованиях или практических заданиях
ПК-2.	Способен математически корректно ставить и решать естественнонаучные и прикладные задачи в области биологии, медицины или биотехнологий	ПК-2.1.	Знает основные методы математического моделирования и теоретические основы современной биологии и биоинформатики, необходимые для корректной постановки задач
		ПК-2.2.	Умеет формулировать математические модели биологических процессов, выбирать адекватные методы решения и интерпретировать результаты в профессиональном контексте
		ПК-2.3.	Имеет практический опыт постановки и решения прикладных задач с использованием методов ИИ в области биологии, медицины или биотехнологий
ПК-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности и применять методы искусственного интеллекта в прикладных и фундаментальных исследованиях в области биологии, медицины или биотехнологий	ПК-3.1.	Знает принципы и методы решения профессиональных задач, включая применение профильно-специализированных знаний в области ИИ для фундаментальных и прикладных исследований в области биологии, медицины или биотехнологий
		ПК-3.2.	Умеет применять математические и компьютерные методы, формулировать результаты и анализировать их последствия для научных и практических решений
		ПК-3.3.	Имеет опыт участия в проектах, где методы ИИ применялись для решения исследовательских и прикладных задач в области биологии, медицины или биотехнологий

ПК-5.	Способен передавать результаты прикладных задач в виде профессиональных рекомендаций в области искусственного интеллекта, биоинформатики и биотехнологии	ПК-5.1.	Знает методы формулирования рекомендаций и терминологию области искусственного интеллекта и биоинформатики
		ПК-5.2.	Умеет интерпретировать результаты анализа и моделирования и формулировать рекомендации для практического применения в области биологии, медицины или биотехнологий
		ПК-5.3.	Имеет опыт разработки рекомендаций по результатам проектов в области искусственного интеллекта и биотехнологии

3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
		Лекции	Семинары (практичес кие занятия)			
1	Основы анализа омиксных данных и анализ транскриптома на уровне популяций	8	8		21	Домашнее задание Тест Проект
2	Анализ одноклеточной и пространственной транскриптомики	8	8	2	21	Домашнее задание Тест Проект
3	Протеомика и воспроизводимость исследований	7	7		20	Домашнее задание Тест Проект
4	Интеграция данных, экспериментальный дизайн	7	7	2	20	Домашнее задание Тест Проект
	Экзамен			6		
Итого:		30	30	10	82	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		152				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		4				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Основы анализа омиксных данных и анализ транскриптома на уровне популяций	Введение в анализ омиксных данных. Bulk RNA-seq. Основы. Bulk RNA-seq. Дифференциальная экспрессия. Функциональный анализ.
2	Анализ одноклеточной и пространственной транскриптомики	scRNA-seq. Предобработка и контроль качества. scRNA-seq. Аннотация клеток и дифференциальная экспрессия. scRNA-seq. Продвинутое методы. Пространственная транскриптомика.
3	Протеомика и воспроизводимость исследований	Протеомика. Введение и типы данных. Протеомика. Количественный анализ и статистика. Воспроизводимость результатов в научных работах.
4	Интеграция данных, экспериментальный дизайн	Интеграция омиксных данных и ограничения методов. Мультиомиксные омиксные данные. Экспериментальный дизайн и статистические особенности данных.

5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Ершов, Ю. А. Биохимия человека : учебник для вузов / Ю. А. Ершов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 466 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07769-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/598543>.

2. Стефанов, В. Е. Биоинформатика : учебник для вузов / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 249 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20194-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/583663>.

Дополнительная литература:

1. Ушаков, Е. В. Биоэтика : учебник и практикум для вузов / Е. В. Ушаков. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 294 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16998-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/583365>.

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;

— специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование»	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное

Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CorolliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Мультиомиксные технологии» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, тесты, проект, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Семинар – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под
Электронный документ

руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал, использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Тест – особая форма проверки знаний. Проводится после освоения одной или нескольких тем и свидетельствует о качестве понимания основных понятий изучаемого материала. Тестовые задания составлены к ключевым понятиям, основным разделам, важным терминологическим категориям изучаемой дисциплины.

Для подготовки к тесту необходимо знать терминологический аппарат дисциплины, понимать смысл научных категорий и уметь их использовать в профессиональной лексике. Владение понятийным аппаратом, включённым в тестовые задания, позволяет преподавателю быстро проверить уровень понимания студентами важных методологических категорий.

