
УТВЕРЖДЕНА

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

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Эпигенетика»**

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	10
6. Материально-техническое обеспечение	10
7. Методические и оценочные материалы	12

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Эпигенетика» 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) «Эпигенетика» позволяет подготовить специалистов, способных понимать и исследовать механизмы, лежащие в основе клеточной памяти, дифференцировки и адаптации к внешним факторам; владение современными знаниями в области эпигенетики и навыками анализа эпигеномных данных обеспечивает возможность выявлять биомаркеры заболеваний, разрабатывать стратегии эпигенетической терапии и участвовать в междисциплинарных исследованиях в области персонализированной медицины.

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 механизмах эпигенетической регуляции генов, развитие умений анализировать эпигенетические данные и применять их для понимания развития заболеваний, клеточной дифференцировки и влияния внешней среды на геном, а также подготовка к самостоятельной научной и прикладной деятельности в области молекулярной биологии, медицины и биотехнологии.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- освоить основные понятия и принципы эпигенетики: механизмы наследуемой регуляции экспрессии генов без изменения нуклеотидной последовательности ДНК;
- изучить ключевые механизмы эпигенетической регуляции — ДНК-метилирование, модификации гистонов, нуклеосомная динамика, некодирующие РНК — и их роль в контроле генной активности;
- научиться интерпретировать данные эпигеномных исследований, включая профили метилирования и хроматиновые марки, с использованием биоинформатических инструментов и публичных баз данных;
- оценить роль эпигенетических изменений в развитии онкологических, нейродегенеративных, аутоиммунных и других заболеваний, а также в процессах старения и эмбрионального развития;
- сформировать навыки критического анализа научных публикаций, планирования экспериментов и аргументированного обсуждения этических и биологических аспектов вмешательства в эпигеном.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- основные понятия и определения эпигенетики: эпигенетическая регуляция,

- наследуемость без изменения последовательности ДНК, клеточная память;
- ключевые механизмы эпигенетической регуляции;
 - роль эпигенетики в развитии онкологических, нейродегенеративных, аутоиммунных и других заболеваний;
 - принципы эпигенетической наследуемости и трансгенерационной передачи признаков;
 - методы исследования эпигенетических изменений;
 - современные достижения и перспективы в области эпигенетической терапии (ингибиторы ДНК-метилтрансфераз, ингибиторы гистондеацетилаз и др.);
 - этические и биологические аспекты вмешательства в эпигеном.

уметь:

- интерпретировать данные эпигенетических исследований (метилирование ДНК, модификации гистонов);
- анализировать влияние внешних факторов (стресс, питание, токсины, образ жизни) на эпигенетический профиль;
- применять биоинформатические инструменты для анализа эпигеномных данных (например, в средах R/Bioconductor, Galaxy, UCSC Genome Browser);
- разрабатывать экспериментальные подходы для изучения эпигенетических изменений в клеточных и модельных системах;
- оценивать роль эпигенетических механизмов в дифференцировке клеток, развитии эмбриона и старении;
- сравнивать эпигенетические профили здоровых и патологических тканей;
- обосновывать выбор методов для конкретных задач эпигенетических исследований.

владеть:

- навыками критического анализа научной литературы по эпигенетике;
- практическими навыками работы с базами данных (ENCODE, Roadmap Epigenomics, GEO, TCGA);
- навыками оформления и представления результатов эпигенетических исследований (в виде научных статей, презентаций, отчётов);
- методами планирования и проведения эпигенетических экспериментов (включая дизайн, контроль, статистическую обработку);
- основами междисциплинарного подхода при решении биомедицинских задач с учётом эпигенетических аспектов;
- навыками научной дискуссии и аргументированной защиты своей позиции по актуальным вопросам эпигенетики.

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 эпигенетики и молекулярные механизмы	9	9		23	Домашнее задание Тест Проект
2	Эпигенетика в биологии развития и наследования	9	9		23	Домашнее задание Тест Проект
3	Методы и анализ эпигенетических данных	6	6		20	Домашнее задание Тест Проект
4	Эпигенетика в медицине и терапии	6	6		20	Домашнее задание Тест Проект
	Зачет с оценкой			6		
Итого:		30	30	6	86	
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 эпигенетики и молекулярные механизмы	Введение в эпигенетику: определение, история, ключевые открытия. Метилирование ДНК: механизмы и функции. Гистоновые модификации и хроматиновая структура. Ремоделирование хроматина и АТФ-зависимые комплексы. Некодирующие РНК в эпигенетической регуляции.
2	Эпигенетика в биологии развития и наследования	Х-хромосомная инактивация: модель эпигенетического контроля. Геномный импринтинг и родительская специфичность экспрессии. Эпигенетика развития и дифференцировки клеток. Эпигенетика старения и клеточного старения (senescence). Влияние окружающей среды на эпигеном. Трансгенерационная эпигенетическая наследуемость.
3	Методы и анализ эпигенетических данных	Методы исследования эпигенетических изменений. Биоинформатика в эпигенетике.
4	Эпигенетика в медицине и терапии	Эпигенетика в патологии: рак, нейродегенерация, аутоиммунные болезни.

