

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

Основы геномики

по направлению подготовки

06.03.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:
«Биология»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
В.В. Ярцев

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

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-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 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.

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

Седьмой семестр, зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Генетика», «Биохимия», «Цитология и гистология».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

– лекции: 16 ч.;

– семинар: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, 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.

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

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.

Продолжительность зачета 1 час.

Вопросы к зачету по дисциплине «Основы геномики»:

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 troglodytes*.
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

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 среде электронного обучения iDO – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=17387>

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

в) План семинарских 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-tehnologii>
- 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 OneNote, 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

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