

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

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор Биологического института

Д.С. Воробьев

20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Эволюционная генетика**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Биология»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.08.02.06

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_  
Д.С. Воробьев

Председатель УМК

\_\_\_\_\_  
А.Л. Борисенко

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

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**

– Знать основные понятия и теоретические положения современной популяционной и эволюционной генетики;

– Знать основные методы, применяемые для изучения генетической структуры популяции и сравнения популяций между собой, изучения действия факторов эволюции на генетическом уровне, филогенетического анализа, решения прикладных популяционно-генетических задач, например, поиска генов, отвечающих за те или иные фенотипические проявления;

– Уметь интерпретировать результаты популяционно-генетических и эволюционно-генетических исследований;

– Применять простейшие методы анализа популяционно-генетических данных, рассчитывать базовые популяционно-генетические параметры, использовать простейшие подходы для поиска локусов, подверженных действию отбора, проводить филогенетический анализ последовательностей нуклеиновых кислот и белков.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы самостоятельно формируемой участниками программы.

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

Семестр 8, экзамен.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Генетика», «Цитология и гистология», «Физиология», «Биология индивидуального развития».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

– лекции: 20 ч.;

– семинарские занятия: 14 ч.;

– лабораторные работы: 0 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Генетика эволюционного процесса

Происхождение и прогрессивная эволюция генетических систем. Прокариоты Эукариоты. Молекулярная эволюция. Эволюционный смысл рекомбинации. Молекулярные и клеточные механизмы рекомбинации. Распределение сайтов рекомбинации по геному

Тема 2. Организация генетических систем

Понятия генома и генофонда. Гетерохроматин как феномен эукариотического генома. Размер генома и сложность организмов. Роль дупликации генов и геномов в эволюции. Пространственная организация интерфазного ядра.

Тема 3. Современная типология мутаций

Типы мутаций. Системные мутации. Архитектоника хромосом генеративной ткани. Организация интерфазных ядер и оогенез.

Тема 4. Реорганизация хромосом и видообразование

Хромосомное видообразование. История вопроса. Гипотеза триады (Wallace, 1953). Стасипатрическое видообразование (White, 1967). Цепное видообразование (Уайт, 1978). Мутационное видообразование (Lewis, 1966). Квантовое видообразование (Grant, 1971). Парapatрическое видообразование и модель видообразования на базе эффекта основателя (Bush, 1975). Полиплоидия, партеногенез и гибридогенез. Хромосомные инверсии. Соотношение эволюционных потенциалов у инверсионно мономорфных и полиморфных видов. Ареалы и филогенез малярийных комаров. Адаптивный инверсионный полиморфизм - показатель эволюционной инертности вида. Системная реорганизация генома при видообразовании.

Тема 5. Сальтационное видообразование

Проблема сальтационного видообразования. Механизмы видообразования на базе системных мутаций.

Тема 6. Цитогенетические аспекты макроэволюции

Систематика и филогения. Хромосомные и системные мутации. Эффективность комплексного методического подходов в систематике и филогении на примере двукрылых насекомых. Хромосомные и биохимические признаки в систематике и филогении. Таксономия гомосеквентных видов и системные мутации. Ген-ферментная систематика. Комплексный метод реконструкции филогенеза. Макроэволюционное преобразование геномов. Эволюционная гетеропотенция видов. Понятие лабильного и консервативного геномов. Макроэволюция и тропики.

Проблема разрывов в палеонтологической летописи и сальтационное видообразование

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем проведения устных опросов и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

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

**Экзамен в восьмом семестре** проводится для студентов в устной форме по билетам. Билеты к экзамену состоят из трех вопросов и одной задачи. Первый вопрос билета направлен на проверку ИОПК-3.1., второй – ИОПК-3.2., третий вопрос – ИПК-2.1.

#### **Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Эволюционная генетика»**

1. Происхождение и прогрессивная эволюция генетических систем
2. Прокариоты
3. Эукариоты
4. Молекулярная эволюция
5. Молекулярные и клеточные механизмы рекомбинации
6. Понятия генома и генофонда
7. Понятия «облигатный и факультативный» геном
8. Генофонд, генетический полиморфизм и мономорфизм
9. Гетерохроматин как феномен эукариотического генома
10. Гетерохроматин политенных хромосом
11. Гетерохроматин и пространственная организация хромосом в ядре
12. Гетерохроматин и пространственная организация политенных хромосом у *Anopheles*
13. Размер генома и сложность организмов
14. С-парадокс
15. Диминуция хроматина как модель редукции генома эукариот
16. В – хромосомы
17. Роль дупликации генов и геномов в эволюции
18. Пространственная организация интерфазного ядра
19. Типы мутаций
20. Системные мутации
21. Архитектоника хромосом генеративной ткани
22. Организация интерфазных ядер и оогенез
23. Реорганизация хромосом и видообразование
24. Хромосомные инверсии
25. Инверсия как коадаптированный блок аллелей
26. Инверсия как регуляторная мутация
27. Соотношение эволюционных потенций у инверсионно мономорфных и полиморфных видов
28. Адаптивный инверсионный полиморфизм - показатель эволюционной инертности вида
29. Системная реорганизация генома при видообразовании
30. Механизмы видообразования на базе системных мутаций
31. Хромосомные и системные мутации
32. Таксономия гомосеквентных видов и системные мутации
33. Ген-ферментная систематика
34. Комплексный метод реконструкции филогенеза
35. Макроэволюционное преобразование геномов
36. Модификации гетерохроматина и видообразование