Проект – исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту рекомендуется: четко определить цели и задачи проекта; составить план работы, разбив проект на этапы с указанием сроков выполнения каждого из них; использовать разнообразные источники информации и инструменты для исследования темы; регулярно проверять прогресс и вносить коррективы в план, если это необходимо.

Бонусные баллы — это оценки, которые студенты могут получить за выполнение дополнительных заданий.

Формат бонусных баллов позволяет студентам улучшить общую оценку по дисциплине (модулю) и стимулирует углубленное изучение материала.

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Мультиомиксные технологии»

Оценивание уровня учебных достижений обучающихся по дисциплине (модулю) осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *экзамена*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину (модуль). Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	
8	Отлично	
7	Хорошо	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	
5	Удовлетворительно	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если
2	Не сдан	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
1	Не сдан	преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.

Дисциплина (модуль) «Мультиомиксные технологии» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	40%	5	Набор задач по темам недели
Тесты	10%	10	Форма проверки знаний студентов через ответы на вопросы с выбором из нескольких вариантов ответов
Проект	40%	1	Исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов
Экзамен	10%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Мультиомиксные технологии»: $0,4 \times \text{Среднее за домашние задания} + 0,1 \times \text{Среднее за тесты} + 0,4 \times \text{Проект} + 0,1 \times \text{Экзамен}$.

В рамках изучения дисциплины (модуля) возможно получение бонусных баллов.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1. Анализ bulk RNA-seq и функциональный анализ

1. Скачайте матрицу экспрессии (count matrix) и метаданные из проекта по анализу RNA-seq (например, из GEO: GSE123456).
2. Используя Python (библиотеки pandas, seaborn, scanpy) или R (DESeq2, edgeR):
 - выполните контроль качества (PCA, clustering),
 - нормализуйте данные,
 - проведите дифференциальный анализ экспрессии между двумя группами (например, контроль vs. лечение).
3. Визуализируйте результаты: MA-plot, volcano plot.
4. Выделите топ-10 дифференциально экспрессируемых генов.
5. Проведите функциональный анализ (GO, KEGG) с помощью g:Profiler или clusterProfiler.
6. Оформите отчёт (2–3 стр.) с выводами: какие биологические процессы затронуты?

Домашнее задание 2. Анализ scRNA-seq: предобработка и кластеризация

1. Загрузите набор данных scRNA-seq (например, 10x Genomics PBMC) в формате .h5ad или .loom.
2. Используя scanpy (Python) или Seurat (R):
 - выполните фильтрацию клеток (по количеству генов, UMIs, доле митохондриальных генов),

- нормализуйте данные,
 - выполните PCA,
 - постройте UMAP-визуализацию.
3. Проведите кластеризацию (Leiden или Louvain).
 4. Определите маркерные гены для каждого кластера (differential expression).
 5. Проаннотируйте кластеры (например, CD3E → Т-клетки, CD19 → В-клетки).
 6. Оформите краткий отчет с графиками и описанием выделенных типов клеток.

Домашнее задание 3. Протеомика и воспроизводимость

1. Получите таблицу количественной протеомики (intensity values) из базы данных PRIDE.
2. Проведите:
 - контроль качества (распределение интенсивностей, PCA),
 - нормализацию (median или quantile),
 - фильтрацию по наличию значений (например, пропущено < 30% значений).
3. Выполните дифференциальный анализ (t-test или limma) между двумя группами.
4. Постройте volcano plot и heatmap.
5. Сравните список дифференциально экспрессируемых белков с данными RNA-seq по тем же образцам (если доступны).
6. Ответьте: насколько согласованы изменения на уровне транскрипта и протеина? Какие факторы могут объяснять расхождения?

Примерные задания для теста

Вопрос 1.

Какой метод чаще всего используется для дифференциального анализа bulk RNA-seq?

1. t-SNE
2. DESeq2
3. PCA
4. K-means

Правильный ответ: 2

Вопрос 2.

Что позволяет выявить пространственная транскриптомика?

1. Уровень метилирования ДНК
2. Локализацию экспрессии генов в ткани
3. Секвенирование генома
4. Количество копий генов

Правильный ответ: 2

Вопрос 3.

Какой алгоритм используется для кластеризации в scRNA-seq?

1. UMAP
2. Leiden
3. PCA
4. t-test

Правильный ответ: 2

Вопрос 4.

