

**АВТНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Генетика популяций и эволюционная генетика

Уровень образования:	высшее образование – программа магистратуры
Направление подготовки:	06.04.01 Биология 09.04.03 Прикладная информатика
Направленность (профиль):	Биоинформатика

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины: курс посвящен основным понятиям и концепциям популяционной генетики. Рассматриваются основные типы анализа аллельного разнообразия популяций, определения популяционной структуры и давления отбора.

1.2. Задачи дисциплины: студенты получают навыки обработки реальных данных, проведения анализа генетической структуры популяций и интерпретации полученных результатов.

1.3. Общая трудоемкость дисциплины: 4 з.е.

1.4. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Формируемые компетенции (код компетенции, формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (индикаторы достижения компетенций)
ПК-1. Способен применять фундаментальные математические и естественнонаучные знания для решения профессиональных задач в области биоинформатики, биоинженерии, биотехнологии и фарминдустрии	ИПК-1.1. Знает фундаментальные основы математики, биологии и других естественных наук
	ИПК-1.2. Применяет фундаментальные знания математики, биологии и других естественных наук для постановки и решения исследовательских и практических задач
	ИПК-1.3. Анализирует современные проблемы в области биоинформатики, биоинженерии, биотехнологии и фарминдустрии, формулирует гипотезы и вырабатывает подходы для решения исследовательских и практических задач
ПК-4. Способен комбинировать и адаптировать информационно-коммуникационные технологии для решения профессиональных задач в области биоинформатики, биоинженерии, биотехнологии и фарминдустрии с учетом требований информационной безопасности	ИПК-4.1. Знает базовые понятия информатики, информации, ее измерения, кодирования и представления в вычислительных системах, а также принципы сбора, хранения и обработки информации
	ИПК-4.2. Использует информационно-коммуникационные технологии для решения профессиональных задач в области биоинформатики, биоинженерии, биотехнологии и фарминдустрии
	ИПК-4.3. Комбинирует и адаптирует информационно-коммуникационные технологии с учетом требований информационной безопасности
ПК-6. Способен самостоятельно проводить расчетные работы и исследования в области биоинформатики, биоинженерии, биотехнологии и фарминдустрии, применяя навыки работы с высокотехнологичным лабораторным оборудованием	ИПК-6.1. Применяет классические методы решения задач, современные программные комплексы и навыки работы с высокотехнологичным лабораторным оборудованием для проведения расчетных работ и исследований
	ИПК-6.2. Проводит расчетные работы и исследования, осуществляет обработку, анализ и интерпретацию биомедицинских и биотехнологических данных

АНОО ВО «Университет «Сириус»	Рабочая программа дисциплины (модуля) «Генетика популяций и эволюционная генетика»	Лист 3 Листов 8
-------------------------------	---	--------------------

	ИПК-6.3. Оформляет результаты расчетных работ и исследований в соответствии с требованиями к отчетной документации
--	--

2. Структура и содержание дисциплины

2.1. Объем дисциплины и виды учебной деятельности:

Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего ч.	88	88
Лекционные занятия, ч.	32	32
Практические (семинарские) занятия, ч.	52	52
Лабораторные занятия, ч.	х	х
Промежуточная аттестация – экзамен, ч	4	4
Промежуточная аттестация – зачет с оценкой, ч	х	х
Промежуточная аттестация – зачет, ч	х	х
Самостоятельная работа обучающихся, всего ч.	56	56
Общая трудоемкость, ч.	144	144
Общая трудоемкость, з.е.	4	4

2.2. Структура дисциплины (модуля) по разделам (темам) и видам учебной деятельности:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Лекционные занятия, ч	Практические (семинарские) занятия, ч	Лабораторные занятия, ч	Промежуточная аттестация, ч	Самостоятельная работа, ч	Всего, ч	Форма текущего контроля / промежуточной аттестации
Введение. Теория эволюции.	6	8			8	22	Устный опрос, тестирование
Раздел 1. Эффекты случайного мутагенеза и потока генов на частоты аллелей в популяции.	6	8			8	22	Устный опрос, тестирование
Раздел 2. Дрейф генов. Модель Райта-Фишера. Естественный отбор и его математическое описание.	6	8			8	22	Устный опрос, тестирование
Раздел 3. Геномный анализ популяционной структуры.	6	8			12	26	Устный опрос, тестирование

АНОО ВО «Университет «Сириус»	Рабочая программа дисциплины (модуля) «Генетика популяций и эволюционная генетика»	Лист 4 Листов 8
----------------------------------	---	--------------------