		Эпигенетическая терапия и перспективы будущего.
--	--	---

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. Ушаков, Е. В. Биозтика : 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>.

2. Прошкина, Е. Н. Молекулярная биология: стресс-реакции клетки : учебное пособие для вузов / Е. Н. Прошкина, И. Н. Юранева, А. А. Москалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 73 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19907-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557317>.

Дополнительная литература:

1. 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>.

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
CopelliaSim	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) «Эпигенетика» 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.

Электронный документ

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

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) «Эпигенетика»

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 *зачета с оценкой*, 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 преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Эпигенетика» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	30%	10	Набор задач по темам недели
Тесты	20%	14	Форма проверки знаний студентов через ответы на вопросы с выбором из нескольких вариантов ответов
Проект	20%	1	Исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов
Зачет с оценкой	30%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Эпигенетика»: $0,3 \times \text{Среднее за домашние задания} + 0,2 \times \text{Среднее за тесты} + 0,2 \times \text{Проект} + 0,3 \times \text{Зачет с оценкой}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1. Молекулярные механизмы эпигенетики

1. Опишите, как метилирование ДНК влияет на экспрессию генов. В каких регионах генома оно наиболее функционально (промоторы, CpG-островки)?
2. Перечислите пять основных типов модификаций гистонов (например, ацетилирование, метилирование) и укажите, какие из них ассоциированы с активным или репрессивным состоянием хроматина.
3. Объясните, как некодирующие РНК (например, Xist) участвуют в инактивации X-хромосомы.
4. Как АТФ-зависимые ремоделирующие комплексы (например, SWI/SNF) изменяют структуру хроматина?
5. Приведите пример гена, регулируемого эпигенетически, и опишите, какие механизмы на него влияют.

Домашнее задание 2. Эпигенетика развития и влияние среды

1. Объясните, что такое геномный импринтинг. Приведите два примера импринтированных генов (например, *IGF2*, *H19*) и опишите, как их экспрессия регулируется эпигенетически.
2. Какие эпигенетические изменения происходят при дифференцировке стволовых клеток в нейроны?
3. Опишите, как стресс, питание или токсины могут изменить метилирование ДНК. Приведите пример из научной литературы (например, исследования у потомства голодающих матерей).
4. Что такое трансгенерационная эпигенетическая наследуемость? Возможна ли она у человека? Приведите аргументы «за» и «против».
5. Какие эпигенетические изменения ассоциированы со старением? Что такое «эпигенетические часы»?

Домашнее задание 3. Методы и анализ эпигенетических данных

1. Сравните методы анализа метилирования ДНК:

- bisulfite sequencing (WGBS),
- MeDIP-seq,
- массивы Infinium MethylationEPIC.

Укажите достоинства и ограничения каждого.

2. Как работает ChIP-seq? Какие антитела используются для анализа модификаций гистонов (например, H3K27ac, H3K9me3)?
3. Загрузите профиль метилирования для гена *BRCA1* из базы данных UCSC Genome Browser или ENCODE.
— Опишите, как изменяется метилирование в промоторной области в нормальной и опухолевой ткани.
4. Используя R (библиотека ChIPseeker) или Python, постройте простой график распределения ChIP-seq пиков по геномным регионам (промоторы, экзоны, интроны).
5. Почему важно включать контрольные образцы при эпигенетических экспериментах?

Примерные задания для теста

Вопрос 1.

Какой тип эпигенетической модификации чаще всего связан с активацией транскрипции?

1. Метилирование ДНК в промоторе
2. Ацетилирование гистонов
3. Метилирование H3K27
4. Дезацетилирование гистонов

Правильный ответ: 2

Вопрос 2.

Что такое Xist?

1. Белок, инактивирующий X-хромосому
2. Некодирующая РНК, участвующая в инактивации X-хромосомы
3. Фермент метилирования ДНК
4. Модифицирующий комплекс хроматина

Правильный ответ: 2

Вопрос 3.

Какой метод используется для полногеномного анализа метилирования ДНК?

