

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
биологической и медицинской  
физики**

**Д.В. Кузьмин**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Эволюционная биология
<b>по направлению:</b>	Экономика
<b>профиль подготовки:</b>	Управление инновациями в бизнесе Физтех-школа бизнеса высоких технологий центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

3 (осенний) - Зачет

4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 40 всего, в том числе:

лекции: 20 час.

семинары: 20 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 50 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

В.А. Скобеева, канд. биол. наук

Т.А. Чернов, старший преподаватель

Программа обсуждена на заседании центра образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики 27.03.2025

## Аннотация

Лекционный семестровый курс знакомит с современными представлениями о механизмах и этапах эволюционного развития органического мира и эволюционного становления человека разумного. В курсе рассматриваются исторические аспекты становления концепций происхождения биоразнообразия, основания современной эволюционной теории и их приложения к актуальным вопросам.

Рассматриваются понятия наследственности и изменчивости, генетические процессы в популяциях, равновесие Харди-Вайнберга. Нейтральная эволюция. Естественный отбор – виды отбора на уровне организмов. Математическое описание отбора. Естественный отбор – виды отбора на уровне последовательностей. Отбор и дрейф, детекция отбора. Концепции вида. Видообразование. Эволюция генов и геномов. Функциональная эволюция. Эволюция экосистем. Эволюционные новшества. Возникновение и развитие жизни на Земле. Эдиакарская фауна и ее отношение к кембрийской. Кембрийский период и кембрийский взрыв. Появление всех современных типов животных. Палеозойский период и выход на сушу растений и животных. Мезозой – взлет и падение динозавров. Кайнозой – эра млекопитающих, покрытосеменных и насекомых. Возникновение линии человека разумного и ее развитие. Становление человека современного типа.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- знакомство с основными научными теориями эволюционного развития.

#### Задачи дисциплины

- получить представление об эволюционной теории.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-2 Способен осуществлять сбор, обработку и статистический анализ данных, необходимых для решения поставленных экономических задач	ОПК-2.2 Обрабатывает статистическую информацию и получает статистически обоснованные выводы
ПК-7 Способен критически оценивать варианты управленческих решений экономических субъектов в конкретных отраслях и регионах с учетом правовых, административных и других ограничений, разрабатывать и обосновывать предложения по их совершенствованию с учетом критериев социально-экономической эффективности, рисков и возможных социально-экономических последствий, обеспечивать контроль за выполнением требований регулирующих органов	ПК-7.3 Критически оценивает альтернативные варианты управленческих решений с учетом экономической целесообразности, возможных рисков, аргументирует выбор управленческого решения из альтернативных вариантов, контролирует его выполнение

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основы эволюционной теории.

уметь:

- анализировать особенности развития живых организмов с точки зрения эволюционной теории.

владеть:

- навыками распознавания видовых признаков.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Проблема происхождения биологического разнообразия	2	2		4
2	Борьба за существование и естественный отбор	1	1		3
3	Онтогенез	2	2		4
4	Происхождение жизни. Мир до возникновения клеток. Гипотеза возникновения многоклеточности	1	1		3
5	Виды отбора	2	2		4
6	Сигнальные пути и гены с плейотропным эффектом	1	1		3
7	Эволюционные новшества. Полиморфизм	1	1		4
8	Возникновение линии человека разумного	1	1		4
9	Человек выпрямленный, Homo erectus	2	2		3
10	Кембрий. Палеозойская эра. Мезозой. Кайнозой	1	1		4
11	Появление человека современного типа	2	2		3
12	Кроманьонский человек	1	1		4
13	Неолитическая революция	2	2		3
14	Современные общества и их специфические болезни	1	1		4
Итого часов		20	20		50
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 3 (Осенний)

#### 1. Проблема происхождения биологического разнообразия

Проблема происхождения биологического разнообразия. История изучения и концептуализации.

Изменчивость по Дарвину и современный взгляд.

Определенная и неопределенная изменчивость по Дарвину. Мутационная, модификационная и комбинативная изменчивость, частота мутаций *de novo*.

## 2. Борьба за существование и естественный отбор

Борьба за существование и естественный отбор.

Понятие абсолютной и относительной приспособленности. Изменение частот аллелей при отборе против рецессивного аллеля, преимуществе гетерозигот и преимуществе гомозигот.

