

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:

Директор  
Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

**Эволюционная генетика**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:

**Биология**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП  
Д. С. Воробьев

Председатель УМК

А. Л. Борисенко

Томск – 2025

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности.

ПК-2 Способен изучать научно-техническую информацию по направлению исследований и представлять результаты своих исследований в научном сообществе.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-3.1 Демонстрирует понимание основ эволюционной теории, современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов при осуществлении профессиональной деятельности

ИОПК-3.2 Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности

ИПК-2.1 Владеет навыком поиска и анализа научной информации по направлению исследований

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Изучить основные гипотезы происхождения и эволюции генетического аппарата, а также механизмов наследования и изменчивости живых систем, а также критически оценивать иницирующую роль генетической изменчивости в видообразовании

– Использовать знания об эволюции генома в изучении механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности

– Овладеть навыками поиска, анализа и представления информации в области эволюционной генетики

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Профессиональный модуль «Генетика, клеточная и синтетическая биология».

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Восьмой семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Цитология, Генетика, Органическая химия, Биохимия.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 20 ч.

-семинар: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Происхождение самовоспроизводящихся систем.

Предмет и задачи эволюционной генетики. Признаки (критерии) жизни. История представлений о происхождении жизни на Земле. Абиогенетическая теория происхождения жизни и ее проблемы. Концепция молекулярно-генетических систем управления В. А. Ратнера. Гипотезы о месте возникновения жизни. Возможные источники углерода: железосерный и цинковый миры. Гипотезы возникновения хиральной чистоты биополимеров. Возможные источники фосфора. Проблема синтеза нуклеотидов. Проблема выбора азотистых оснований. Гипотеза РНК-мира. Проблема абиогенного синтеза цепочек нуклеотидов. Проблема получения реплик последовательностей нуклеиновых кислот. Копирование РНК путем крупноблочной сборки. Синтез РНК в тепловой ловушке. Появление системы биосинтеза белка и этапы его становления. Происхождение тРНК. Происхождение рРНК. Альтернативные гипотезы происхождения нуклеиновых кислот. Возникновение генетического кода. Появление первых пептидов и их эволюция. Гипотеза появления ДНК. Происхождение системы репликации нуклеиновых кислот. Молекулярно-генетические системы управления Ратнера и их свойства. Возникновение системы трансляции и сайзеров. Основные свойства генетического кода как системы кодирования. Возникновение и эволюция основных свойств генетического кода. Ансамбли эгоистичных кооператоров.

Тема 2. Эволюция геномов.

Инструментарий эволюционной геномики. Задачи и подходы молекулярной филогенетики. Свойства геномов. Размер геномов и плотность кодирования информации. Размер генома и эволюция. Эволюция размера генома позвоночных. Эволюция генома у рыб. Эволюция размеров генома от амфибий до птиц и млекопитающих. С-парадокс у высших растений. Структура и организация генома позвоночных. Уровень общей организации и сложность генома. Геномы высших растений. Феномен метилирования и его роль в геномах позвоночных.

Основные типы организации генов эукариот. Организация множественных копий специфических структурных генов. Гены рибосомальных 5S рРНК и их эволюция. Организация генов 5S рРНК у высших эукариот. Гены тРНК. Гистоновые гены. Эволюционная консервативность генов «домашнего хозяйства».

Появление новых генов: дупликация и механизмы, горизонтальный перенос и механизмы, разделение-слияние, возникновение генов de novo. Этапы формирования генов de novo и их судьба. Псевдогены и примеры функциональных псевдогенов. Появление интронов в эукариотическом гене: «ранняя» и «поздняя» гипотезы. Роль интронов II типа в появлении эукариот. Происхождение, разнообразие и эволюция мобильных генетических элементов. Нейтральная теория молекулярной эволюции. Молекулярная филогенетика: задачи, преимущества и проблемы. Молекулярные часы. Роль молекулярной филогенетики в реконструкции эволюции и филогеографии видов живых организмов на примере «митохондриальной Евы» и «Y-хромосомного Адама». Концепция консервативной и лабильной фракций генома, их изменчивость и роль в эволюции. Роль трансформации системы программы развития в эволюции. Эволюция эпигенома.

Эволюция хромосом. Изменение размера хромосом у растений. Основные факторы и механизмы изменения фенотипа хромосом у эукариот. Изменение компактизации ДНК в процессе эволюции. Принципы кариотипической ортоселекции Уайта. Изменчивость кариотипа в эволюции. Происхождение и эволюция митоза и мейоза.

