

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

Биологический институт

Д. С. Воробьев

25 марта 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Основы геномики**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Биология»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.06.02

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-1 – Способен участвовать в исследовании биологических систем и их компонентов, планировать этапы научного исследования, проводить исследования по разработанным программам и методикам, оптимизировать методики под конкретные задачи.

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-1.1 – Применяет полевые и лабораторные методы исследования биологических объектов с использованием современной аппаратуры и оборудования в соответствии с поставленными задачами.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Получить теоретические знания об истории развития геномных исследований, геномах прокариот, беспозвоночных животных, позвоночных животных и растений.

– Уметь изложить полученные знания об истории развития геномных исследований, геномах прокариот, беспозвоночных животных, позвоночных животных и растений.

– Научиться поиску, анализу и применению информации об истории развития геномных исследований, геномах прокариот, беспозвоночных животных, позвоночных животных и растений при постановке и решении теоретических и практических задач в сфере профессиональной деятельности.

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

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

Семестр 7, зачет.

## **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: «Генетика», «Биохимия», «Цитология и гистология».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из которых:

- лекции: 16 ч.;
- семинарские занятия: 16 ч.
- практические занятия: 0 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. История развития геномных исследований.

Геномная революция 1990-х. Вклад К. Вентера в развитие геномных исследований. Основные принципы геномики. Базовые разделы геномики конца 20 века и начала 21 века: структурный, сравнительный и функциональный. Основные задачи «анатомии» генома. Доступность для исследований всех генов как первое достижение структурной геномики. «Геномизация» жизни человека. Принципы и перспективы развития сравнительной геномики. Причины формирования новых направлений геномики.

Тема 2. Геномы прокариот.

Горизонтальный перенос генов и пластичность прокариотических геномов. Сравнение организации геномов энтеробактерий (*Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Yersinia pestis*). Эволюция высоковирулентных штаммов патогенов. Разнообразие геномов прокариот. Характерные особенности геномов, обеспечивающие адаптацию к специфическим экологическим нишам (на примере *Deinococcus*, *Neisseria*, *Aquifex*, *Thermotoga*). Редуктивная эволюция геномов патогенов (*Mycobacterium*, *Rickettsia*, *Mycoplasma*). Особенности геномов облигатных паразитов и эндосимбионтов. Организация геномов архей.

Тема 3. Геномы беспозвоночных животных.

Организация геномов *Caenorhabditis elegans*, *Drosophila melanogaster*, *Anopheles gambiae* и *Ciona intestinalis*, особенности геномов многоклеточных организмов.

Тема 4. Геномы позвоночных животных.

Сравнение организации геномов позвоночных (*Fugu rubripes*, *Mus musculus*, *Homo sapiens* и *Pan troglodites*).

Тема 5. Геномы растений.

Организация генома растений (*Arabidopsis thaliana*, *Oryza sativa*, *Populus trichocarpa*). Причины наиболее существенных отличий геномов растений от геномов животных (компактности генов и их большого числа).

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем

- контроля посещаемости,

– оценки докладов, сделанных на семинарских занятиях и оцениваемых по 3-х балльной шкале, где 3 балла – развернутый доклад, проиллюстрированный схемами, рисунками, фотографиями, сделанный на основе самостоятельно подобранных информационных источников; 2 балла – доклад, сделанный на основе предложенных информационных источников; 1 балл – краткая информационная справка, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

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

**Зачет в седьмом семестре** проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей.

Первая часть содержит один вопрос, проверяющий ИОПК-3.1, ИОПК-3.2. Ответ на вопрос первой части дается в развернутой форме.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ИПК-1.1. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Геномная революция 1990-х. Вклад К. Вентера в развитие геномных исследований.
2. Основные принципы геномики.
3. Базовые разделы геномики конца 20 века и начала 21 века: структурный, сравнительный и функциональный.
4. Основные задачи «анатомии» генома. Доступность для исследований всех генов как первое достижение структурной геномики.
5. «Геномизация» жизни человека.
6. Принципы и перспективы развития сравнительной геномики.
7. Новые направления геномики и причины их формирования.
8. Явление горизонтального переноса генов и пластичность прокариотических геномов.
9. Сравнение организации геномов энтеробактерий (*Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Yersinia pestis*).
10. Эволюция высоковирулентных штаммов патогенов. Разнообразие геномов прокариот.
11. Характерные особенности геномов, обеспечивающие адаптацию к специфическим экологическим нишам (на примере *Deinococcus*, *Neisseria*, *Aquifex*, *Thermotoga*).
12. Редуктивная эволюция геномов патогенов (*Mycobacterium*, *Rickettsia*, *Mycoplasma*).
13. Особенности геномов облигатных паразитов и эндосимбионтов.
14. Организация геномов архей.
15. Особенности организации генома *Saccharomyces cerevisiae*.
16. Особенности геномов многоклеточных организмов.
17. Особенности организации генома *Caenorhabditis elegans*.
18. Особенности организации генома *Drosophila melanogaster*.
19. Особенности организации генома *Anopheles gambiae*.
20. Особенности организации генома *Ciona intestinalis*.
21. Особенности организации генома *Fugu rubripes*.
22. Особенности организации генома *Mus musculus*.
23. Сравнение организации геномов *Homo sapiens* и *Pan troglodites*.
24. Особенности организации генома *Arabidopsis thaliana*.
25. Особенности организации генома *Oryza sativa*.
26. Особенности организации генома *Populus trichocarpa*.
27. Основные отличия геномов растений от геномов животных и их причины.
28. Семейства гомологичных генов. Ортологи и паралоги. Псевдогены.
29. Повторяющиеся последовательности в геномах про- и эукариот.

