
УТВЕРЖДЕНА

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

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Популяционная генетика»**

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) «Популяционная генетика» 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) «Популяционная генетика» формирует научную базу для понимания механизмов эволюционных процессов на молекулярном уровне, развивает навыки анализа геномных данных в контексте демографии, отбора и миграций, а также способность критически оценивать результаты современных популяционных исследований.

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 1 курсе в 1 семестре.

Цель изучения дисциплины (модуля): формирование у обучающихся систематических знаний о закономерностях распределения генетического разнообразия в популяциях, а также развитие умений и навыков анализа и интерпретации данных популяционной генетики с использованием современных статистических и вычислительных методов.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- освоить основные концепции и математические модели популяционной генетики, включая действие дрейфа, миграций, естественного отбора и рекомбинации;
- изучить принципы анализа генетического разнообразия и популяционной структуры с использованием методов PCA, F-статистик, ADMIXTURE и оценки LD;
- научиться интерпретировать результаты популяционных анализов с учётом предпосылок и ограничений применяемых методов;
- развить навыки планирования и выполнения анализа геномных данных на уровне популяций;
- овладеть подходами к симуляции эволюционных процессов для проверки гипотез и валидации выводов.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- основные термины, модели и концепции популяционной генетики; механизмы формирования генетического разнообразия под действием демографической истории популяций, дрейфа, миграций, отбора, рекомбинации и других эволюционных процессов;
- статистические и математические принципы, лежащие в основе методов анализа популяционной структуры и генетического разнообразия (в том числе PCA, ADMIXTURE, F-statistics, методов оценки LD и демографической истории), а также их предпосылки, ограничения и возможные источники артефактов.

уметь:

- интерпретировать результаты популяционно-генетических анализов;
- самостоятельно планировать и проводить анализ популяционной структуры и генетического разнообразия;
- обосновывать корректность выбора методов и интерпретации результатов;
- использовать подходы к симуляции популяционных процессов для проверки гипотез и интерпретации наблюдаемых закономерностей.

владеть:

- базовыми навыками работы с основными форматами геномных данных и типовыми этапами обработки population genomics данных;
- современными подходами к анализу популяционно-генетических данных и симуляции популяционных процессов.

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 популяционной генетики и анализ генетических данных	8			20	Домашнее задание Квиз
2	Анализ родства и генетического происхождения	8		2	19	Домашнее задание Квиз Контрольная работа
3	Популяционная история и анализ древней ДНК	8			19	Домашнее задание Квиз Контрольная работа
4	Интеграция данных	6		2	16	Домашнее задание Квиз Контрольная работа
	Зачет с оценкой			6		Мини-проект
Итого:		30		10	74	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		114				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		3				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Основы популяционной генетики и анализ генетических данных	Основы популяционной генетики (часть 1). Основы популяционной генетики (часть 2). Модели отбора и адаптации. Методы снижения размерности и визуализация генетических данных. Фазирование и импьютация генетических данных.
2	Анализ родства и генетического происхождения	Поиск родства и идентификация родственных связей. Глобальное определение генетического происхождения. Локальное определение генетического происхождения. Анализ митохондриальных и Y-хромосомных гаплогрупп.
3	Популяционная история и анализ древней ДНК	Популяционная структура и реконструкция истории популяции. Коалесцентная теория. Анализ древней ДНК (часть 1). Анализ древней ДНК (часть 2).

4	Интеграция данных	Интеграция популяционных и функциональных 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. Костерин, О. Э. Популяционная генетика : учебник для вузов / О. Э. Костерин, В. К. Шумный ; ответственный редактор В. К. Шумный. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 53 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19068-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568941>.

2. Бослаф, С. Статистика для всех : практическое руководство / С. Бослаф ; пер. с англ. П. А. Волкова, И. М. Флямер, М. В. Либерман, А. А. Галицына. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 587 с. - ISBN 978-5-89818-302-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2102590>.

Дополнительная литература:

1. Койн, Д. Эволюция: Неопровержимые доказательства : научно-популярное издание / Д. Койн. - Москва : Альпина нон-фикшн, 2026. - 432 с. - ISBN 978-5-91671-792-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2234689>.

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) «Популяционная генетика» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, квиз, контрольная работа, мини-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 руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, Электронный документ

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.

Квиз – это интерактивное тестирование, направленное на проверку знаний и понимания изучаемого материала.

Для успешной подготовки к квизу рекомендуется внимательно изучить основные понятия и методы, изучаемые на курсе. Полезно решать практические задачи и примеры, чтобы закрепить теоретические знания. Также стоит ознакомиться с типичными вопросами и форматами заданий, чтобы лучше подготовиться к тестированию.