Математическое описание отбора.

Генетический дрейф и отбор.

## 3. Онтогенез

Разложение фенотипической дисперсии. Дисперсия по количественным признакам.

Онтогенез, соотношение генотипа и фенотипа. Формирование признаков в онтогенезе. Гены с большим и малым эффектом.

## 4. Происхождение жизни. Мир до возникновения клеток. Гипотеза возникновения многоклеточности

Происхождение жизни, мир до возникновения клеток.

Прокариотическая клетка, возникновение аэробной энергетики.

Эукариотическая клетка – теория симбиогенеза.

Мир до многоклеточности. Гипотезы возникновения многоклеточности.

## 5. Виды отбора

Стабилизирующий отбор на уровне организмов и на уровне последовательностей.

Движущий отбор на уровне организмов и на уровне последовательностей.

Разнообразящий отбор.

## 6. Сигнальные пути и гены с плейотропным эффектом

Сигнальные пути и гены с плейотропным эффектом. Креоды и адаптивный ландшафт.

## 7. Эволюционные новшества. Полиморфизм

Эволюционные новшества – откуда берутся новые признаки.

Полиморфизм в популяциях и эволюционные новшества. Альтруизм в природе.

## Семестр: 4 (Весенний)

## 8. Возникновение линии человека разумного

Возникновение линии человека разумного. Линия австралопитеков. Экологические условия выделения линии человека умелого. Возникновение прямохождения.

## 9. Человек выпрямленный, *Homo erectus*

Человек выпрямленный, *Homo erectus*. Первая волна расселения из Африки. Культура человека выпрямленного, овладение огнем.

## 10. Кембрий. Палеозойская эра. Мезозой. Кайнозой

Эдиакарская фауна.

Кембрий, кембрийский взрыв. Формирование современных типов животных.

Палеозойская эра. Выход на сушу растений и животных.

Мезозой. Расцвет и падение динозавров. Импактные и биоценотические гипотезы.

Кайнозой. Формирование современных отрядов и семейств млекопитающих, птиц и цветковых растений. Расцвет насекомых.

#### 11. Появление человека современного типа

Появление человека современного типа. Неандертальский человек и его культура. Гены, вовлеченные в обеспечение членораздельной речи.

#### 12. Кроманьонский человек

Кроманьонский человек. Вторая волна исхода из Африки, расселение кроманьонского человека. Формирование локальных популяций.

#### 13. Неолитическая революция

Неолитическая революция. Возможные социальные структуры первых земледельческих общин.

#### 14. Современные общества и их специфические болезни

Современные общества и их специфические болезни. Второй демографический переход и его роль в создании современной генетической структуры популяций человека.

### 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, мультимедиа проектор и экран, ноутбук.

Световые микроскопы, ламинарный бокс, чашки Петри, готовые гистологические препараты, холодильник, термотаты, наборы реактивов, буферные растворы, центрифуга, автоклав.

### 6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Дополнительная литература

Дополнительная литература рекомендована МШУ Сколково.

А.В. Марков. Эволюция человека. Т. 1. Обезьяны, кости, гены. М.: Астрель: Corpus, 2011. 510 с.

А.В. Марков, Е.Б. Наймарк. Эволюция. Классические идеи в свете новых открытий. М.: АСТ, Corpus, 2014. 656 с.

А.С. Северцов. Теория эволюции. М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. 380 с.

D. Futuyma, M. Kirkpatrick. Evolution. Sunderland, Massachusetts U.S.A.: Sinauer Associates, 2017. 600 p.

Д.Б. Рисс, Л.А. Урри и др. "<Биология Campbell в 3-х томах. Том 1. Химия жизни. Клетка. Генетика": Диалектика, 2021, 672 с.