Генетическое смешение. F-статистики и ABBA/BABA тест. ADMIXTURE.							
Раздел 4. Методы оценки давления отбора на последовательности генов и геномов. dN/dS, Tajima's D, EHH.	4	10			10	24	Устный опрос, тестирование
Раздел 5. Анализ демографической истории популяций. Коалесцентная теория. Skyline-методы. Группа методов на основе SMC.	4	10			10	24	Устный опрос, тестирование
Промежуточная аттестация				4		4	экзамен
Итого	32	52	0	4	56	144	

2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины (модуля):

Наименования разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины
Введение. Теория эволюции.	Генетическое разнообразие популяций. Закон Харди-Вайнберга.
Раздел 1. Эффекты случайного мутагенеза и потока генов на частоты аллелей в популяции.	Эффекты случайного мутагенеза и потока генов на частоты аллелей в популяции.
Раздел 2. Дрейф генов. Модель Райта-Фишера. Естественный отбор и его математическое описание.	Модель Райта-Фишера. Естественный отбор и его математическое описание.
Раздел 3. Геномный анализ популяционной структуры. Генетическое смешение. F-статистики и ABBA/BABA тест. ADMIXTURE.	Генетическое смешение. F-статистики и ABBA/BABA тест. ADMIXTURE.
Раздел 4. Методы оценки давления отбора на последовательности генов и геномов. dN/dS, Tajima's D, EHH.	Методы оценки давления отбора на последовательности генов и геномов. dN/dS, Tajima's D, EHH.
Раздел 5. Анализ демографической истории популяций. Коалесцентная теория. Skyline-методы. Группа методов на основе SMC.	Коалесцентная теория. Skyline-методы. Группа методов на основе SMC.

2.4. Самостоятельная работа:

Самостоятельная работа по дисциплине предусматривает: самостоятельное изучение теоретического материала, подготовку к ответам на семинарских заданиях, подготовку к текущему контролю и промежуточной аттестации, выполнение тестовых заданий по пройденным темам курса.

3. Текущий контроль и промежуточная аттестация по дисциплине.

Оценочные материалы

3.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине «Генетика популяций и эволюционная генетика» проводится в течение семестра в следующих формах:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Форма текущего контроля	Оценочные материалы
Введение. Теория эволюции. Генетическое разнообразие популяций. Закон Харди-Вайнберга.	Устный опрос, тестирование	перечень домашних заданий
Раздел 1. Эффекты случайного мутагенеза и потока генов на частоты аллелей в популяции.	Устный опрос, тестирование	перечень домашних заданий
Раздел 2. Дрейф генов. Модель Райта-Фишера. Естественный отбор и его математическое описание.	Устный опрос, тестирование	перечень домашних заданий
Раздел 3. Геномный анализ популяционной структуры. Генетическое смешение. F-статистики и АВВА/ВАВА тест. ADMIXTURE.	Устный опрос, тестирование	перечень домашних заданий
Раздел 4. Методы оценки давления отбора на последовательности генов и геномов. dN/dS , Tajima's D, EHH.	Устный опрос, тестирование	перечень домашних заданий
Раздел 5. Анализ демографической истории популяций. Коалесцентная теория. Skyline-методы. Группа методов на основе SMC.	Устный опрос, тестирование	перечень домашних заданий

3.2. Оценочные материалы для текущего контроля:

Примерный перечень тем групповых и индивидуальных проектов:

1. Определить эффективный размер данной популяции.
2. Для набора белок-кодирующих генов определить, какие из них находятся под положительным, отрицательным и нейтральным отбором.
3. Определить демографическую историю популяции по предложенным геномным данным.

3.3. Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Генетика популяций и эволюционная генетика» является экзамен.

Результаты промежуточной аттестации оцениваются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означает успешное прохождение промежуточной аттестации по дисциплине.