Контрольная работа – письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время.

Цель контрольной работы – получить специальные знания по одной или нескольким темам дисциплины и продемонстрировать навыки их практического применения.

Мини-проект — это краткосрочная практическая работа в малых группах на семинарах, направленная на применение теоретических знаний для решения конкретных задач.

В ходе мини-проекта студенты проводят анализ проблемы, разрабатывают техническое решение и представляют результаты в виде отчета, модели или презентации. Такой формат способствует развитию навыков самостоятельной работы, критического мышления и командного взаимодействия.

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) «Популяционная генетика»

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

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
2	Не сдан	по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Популяционная генетика» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	20%	10	Набор задач по темам недели
Квиз	20%	14	Интерактивное тестирование, направленное на проверку знаний и понимания изучаемого материала
Контрольная работа	20%	2	Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время
Зачет с оценкой	40%	1	Мини-проект – краткосрочная практическая работа в малых группах на занятиях, направленная на решение конкретных задач

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Популяционная генетика»: « $0,2 \times \text{Среднее за домашние задания} + 0,2 \times \text{Среднее за квисы} + 0,2 \times \text{Среднее за контрольные работы} + 0,4 \times \text{Зачет с оценкой}$ ».

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

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1. Основы популяционной генетики и визуализация

- В популяции из 500 особей по локусу с двумя аллелями (А и а) обнаружены генотипы:
 - АА — 180, Аа — 240, аа — 80.
- Рассчитайте частоты аллелей А и а.
- Проверьте соответствие равновесию Харди–Вайнберга (χ^2 -тест, порог $p = 0.05$).
- Постройте график PCA на основе симулированных SNP-данных (предоставлен файл в формате .bed/.bim/.fam или .vcf).
- Опишите, как методы снижения размерности помогают выявлять популяционную структуру.

Домашнее задание 2. Анализ родства и гаплогрупп

- Даны данные о Y-хромосомных маркерах (SNP) для 6 мужчин.
- Определите, к каким гаплогруппам они относятся, используя известные маркеры (например, M173, M89).
- Постройте простое дерево родства на основе различий.
- Оцените, у кого из индивидов наиболее вероятно общее происхождение по мужской линии.
- Сравните результаты с данными по митохондриальным гаплогруппам для тех же индивидов — могут ли они указывать на разную демографическую историю?

Домашнее задание 3. Анализ древней ДНК и коалесцентная теория

1. Объясните, какие особенности характерны для древней ДНК (фрагментация, повреждения, контаминация).
2. Какие шаги необходимы при предобработке древней ДНК перед анализом?
3. Используя принципы коалесцентной теории, объясните, как можно оценить время до общего предка для двух аллелей.
4. Почему коалесцентные модели полезны для реконструкции демографической истории?
5. Приведите пример, как анализ древней ДНК помог выявить смешение между неандертальцами и древними людьми.

Примерные задания для квиза

Вопрос 1.

Какой метод используется для визуализации генетического сходства между индивидами на основе SNP?

1. BLAST
2. PCA
3. Sanger-секвенирование
4. qPCR

Правильный ответ: 2

Вопрос 2.

Что позволяет оценить уровень родства между индивидами на основе аутомных SNP?

1. F_{ST}
2. Коэффициент кинства (IBD)
3. Мутационная частота
4. Длина теломер

Правильный ответ: 2

Вопрос 3.

Какой тип ДНК используется для анализа женской линии предков?

1. Y-хромосома
2. Аутомная ДНК
3. Митохондриальная ДНК
4. X-хромосома

Правильный ответ: 3

Вопрос 4.

Что такое фазирование генотипов?

1. Определение экспрессии генов
2. Разделение аллелей по родительским хромосомам
3. Секвенирование экзома
4. Оценка метилирования

Правильный ответ: 2

Вопрос 5.

Какой подход используется для моделирования истории генетических линий в обратном времени?

1. Метод максимального правдоподобия

2. Коалесцентная теория
3. Метод наименьших квадратов
4. Нейронные сети

Правильный ответ: 2

Примерные задания для контрольной работы

Задание 1.

Популяция из 600 особей имеет следующие генотипы по локусу:

TT — 216, Tt — 312, tt — 72.

- а) Рассчитайте частоты аллелей T и t.
- б) Определите ожидаемые частоты генотипов по Харди–Вайнбергу.
- в) Проверьте, есть ли статистически значимое отклонение от равновесия (χ^2).

Задание 2.

Что такое глобальное определение генетического происхождения? Как метод ADMIXTURE помогает оценить доли происхождения индивида из разных этнических групп? Что означает, если у индивида обнаружены компоненты из трёх кластеров?