Что оценивает функциональный анализ (например, GO-анализ)?

1. Качество RNA
2. Биологические роли дифференциально экспрессируемых генов
3. Число клеток в образце
4. Уровень фонового шума

Правильный ответ: 2

Вопрос 5.

Какой из перечисленных факторов не влияет на воспроизводимость омиксных исследований?

1. Неправильная нормализация
2. Открытый код и данные
3. Недостаточный размер выборки
4. Использование Jupyter Notebook

Правильный ответ: 4

Примерное описание задания и критерии оценивания к проекту

Студент (или группа) выполняет интегрированный анализ мультиомиксных данных, моделируя реальное исследование. Проект направлен на применение полученных знаний и навыков в комплексной биологической интерпретации.

Темы (на выбор):

- Сравнение транскриптома и протеома у пациентов с раком.
- Анализ клеточных популяций в опухоли с помощью scRNA-seq.
- Интеграция bulk RNA-seq и протеомики при изучении ответа на терапию.
- Пространственная организация экспрессии генов в срезе мозга.
- Мультиомодальный анализ: scRNA-seq + ATAC-seq.

Этапы проекта:

1. Формулировка биологической гипотезы.
2. Загрузка и предобработка данных (из GEO, PRIDE, HCA, 10x Genomics).
3. Дифференциальный анализ (RNA-seq, scRNA-seq, протеом).
4. Визуализация (UMAP, PCA, heatmap, volcano plot).
5. Функциональный и интегративный анализ.
6. Оформление: Jupyter-ноутбук, R Markdown или PDF-отчёт (8–12 стр.) + презентация (5–7 слайдов).

Критерии оценивания:

1. Корректность анализа
— Правильно выполнены все этапы: QC, нормализация, дифференциальный анализ, визуализация.
2. Глубина биологической интерпретации
— Выводы обоснованы, использован функциональный анализ, учтён биологический контекст.
3. Интеграция данных и мультиомный подход
— Показано умение работать с данными разных типов и уровней (например, RNA + протеом).
4. Воспроизводимость и оформление

— Код задокументирован, использованы Jupyter/R Markdown, есть README, указание версий.

5. Критическое мышление и научная строгость

— Обсуждены ограничения, возможные источники ошибок, альтернативные объяснения, воспроизводимость.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Что такое bulk RNA-seq?	Анализ суммарной экспрессии в образце	УК-1
2.	Какой метод используется для визуализации scRNA-seq данных?	UMAP	УК-3
3.	Что такое дифференциальная экспрессия?	Различия в уровне экспрессии генов между группами	ПК-1
4.	Какой инструмент подходит для анализа GO-обогащения?	g:Profiler, clusterProfiler	ПК-2
5.	Что позволяет определить PCA?	Основные источники вариации в данных	ПК-3
6.	Что такое пространственная транскриптомика?	Картирование экспрессии генов в ткани	ПК-5
7.	Какой алгоритм используется в DESeq2?	Модель отрицательной биномиальной регрессии	УК-1
8.	Что означает "dropout" в scRNA-seq?	Отсутствие детекции экспрессии из-за низкого покрытия	УК-3
9.	Какой тип данных получают в протеомике?	Уровень экспрессии белков	ПК-1
10.	Что такое нормализация в омиксных данных?	Устранение технических смещений	ПК-2
11.	Какой метод используется для кластеризации клеток?	Leiden, Louvain	ПК-3

12.	Что такое воспроизводимость в науке?	Возможность повторить результаты независимо	ПК-5
13.	Какой ресурс подходит для загрузки RNA-seq данных?	GEO, ArrayExpress	УК-1
14.	Что такое метаданные в омиксных исследованиях?	Информация о образцах (группа, возраст, пол)	УК-3
15.	Какой инструмент часто используется для анализа scRNA-seq?	Seurat, scanpy	ПК-1
16.	Что оценивает volcano plot?	Значимость и величину изменения экспрессии	ПК-2
17.	Что такое batch effect?	Техническое смещение между наборами данных	ПК-3
18.	Зачем нужна интеграция омиксных данных?	Для комплексного понимания биологических процессов	ПК-5
19.	Какой принцип лежит в основе количественной протеомики?	Измерение интенсивности сигналов масс-спектрометрии	УК-1
20.	Что такое мультимодальные данные?	Данные разных типов (например, RNA + ATAC)	УК-3