### 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

MS Office

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Успешное усвоение материала курса предполагает посещение лекций, вдумчивое изучение рекомендуемой литературы.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Экономика
<b>профиль подготовки:</b>	Управление инновациями в бизнесе Физтех-школа бизнеса высоких технологий центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
<b>курс:</b>	<u>2</u>
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

3 (осенний) - Зачет

4 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчики:**

В.А. Скобеева, канд. биол. наук

Т.А. Чернов, старший преподаватель

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-2 Способен осуществлять сбор, обработку и статистический анализ данных, необходимых для решения поставленных экономических задач	ОПК-2.2 Обрабатывает статистическую информацию и получает статистически обоснованные выводы
ПК-7 Способен критически оценивать варианты управленческих решений экономических субъектов в конкретных отраслях и регионах с учетом правовых, административных и других ограничений, разрабатывать и обосновывать предложения по их совершенствованию с учетом критериев социально-экономической эффективности, рисков и возможных социально-экономических последствий, обеспечивать контроль за выполнением требований регулирующих органов	ПК-7.3 Критически оценивает альтернативные варианты управленческих решений с учетом экономической целесообразности, возможных рисков, аргументирует выбор управленческого решения из альтернативных вариантов, контролирует его выполнение

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Эволюционная биология» обучающийся должен:

### знать:

- основы эволюционной теории.

### уметь:

- анализировать особенности развития живых организмов с точки зрения эволюционной теории.

### владеть:

- навыками распознавания видовых признаков.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примеры вопросов на мероприятиях текущего контроля:

1. Креационизм как гипотеза о происхождении биоразнообразия.
2. Условия соблюдения равновесия Харди-Вайнберга.
3. Отличие положительного ассортативного и селективного скрещивания.
4. Трансформизм как гипотеза о происхождении биоразнообразия.
5. Разложение фенотипической дисперсии признака.
6. Влияние отрицательного ассортативного скрещивания на частоты аллелей и генотипов.
7. Нейтральный полиморфизм - определение, примеры.
8. Взаимоотношения между дрейфом и отбором в зависимости от размера популяции
9. Полиморфизм, влияющий на приспособленность – причины поддержания.
10. Примеры заболеваний, сохраняющихся в популяции благодаря преимуществу гетерозигот.
11. Эффект основателя и бутылочного горлышка – различные последствия



12. Системы скрещиваний. Влияние систем скрещиваний на генофонд популяции.
13. Разложение фенотипической дисперсии.
14. Примеры роли взаимодействия генотипа и среды в патогенезе социально-значимых заболеваний.
15. Роль естественного отбора в формировании изменчивости по полигенным признакам.
16. Приведите примеры влияния одного гена на изменчивость по полигенному признаку.
17. Болезни образа жизни - приведите примеры, выдвиньте гипотезы о причинах их распространенности в настоящее время
18. Методы оценки роли наследственности и среды в формировании количественного признака.
19. Причины неэффективности отбора в чистых линиях.

#### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Вопросы к дифференцированному зачету:

1. Нейтральный полиморфизм - определение, примеры. Взаимоотношения между дрейфом и отбором в зависимости от размера популяции.
2. Полиморфизм, влияющий на приспособленность – причины поддержания. Примеры заболеваний, сохраняющихся в популяции благодаря преимуществу гетерозигот.
3. Эффект основателя и бутылочного горлышка – различные последствия.
4. Системы скрещиваний. Влияние систем скрещиваний на генофонд популяции. Разложение фенотипической дисперсии. Примеры роли взаимодействия генотипа и среды в патогенезе социально-значимых заболеваний
5. Роль естественного отбора в формировании изменчивости по полигенным признакам. Приведите примеры влияния одного гена на изменчивость по полигенному признаку.
6. Болезни образа жизни - приведите примеры, выдвиньте гипотезы о причинах их распространенности в настоящее время.
7. Методы оценки роли наследственности и среды в формировании количественного признака. Причины неэффективности отбора в чистых линиях.

Примеры вопросов для зачета:

1. Креационизм как гипотеза о происхождении биоразнообразия.
2. Условия соблюдения равновесия Харди-Вайнберга.
3. Отличие положительного ассортативного и селективного скрещивания.
4. Трансформизм как гипотеза о происхождении биоразнообразия.
5. Влияние отрицательного ассортативного скрещивания на частоты аллелей и генотипов.
6. Взаимоотношения между дрейфом и отбором в зависимости от размера популяции
7. Примеры заболеваний, сохраняющихся в популяции благодаря преимуществу гетерозигот.

#### **Критерии оценивания**

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

«зачтено» - выставляется обучающемуся, если он показал всесторонние, систематизированные знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач (даже если при этом были допущены небольшие неточности), обосновывает принятые решения;

«не зачтено» - обучающийся не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 40 минут на подготовку.

Опрос обучающегося по билету не должен превышать одного астрономического часа.

При проведении зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, конспектами лекций и любой другой литературой.