Задание 3.

Объясните разницу между глобальным и локальным определением генетического происхождения. Почему локальный подход (например, с помощью метода ChromoPainter) может быть информативнее при анализе недавних миграций?

Задание 4.

Какие особенности древней ДНК требуют специальных методов обработки? Перечислите три основных артефакта и способы их учёта при анализе.

Задание 5.

Как интеграция популяционных данных с функциональной информацией (например, данными о регуляции генов) помогает выявить признаки адаптивного отбора? Приведите пример.

Примерное описание задания и критерии оценивания к мини-проекту

Описание мини-проекта

Студент выполняет анализ популяционных данных на основе одной из тем курса. Проект должен отражать применение методов, изученных в дисциплине.

Темы (на выбор):

- Анализ популяционной структуры современных человеческих популяций с помощью PCA и ADMIXTURE.
- Реконструкция родственных связей и определение гаплогрупп по Y-хромосоме и мтДНК.
- Сравнение древних и современных образцов: выявление следов смешения.
- Моделирование демографической истории с помощью коалесцентного подхода (msprime).

- Интеграция данных о популяционной структуре и функциональных элементах генома для поиска признаков отбора.

Этапы:

1. Выбор и загрузка данных (например, из 1000 Genomes, HGDP, Allen Ancient DNA Resource).
2. Предобработка: фильтрация, фазирование, импутация (при необходимости).
3. Проведение анализа: PCA, F-статистики, ADMIXTURE, поиск IBD, анализ гаплогрупп.
4. Визуализация и интерпретация результатов.
5. Оформление: отчёт (8–10 стр.) или презентация (6–8 слайдов) с логичной структурой и выводами.

Критерии оценивания мини-проекта:

1. Соответствие теме и полнота анализа
— Выполнены все этапы, соответствующие выбранной теме; использованы релевантные методы.
2. Корректность применения методов
— Правильная фильтрация, обработка, интерпретация F-статистик, PCA, ADMIXTURE и др.
3. Глубина биологической интерпретации
— Выводы обоснованы, учтены демографические, исторические и эволюционные аспекты.
4. Качество визуализации и оформления
— Чёткие графики, подписи, структурированный текст, читаемые слайды.
5. Самостоятельность и критическое мышление
— Обсуждение ограничений, возможных артефактов, альтернативных объяснений результатов.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Что утверждает закон Харди–Вайнберга?	В отсутствие эволюционных сил частоты генотипов остаются постоянными	УК-1
2.	Какой метод позволяет визуализировать генетическое сходство между индивидами?	PCA	УК-3
3.	Что такое импутация генотипов?	Восстановление пропущенных SNP на основе референсной панели	ПК-1
4.	Что такое фазирование?	Разделение аллелей по родительским	ПК-2

		хромосомам	
5.	Какой коэффициент измеряет уровень инбридинга в популяции?	F_{IS}	ПК-3
6.	Что такое IBD (identical by descent)?	Участок ДНК, унаследованный от общего предка без рекомбинации	ПК-5
7.	Какой метод используется для оценки доли генетического происхождения?	ADMIXTURE	УК-1
8.	Что такое локальное определение происхождения?	Анализ происхождения по отдельным участкам хромосом	УК-3
9.	Какой тип ДНК используется для анализа мужской линии?	Y-хромосома	ПК-1
10.	Что такое гаплогруппа?	Группа особей, имеющих общий предок по мтДНК или Y-хромосоме	ПК-2
11.	Что измеряет F_{ST} ?	Степень генетической дифференциации между популяциями	ПК-3
12.	Какой подход моделирует генеалогию в обратном времени?	Коалесцентная теория	ПК-5
13.	Что такое эффективная численность популяции?	Численность идеальной популяции с тем же уровнем дрейфа	УК-1
14.	Какие повреждения характерны для древней ДНК?	Дезаминирование цитозина, фрагментация	УК-3
15.	Что такое контаминация в анализе древней ДНК?	Загрязнение образца современной ДНК	ПК-1
16.	Какой инструмент используется для анализа популяционной структуры?	PLINK, ADMIXTURE, EIGENSOFT	ПК-2
17.	Что такое linkage disequilibrium (LD)?	Нерандомная ассоциация	ПК-3

		аллелей в локусах	
18.	Какой метод позволяет оценить смешение популяций?	f_3 - и f_4 - статистики	ПК-5
19.	Что такое референсная панель в импьютации?	Набор полностью секвенированн ых геномов	УК-1
20.	Зачем интегрировать популяционные и функциональные данные?	Чтобы выявить признаки адаптивного отбора	УК-3