30. Мобильные генетические элементы. Общая характеристика и роль в геномной изменчивости.
31. Конструирование репрезентативных геномных библиотек. Современные подходы к картированию геномов.
32. Функциональная геномика и протеомика. Применение ДНК-микрочипов в геномных исследованиях.
33. Разнообразие и основные свойства генома хлоропластов.
34. Разнообразие и основные свойства генома митохондрий.

#### **Критерии оценивания:**

Оценка	Критерии оценки
Не зачтено	Нет ответа даже на общие вопросы
Зачтено	Неполный ответ на все вопросы, полный развернутый или частично неполный ответ на все вопросы

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

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=17387>

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

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

Семинарские занятия призваны инициировать и развивать умения поиска, отбора и анализа научной информации, его самостоятельной оценки. На семинарских занятиях по определенной теме каждый студент за время курса обязан подготовить аналитическое сообщение в форме доклада с презентацией, а также подготовить развернутый доклад с презентацией по определенной тематике реферата. За время реализации дисциплины каждый студент готовит один реферат и одно аналитическое сообщение. Темы сообщений и рефератов подбираются из предложенного списка совместно с преподавателем с учетом пожеланий студента. Допускается коллективная (до трех человек) работа над общей темой аналитического сообщения.

#### **Темы для подготовки аналитических сообщений (с докладом и презентацией)**

1. Механизмы геномных перестроек, увеличения и уменьшения размеров геномов.
2. Семейства гомологичных генов. Ортологи и паралоги. Псевдогены.
3. Повторяющиеся последовательности в геномах про- и эукариот.
4. Мобильные генетические элементы. Общая характеристика и роль в геномной изменчивости.
5. Молекулярные механизмы транспозиции: консервативная и репликативная транспозиция, транспозиция двух классов ретротранспозонов.
6. Транспозоны бактерий (Tn1, Tn5, Mu), дрожжей (Ty), дрозофилы (P и copia), кукурузы (элементы Ac и Dc), человека (LINE и SINE).
7. Современные подходы к секвенированию ДНК, их достоинства и недостатки. Метод Сэнгера. Автоматическое секвенирование. Пиросеквенирование. Стратегии определения полных нуклеотидных последовательностей геномов - "клон за клоном" и "шотган всего генома".
8. Конструирование репрезентативных геномных библиотек. Современные подходы к картированию геномов.
9. Основные методики физического, генетического и цитологического картирования.

10. Сложности расшифровки генома высших эукариот и пути их преодоления. Вычислительные и экспериментальные подходы к идентификации генов в геномных последовательностях и определению их функций.
11. Функциональная геномика и протеомика. Применение ДНК-микрочипов в геномных исследованиях.
12. Молекулярные базы данных: GeneBank, EMBL Data Library, SwissProt, PIR, Protein Data Bank и др. Специализация, структура и методы поиска в них информации.
13. Принцип действия и характеристики основных компьютерных программ для сравнения нуклеотидных и белковых последовательностей с базами данных (пакеты BLAST и FASTA).
14. Организация хромосом различных организмов. Структура центромерных и теломерных областей. Закономерности распределения генов по хромосомам.
15. Размеры генома про- и эукариот. Концепция минимального генома. Корреляция размеров генома, числа генов, белков и белковых доменов со сложностью его морфофизиологической организации.
16. Организация геномов *Saccharomyces cerevisiae* и *Schizosaccharomyces pombe*, сходство и отличия от геномов прокариот.
17. Разнообразие и основные свойства генома хлоропластов.
18. Разнообразие и основные свойства генома митохондрий.
19. Протеом органелл.
20. Свидетельства эндосимбиотического происхождения органелл на основе анализа геномов митохондрий и риккетсий, хлоропластов и цианобактерий. Вторичный эндосимбиоз. Характерные особенности нуклеоморфа *Guillardia theta*.