Эволюция механизмов рекомбинации и кроссинговера. Разнообразие и эволюция механизмов рекомбинации. Продуктивный характер комбинативной изменчивости и ее значение в эволюции жизни. Вид как побочный продукт неэффективной рекомбинации. Ошибки рекомбинации: геномные и хромосомные мутации. Гетерохроматин и С-парадокс. Роль гетерохроматина и В-хромосом в эволюции кариотипа. Значение диплоидизации в эволюции и способы ее поддержания. Эволюция диплоидизации. Эволюция полового процесса и полового размножения. Половой отбор. Эволюционная теория пола В. А. Геодакяна. Правило Холдейна и правило доминирующей роли X хромосомы в видообразовании.

Тема 3. Хромосомная эволюция видов.

Гипотеза триады (Wallace, 1953). Стасипатрическое видообразование (White, 1967). Цепное видообразование (Уайт, 1978). Мутационное видообразование (Lewis, 1966). Квантовое видообразование (Grant, 1971). Парапатрическое видообразование и модель видообразования на базе эффекта основателя (Bush, 1975). Роль полиплоидии в эволюции растений и животных. Значение хромосомных перестроек типа инверсий и транслокаций в эволюции.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, подготовки индивидуальных докладов и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена составляет не более 40 минут.

Критерии оценивания:

Оценивание ответа на экзаменационный билет производится по 5-ти балльной шкале, где:

5 баллов (отлично) – на каждый вопрос билета даны полные, самостоятельные без наводящих вопросов ответы, сопровождающиеся пояснительными рисунками, схемами и примерами. Даны исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы демонстрирующие, что отвечающий ориентируется в смежных вопросах и имеет целостное представление о проблеме.

4 балла (хорошо) – на все вопросы даны ответы, сопровождающиеся пояснительными рисунками и схемами. При этом отвечающий нуждается в наводящих вопросах для полного ответа, а примеры, иллюстрирующие понимание проблемы, не приводятся. Также возможен вариант, когда исчерпывающие ответы даются лишь на два вопроса билета, тогда как на третий вопрос ответ дается неполный. Даны ответы на дополнительные вопросы демонстрирующие, что отвечающий ориентируется в смежных вопросах и имеет целостное представление о проблеме.

3 балла (удовлетворительно) – на все вопросы даны неполные ответы, либо полный исчерпывающий ответ дан лишь на один вопрос из трех. Отвечающий испытывает трудности с использованием терминов и не может привести примеры, предоставить пояснения, схемы. Ответы на дополнительные вопросы либо не демонстрируют полноты понимания проблемы и ее места в смежных областях, либо демонстрируют фрагментарное понимание вопроса.

2 балла (неудовлетворительно) – обучающийся не ответил ни на один вопрос экзаменационного билета.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=17414>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских занятий по дисциплине.

### **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Рэфф Р., Кофман Т. Эмбрионы, гены и эволюция. М.: “Мир”, 1986.
2. Левонтин Р. Генетические основы эволюции. М.: “Мир”, 1998.
3. Никитин М. Происхождение жизни. От туманности до клетки. — М.: Альпина нон-фикшн, 2016. — 542 с. — ISBN 978-5-91671-584-2.

б) дополнительная литература:

1. Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение. М.: “Высшая школа”, 1978.
2. Парамонов А.А. Дарвинизм. М., 1978.
3. Назаров В.И. Эволюция не по Дарвину: Смена эволюционной модели: Учебное пособие. М.: «Ком Книга», 2005.
4. Северцов А.С. Введение в теорию эволюции. М.: Изд. Моск. ун-та., А: 1981.
5. Северцов А.С. Теория эволюции. М.: Гум. изд. Центр ВЛАДОС, 2005.
6. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. М.: 2004
7. Филипченко Ю.А. Эволюционная идея в биологии. М.: изд. “Наука”, 1997.
8. Левонтин Р. Генетические основы эволюции. М.: “Мир”, 1998.
9. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. М.: “Мир”, 1972.
10. Кайданов Л.З. Генетика популяций. М.: “Высшая школа”, 1996
11. Рэфф Р., Кофман Т. Эмбрионы, гены и эволюция. М.: “Мир”, 1986.
12. Корочкин Л.И. Биология индивидуального развития М.: изд. Моск. ун-та., 2002.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Видеолекции А. В. Маркова «Теория эволюции». URL: <https://teach-in.ru/course/evolution-theory> (дата обращения: 07. 01.2023).

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### **15. Информация о разработчиках**

Артемов Глеб Николаевич, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры генетики и клеточной биологии БИ ТГУ