

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

Филогенетика

по направлению подготовки

06.04.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:

Физиология, биохимия, биотехнология и биоинформатика растений и микроорганизмов

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
О.В. Карначук

Председатель УМК

А. Л. Борисенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры;

ОПК-6 Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок;

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание фундаментальных и прикладных представлений дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры

ИОПК-2.2 Демонстрирует понимание методологических основ дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры

ИОПК-6.1 Описывает разнообразие, пути и перспективы применения компьютерных технологий в современной биологии

2. Задачи освоения дисциплины

– Получить теоретические знания об эволюционных связях между организмами, филогенетических отношениях между ними.

– Научиться находить закономерности в молекулярных данных, позволяющие заключить филогенетическое родство между ними.

– Изучить перспективы использования молекулярных методов в сравнительной генетике.

– Научиться использовать современные технологии для вывода филогенетических связей, основанных на молекулярных данных.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Первый 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: «генетика», «молекулярная биология», «компьютерные технологии»

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 6 ч.

-семинар: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1: Эволюция и происхождение жизни.

Эволюция живых систем на Земле. Эволюция на уровне аминокислот и нуклеиновых кислот. Связь филогенетики и теории эволюции. Типы отбора. Мутации как движущая сила эволюции. Гипотезы происхождения жизни.

Тема 2: Форматы данных в филогенетике.

Форматы FASTA и FASTQ. Форматы для представления филогенетических деревьев: Newick и NEXUS. Стандарты хранения и обработки генетических данных.

Тема 3: Классификация жизни и филогенетические деревья.

Домены жизни: бактерии, археи, эукариоты. Филогенетическое древо жизни. LUCA и LECA. Происхождение эукариот.

Тема 4: Гомология и эволюционные отношения генов.

Ортологи и паралоги. Гомология последовательностей. Методы анализа гомологии. Выравнивание последовательностей.

Тема 5: Алгоритмы выравнивания последовательностей.

Алгоритмы Нидлмана-Вунша и Смитта-Ватермана. Выравнивание с аффинным взвешиванием гэпов. Прогрессивное и множественное выравнивание. Эвристические методы выравнивания.

Тема 6: Построение филогенетических деревьев.

Методы построения деревьев: UPGMA, Neighbor Joining, Maximum Likelihood, Байесовская инференция. Оценка топологии дерева: Bootstrap, Jackknife. Модели эволюции последовательностей.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, рефератов и практических заданий 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 первом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 4,3 часа.

Первая часть содержит один вопрос, проверяющий ИОПК-2.1, ИОПК-2.2. Ответ на вопрос первой части дается в развернутой форме.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ИОПК-6.1. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Филогенетика»

ИОПК-2.1, ИОПК-2.2

1. Эволюция нуклеиновых кислот и аминокислот.
2. Типы мутаций.
3. Виды точечных мутаций, частота их возникновения.
4. Гипотезы возникновения жизни на Земле.

5. РНК-мир.
6. Домены жизни. Филогенетическое дерево организмов.
7. LUCA и LECA. Современный взгляд на возникновение эукариот.
8. Форматы fasta и fastq.
9. Форматы newick и NEXUS.
10. Маркерные гены про- и эукариот в филогенетическом анализе.
11. Гены 16 S рРНК прокариот. ITS последовательности эукариот.
12. Понятие гомологии последовательностей.
13. Ортологи и паралоги определение, основные отличия и примеры.
14. Выравнивание последовательностей. Особенности выравнивания белковых последовательностей.

ИОПК-6.1

15. Алгоритм Нидлмана-Вунша.
16. Алгоритм Смитта-Ватермана.
17. Выравнивание с аффинным взвешиванием гэпов.
18. Множественное выравнивание последовательностей. Сложность алгоритмов. Эвристические алгоритмы.
19. Алгоритм прогрессивного выравнивания.
20. Модели эволюции последовательностей.
21. Матрица расстояния последовательностей.
22. Филогенетическое дерево. Основные компоненты. Типы филогенетических деревьев.
23. Виды алгоритмов построения филогенетического дерева. Предпочтительные алгоритмы.
24. Алгоритм WPGMA и UPGMA.
25. Алгоритм Neighbor Joining.
26. Алгоритм Maximum likelihood.
27. Алгоритм Байесовской инференции.
28. Оценка топологии дерева. Метод jackknife и bootstrap.