3.4. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

Вопросы для экзамена

1. Опишите основные предположения закона Харди-Вайнберга. Каким образом нарушение этих предположений влияет на генетическую структуру популяции? Приведите примеры.
2. Объясните концепцию эффективного размера популяции. Какие факторы могут привести к уменьшению эффективного размера популяции по сравнению с ее реальной численностью?
3. Рассмотрите различные модели миграции генов. Как миграция влияет на генетическое разнообразие и адаптацию популяций?
4. Объясните роль генетического дрейфа в эволюции малых популяций. Как эффект основателя и эффект бутылочного горлышка влияют на генетическое разнообразие?
5. Опишите различные типы отбора (направленный, стабилизирующий, дизруптивный). Приведите примеры каждого типа отбора в природных популяциях.
6. Каким образом балансирующий отбор поддерживает генетическое разнообразие в популяциях? Рассмотрите примеры гетерозисного преимущества и частотно-зависимого отбора.
7. Объясните концепцию F_{st} и других показателей генетической дифференциации популяций. Как эти показатели используются для изучения структуры популяций и потока генов?
8. Опишите, как неслучайное скрещивание (инбридинг, аутбридинг) влияет на генотипические частоты и генетическое разнообразие в популяциях.
9. Обсудите взаимодействие между мутациями, отбором и генетическим дрейфом в эволюции популяций. Как эти силы могут действовать совместно или конкурировать друг с другом?
10. Опишите методы оценки генетического разнообразия в популяциях, включая использование молекулярных маркеров (ДНК, РНК).
11. Объясните концепцию нейтральной теории молекулярной эволюции. Какие доказательства поддерживают или опровергают эту теорию?
12. Опишите различные модели эволюции генов (например, модель Киморы, модель Жука–Канке). Как эти модели используются для оценки скоростей мутаций и времени дивергенции?
13. Рассмотрите роль генной конверсии и неравного кроссинговера в эволюции генов и геномов.

14. Объясните концепцию молекулярных часов. Как они используются для датировки эволюционных событий и построения филогенетических деревьев? Какие факторы могут влиять на скорость молекулярных часов?
15. Опишите различные уровни отбора (генный, индивидуальный, групповой). Какие аргументы выдвигаются в пользу и против каждого уровня отбора?
16. Обсудите эволюцию полового размножения. Какие преимущества и недостатки связаны с половым размножением по сравнению с бесполом?
17. Опишите различные механизмы репродуктивной изоляции (презиготические и постзиготические). Как эти механизмы приводят к видообразованию?
18. Рассмотрите различные модели видообразования (аллопатрическое, симпатрическое, парапатрическое). Приведите примеры каждого типа видообразования.
19. Объясните концепцию адаптивной радиации. Какие факторы способствуют адаптивной радиации?
20. Опишите роль геномики в изучении эволюционной генетики. Как сравнительная геномика помогает понять происхождение и эволюцию генов, геномов и видов?

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

4.1. Перечень основной литературы:

1. Осипова, Л. А. Генетика : учебник для вузов / Л. А. Осипова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 482 с.

4.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Kondrashov AS. "Crumbing Genome. The Impact of Deleterious Mutations on Humans".
2. Лукашов "Молекулярная эволюция и филогенетика".
3. Hahn, "Molecular Population Genetics".

4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Stepik: Курс "Генетика и геномика популяций", <https://stepik.org/course/9182/>

5. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

5.1. Материально-техническое обеспечение:

Вид аудитории	Технические средства и оборудование
<i>Учебная аудитория для проведения лекционных занятий</i>	Альфа 5.2 - учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры. Доска магнитно-маркерная поворотная BoardSYS Twist 100x160 ПО-15Ф 1 шт. Флипчарт 70*100 на роликах 1 шт. Стол-кафедра 1 шт. Стол аудиторный 1 шт. Столы-трансформеры Summa GA ученические 40 шт. Стулья на колесах ученические 40 шт. Ноутбук HP 1 шт. Интерактивная панель NexTouch Nextpanel 86" 1 шт. Радиосистема Arthur Forty U-9700C PSC (UHF) в комплекте. Акустическая система Behringer B215D 2 шт. Веб-камера 4К с технологией искусственного интеллекта JazzTel JT-Vintage-4K 1 шт. Комплект электронных презентаций.
<i>Учебная аудитория для проведения практических занятий – Компьютерный класс</i>	Бета 4.1 – учебная аудитория для проведения практических занятий (компьютерный класс). Доска магнитно-маркерная поворотная BoardSYS Twist 100x160 ПО-15Ф 1 шт. Флипчарт 70*100 на роликах 1 шт. Стол преподавателя аудиторный 1 шт. Столы и стулья ученические 42 шт. Компьютеры Lenovo ThinkCentre M920s SFF в комплекте с мониторами ПУАМА 27" и периферией – 42 шт. Интерактивная панель NexTouch Nextpanel 86" 1 шт. Радиосистема Arthur Forty U-9700C PSC (UHF) в комплекте. Акустическая система Behringer B215D 2 шт. Веб-камера 4К с технологией искусственного интеллекта JazzTel JT-Vintage-4K 1 шт. Комплект электронных презентаций.

5.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе российского производства: не предусмотрено.