**Темы для написания рефератов (с докладом и презентацией) для проверки теоретических знаний в рамках формируемых дисциплиной компетенций**

1. Становление и развитие науки о геномах.
2. Геномика: цели, задачи, основные направления и методология.
3. Современные методы секвенирования ДНК.
4. Геномные проекты.
5. Использование достижений геномики в сельском хозяйстве.
6. Геномика и медицина.
7. Искусственные хромосомы.
8. Достижения генной инженерии и биотехнологии.
9. Геномные библиотеки.
10. Международный проект "Геном человека".
11. Конструирование геномов.
12. Трансгенные растения.
13. Трансгенные животные.
14. Клонирование животных.
15. Анализ ДНК *in silico*.
16. Особенности структурно-функциональной организации геномов растений.
17. Особенности структурно-функциональной организации геномов животных.
18. Особенности структурно-функциональной организации геномов прокариот.
19. Геном митохондрий.
20. Геном хлоропластов.
21. Генотерапия – медицина 21 века.
22. Сателлитная ДНК.
23. Методы исследования протеома и транскриптома.
24. Генодиагностика.
25. Электронные базы данных генов и белков.
26. Протеом и его динамичность.

27. Этногеномика.
28. Геномы патогенов.
29. Геномные исследования и экология.
30. Метагеномные проекты.
31. Фармакогеномика.
32. Геномный полиморфизм.
33. Роль мобильных элементов в эволюции геномов.
34. Перспективы функциональной геномики.
35. Молекулярная медицина.
36. Будущее биочипов.
37. Революция в генетическом картировании.
38. Геномика и ее роль в лечении инфекционных заболеваний.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Целью самостоятельной работы обучающихся является:

- закрепление знаний об истории развития геномных исследований, геномах прокариот, беспозвоночных животных, позвоночных животных и растений в рамках содержания дисциплины (п. 8);

- развитие умения самостоятельно работать с учебным материалом;

- приобретение навыков поиска и реферирования доступной научной информации в области тематики дисциплины (п. 8).

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

- повторение лекционного материала, подготовку к семинарским занятиям;

- подготовку к зачету.

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 тематики дисциплины (п. 8).

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Э. МакКонки Геном человека. – М.: Техносфера, 2008, 285 с.

- Лона Франк Мой неповторимый геном. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015, 256 с.

- Никольский В.И. Генетика. – Москва: Академия, 2010, 248 с.

- Слюсарев А.А. Биология с общей генетикой. – Москва: Альянс, 2015, 470 с.

- Альбертс Б., Джонсон А., Льюис Д. и др. Молекулярная биология клетки. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2013, Т. 1, 2, 3, 2764 с.

- Клетки по Льюину / Окс Реймонд, Джоуклин Кребс Е., Дэвид Бир Дж. [и др.]; под редакцией Л. Кассимерис [и др.]; перевод И. В. Филиппович. — 3-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2018. — 1057 с. — ISBN 978-5-00101-587-1. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88935.html> (дата обращения: 09.03.2022).

- Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. М.: Либроком, 2009, 304 с.

- Корочкин Л.И. Введение в генетику развития. - М.: Наука, 1999. 179 с.

- Сингер П. Берг. П. Гены и геномы М., Т. 1, 2, 1998. 684 с.

- Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Изд-во: Сибирское университетское издательство, 1998, 430 с.

б) дополнительная литература:

- Колчанов Н.А., Подколотная О.А., Ананько Е.А. и др. Системная компьютерная биология. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008, 761 с.
- Примроуз С., Тваймен Р. Геномика: роль в медицине. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008, 277 с.
- Гнатик Е.Н. Генетика человека: былое и грядущее. – Москва: URSS, 2007, 277 с.
- Бернхард Хаубольд, Томас Вие Введение в вычислительную биологию. Эволюционный подход. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2011, 455 с.
- Уильям С. Клаг, Майкл Р. Каммингс Основы генетики. – Москва: Техносфера, 2007, 894 с.
- Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014, 324 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. – Новосибирск: Сиб.унив. изд-во, 2008, 514 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sun.tsu.ru/limit/2016/000336542/000336542.pdf>
- Игнасимуту С. Основы биоинформатики. – М.: РХД, 2007, 316 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sun.tsu.ru/limit/2016/000248180/000248180.pdf>
- Леск А. Введение в биоинформатику. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009, 318 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sun.tsu.ru/limit/2016/000396689/000396689.pdf>
- Научно-популярный онлайн-проект «Биомолекула»  
<https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-kletochnye-tekhnologii>
- URL: [http:// www.elementy.ru](http://www.elementy.ru)
- URL: [http:// www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru)
- URL: [http:// www.cellbiol.ru](http://www.cellbiol.ru)

### **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 (Google Docs, 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 разработчике**

Усов Константин Евгеньевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики и клеточной биологии БИ ТГУ.