37. Макроэволюционные аспекты рекомбинации

38. Эволюционная гетеропотенция видов. Понятие лабильного и консервативного геномов

### **Критерии оценивания:**

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Результаты текущего контроля учитываются в виде дополнения 1 балла к результату промежуточной аттестации в случае, если обучающийся посещал все лекции и семинарские занятия и подготовил не менее 3 развернутых докладов по темам курса (получил 9 баллов).

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.

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

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=16962&notifyeditingon=1>

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

в) План семинарских занятий по дисциплине.

Семинарские занятия проводятся по единому плану:

- 1) доклады обучающихся по темам, соответствующим содержанию дисциплины (п. 8.);
- 2) обсуждение представленной информации;
- 3) знакомство с информационными источниками по теме семинара и результатами исследований по соответствующей теме.

Темы семинаров:

**Семинар 1. Организация генетических систем.**

Понятия генома и генофонда. Гетерохроматин как феномен эукариотического генома. Размер генома и сложность организмов. Роль дупликации генов и геномов в эволюции. Пространственная организация интерфазного ядра.

**Семинар 2.** Современная типология мутаций  
Типы мутаций. Системные мутации.

**Семинар 3.** Реорганизация хромосом и видообразование. Часть 1.  
Хромосомное видообразование. Парapatрическое видообразование и модель видообразования на базе эффекта основателя. Хромосомные инверсии.

**Семинар 4.** Реорганизация хромосом и видообразование. Часть 2.  
Соотношение эволюционных потенциалов у инверсионно-мономорфных и полиморфных видов. Адаптивный инверсионный полиморфизм - показатель эволюционной инертности вида. Системная реорганизация генома при видообразовании.

**Семинар 5.** Сальтационное видообразование  
Проблема сальтационного видообразования. Механизмы видообразования на базе системных мутаций.

**Семинар 6.** Цитогенетические аспекты макроэволюции. Часть 1.  
Эффективность комплексного методического подхода в систематике и филогении на примере двукрылых насекомых. Хромосомные и биохимические признаки в систематике и филогении. Таксономия гомосеквентных видов и системные мутации.

**Семинар 7.** Цитогенетические аспекты макроэволюции. Часть 2.  
Макроэволюционное преобразование геномов. Эволюционная гетеропотенция видов. Понятие лабильного и консервативного геномов. Проблема разрывов в палеонтологической летописи и сальтационное видообразование.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Целью самостоятельной работы обучающихся является:

- закрепление фундаментальных знаний в области биологии клетки, расширение знаний о прикладных аспектах использования достижений клеточной биологии;
- развитие умения самостоятельно работать с учебным материалом;
- приобретение навыков поиска и реферирования доступной научной информации в области клеточной биологии.

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

- повторение лекционного материала, подготовку к семинарским занятиям;
- подготовку к экзамену.

Во время самостоятельной работы для подготовки к семинарским занятиям обучающийся может использовать рекомендованные литературные источники и интернет-ресурсы, а также иные источники информации (статьи в периодических изданиях и др.), позволяющие получать современную информацию об исследованиях в области клеточной биологии.

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

### **а) основная литература:**

1. Стегний В.Н. Цитогенетика эволюционного процесса. Томск. изд. Томского университета, 2013. 168 с.
2. Организмы, виды и эволюция / Н.Н. Иорданский; отв. ред. Э.И. Воробьева;

Российская акад. наук, Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова. Москва: ЛИБРОКОМ, 2011. 217 с.

3. Открытие эволюции: революционная теория и ее история / Томас Юнкер, Уве Хоссфельд; пер. с нем. И. Ю. Попова; науч. ред. русского изд. Г. С. Левит. Изд-во СПбГУ, 2007.

**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. Стегний В.Н. Архитектоника генома, системные мутации и эволюция. Новосибирск: изд. Новосиб. ун-та., 1993.
8. Филипченко Ю.А. Эволюционная идея в биологии. М.: изд. “Наука”, 1997.
9. Левонтин Р. Генетические основы эволюции. М.: “Мир”, 1998.
10. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. М.: “Мир”, 1972.
11. Кайданов Л.З. Генетика популяций. М.: “Высшая школа”, 1996
12. Рэфф Р., Кофман Т. Эмбрионы, гены и эволюция. М.: “Мир”, 1986.
13. Корочкин Л.И. Биология индивидуального развития М.: изд. Моск. ун-та., 2002.
14. Стегний В.Н. Популяционная генетика и эволюция малярийных комаров. Томск: изд. Том. ун-та., 1991.

**в) ресурсы сети Интернет:**

1. Проблемы Эволюции. URL: <http://www.evolbiol.ru/> (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**

Стегний Владимир Николаевич, доктор биол. наук, зав. кафедры цитологии и генетики БИ ТГУ.