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 бальной шкале, где:

5 баллов (отлично) – дан полный, самостоятельный (без наводящих вопросов) ответ, сопровождающийся соответствующими рисунками, схемами и примерами, на все (2) вопросы билета. Продемонстрировано знание и владение терминами по курсу «филогенетика». Даны ответы на дополнительные вопросы (если необходимость в таковых возникнет), демонстрирующие, что отвечающий ориентируется в смежных темах и имеет целостное представление о современных методах филогенетического анализа. Отвечающий способен применять современные технологии для проведения филогенетического анализа.

4 балла (хорошо) – дан ответ, сопровождающийся соответствующими рисунками, схемами и примерами, на все (2) вопросы билета. При этом отвечающий нуждается в наводящих вопросах. Продемонстрировано знание и владение терминами в рамках

экзаменационных вопросов. Даны ответы на дополнительные вопросы (если необходимость в таковых возникнет), демонстрирующие, что отвечающий имеет целостное представление о современных методах филогенетического анализа. Имеются незначительные недочеты в использовании подходящих программ для проведения филогенетического анализа.

3 балла (удовлетворительно) – дан ответ на все (2) вопросы билета не в полном объеме. Отвечающий испытывает трудности с использованием терминов и иллюстрированием ответа. Даны ответы на дополнительные вопросы (если необходимость в таковых возникнет), демонстрирующие, что отвечающий имеет фрагментарное представление о современных методах филогенетического анализа. Имеются значительные сложности в использовании современных программ для филогенетики.

2 балла (неудовлетворительно) – обучающийся не ответил на вопросы экзаменационного билета. Не имеет представления о современных методах филогенетического анализа.

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=35279>

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
2. Обсуждение представленной информации.
3. Знакомство с информационными источниками по теме семинара.

Темы семинаров:

Семинар № 1 Молекулярная эволюция.

Семинар № 2 Современные направления филогенетики.

Семинар № 3 Филогенетическое дерево. Его структура и особенности.

Семинар № 4 Алгоритмы парного выравнивания.

Семинар № 5 Алгоритмы множественного выравнивания.

Семинар № 6 Эволюционная дистанция. Матрица расстояния.

Семинар № 7 Построение филогенетического дерева.

Семинар № 8 Оценка топологии полученного дерева.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Целью самостоятельной работы обучающихся является:

- закрепление фундаментальных знаний в области филогенетики, изучение работы современных программ для анализа молекулярного родства;
- развитие умения самостоятельно работать с учебным материалом;
- приобретение навыков поиска и реферирования доступной научной информации в области филогенетики.

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 филогенетики.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Bromham, Lindell. An introduction to molecular evolution and phylogenetics. Oxford University Press, 2016.

– Lemey, Philippe, Marco Salemi, and Anne-Mieke Vandamme, eds. The phylogenetic handbook: a practical approach to phylogenetic analysis and hypothesis testing. Cambridge University Press, 2009.

– Felsenstein, Joseph. "Theoretical evolutionary genetics joseph felsenstein." University of Washington, Seattle (2005).

– Bleidorn, Christoph. Phylogenomics: an introduction. Springer, 2017.

б) дополнительная литература:

– 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> (21.02.2023).

в) ресурсы сети Интернет:

– Курс на stepik.org «Молекулярная филогенетика»
<https://stepik.org/course/2054/syllabus>

– Молекулярная филогенетика и филогеография с основами биологической систематики

<http://vertebrata.bio.msu.ru/education/courses/%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D1%84%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D0%B8-%D1%84%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BE/>

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/>

в) профессиональные базы данных:

– Ensembl – <https://www.ensembl.org/index.html>

– UniProt – <https://www.uniprot.org/>

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

Кириленко Кирилл Михайлович, ассистент каф. генетики и клеточной биологии