1. RNA-seq
2. WGBS (Whole Genome Bisulfite Sequencing)
3. ATAC-seq
4. ChIP-seq

Правильный ответ: 2

Вопрос 4.

Что такое геномный импринтинг?

1. Случайное метилирование ДНК
2. Экспрессия гена только с одной родительской хромосомы
3. Активация всех генов в клетке

4. Мутация в промоторе

Правильный ответ: 2

Вопрос 5.

Какой из следующих препаратов является ингибитором гистондеацетилаз (HDAC)?

1. Азацидин
2. Вориностат
3. Тамоксифен
4. Цисплатин

Правильный ответ: 2

Примерное описание задания и критерии оценивания к проекту

Научно-исследовательский проект, посвящённый анализу эпигенетических механизмов в контексте развития, заболевания или влияния внешней среды.

Темы (на выбор):

- Эпигенетические изменения в опухолях: гиперметилирование промотора *BRCA1* или *MLH1*.
- Влияние курения на метилирование ДНК (на примере данных из GEO или TCGA).
- X-хромосомная инактивация: роль Xist и эпигенетических маркеров.
- Эпигенетические «часы» и биомаркеры старения.
- Сравнение профилей H3K27ac в нейронах и глиальных клетках (данные ENCODE).

Этапы проекта:

1. Формулировка цели и гипотезы.
2. Поиск и загрузка данных (из ENCODE, Roadmap, GEO, TCGA).
3. Анализ: визуализация в UCSC Genome Browser, биоинформатическая обработка (R/Python).
4. Интерпретация: связь изменений с биологией или патологией.
5. Оформление: научный отчёт (8–12 стр.) или презентация (6–8 слайдов) с графиками, выводами и ссылками.

Критерии оценивания:

1. Научная обоснованность и актуальность темы
— Гипотеза чётко сформулирована, тема релевантна современным проблемам эпигенетики.
2. Корректность анализа и использование методов
— Правильно выбраны и применены методы анализа (визуализация, интерпретация данных из баз).
3. Глубина биологической интерпретации
— Выводы объясняют роль эпигенетических механизмов в процессе или заболевании.
4. Качество оформления и визуализации
— Графики, схемы, скриншоты из браузеров — читаемы, подписаны, информативны.
5. Критическое мышление и научная аргументация
— Обсуждены ограничения, альтернативные объяснения, этические аспекты, перспективы.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Что такое эпигенетика?	Наследуемая регуляция генов без изменения последовательности ДНК	УК-1
2.	Какой маркер ассоциирован с активным промотором?	H3K4me3	УК-3
3.	Что такое CpG-островок?	Участок ДНК с высоким содержанием CG, часто в промоторах	ПК-1
4.	Какой фермент добавляет метильные группы к ДНК?	DNMT (ДНК-метилтрансфераза)	ПК-2
5.	Что такое ChIP-seq?	Метод анализа связывания белков с ДНК	ПК-3
6.	Какой ген участвует в инактивации X-хромосомы?	Xist	ПК-5
7.	Что такое геномный импринтинг?	Родительская специфичность экспрессии гена	УК-1
8.	Какой метод использует бисульфитную конверсию?	WGBS, MethylationEPI C	УК-3
9.	Какой комплекс ремоделирует хроматин с помощью АТФ?	SWI/SNF	ПК-1
10.	Что такое эпигенетические часы?	Модель предсказания биологического возраста по метилированию	ПК-2
11.	Какой маркер связан с репрессивным хроматином?	H3K27me3	ПК-3
12.	Что такое lncRNA?	Длинная некодирующая РНК, участвующая в регуляции	ПК-5

13.	Какой ингибитор используется в эпигенетической терапии рака?	Азацидин (ингибитор DNMT)	УК-1
14.	Что показывает UCSC Genome Browser?	Визуализацию геномных данных, включая эпигенетические маркеры	УК-3
15.	Какой базой данных можно воспользоваться для анализа ChIP-seq?	ENCODE, Roadmap Epigenomics	ПК-1
16.	Что такое клеточное старение (senescence)?	Устойчивая остановка деления клетки с изменённым эпигеномом	ПК-2
17.	Какой эффект оказывает ацетилирование гистонов?	Ослабление связи ДНК с гистонами, активация транскрипции	ПК-3
18.	Что такое трансгенерационная наследуемость?	Передача эпигенетических признаков потомству	ПК-5
19.	Какой ген подвергается импринтингу и ассоциирован с синдромом Беквита-Видемана?	IGF2	УК-1
20.	Почему важно изучать эпигенетику в онкологии?	Эпигенетические изменения — ранние биомаркеры и мишени терапии	УК-3