

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

Систематика и филогенетика

по направлению подготовки

06.04.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:

Biodiversity (Биоразнообразие)

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
И.И. Волкова

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.

ПК-1 Способен обрабатывать и использовать научную и научно-техническую информацию при решении исследовательских задач в соответствии с профилем (направленностью) магистерской программы.

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-2.3 Использует фундаментальные знания, практические наработки и методический базис специальных дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры, при планировании и реализации профессиональной деятельности

ИПК-1.1 Применяет знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при решении отдельных исследовательских задач

ИПК-1.2 Осуществляет поиск, анализ и обобщение научной и научно-технической информации при решении конкретных исследовательских задач

2. Задачи освоения дисциплины

– получить знания об основных концепциях эволюции, видообразования и проблемы вида;

– получить и усвоить базовые знания об основных принципах современной филогенетической классификации и номенклатуры;

– сформировать представление о сущности и содержании филогенетического анализа, основных подходов и инструментах филогенетических реконструкций;

– узнать новейшие методы систематики и классификации биоразнообразия, включая методы геномики и цифровые инструменты для филогенетических реконструкций, а также получить представление о том, как эти концепции систематики и филогении используются на практике.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Третий семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования по следующим дисциплинам: морфология, систематика и экология растений или животных, генетика, биогеография и обладать навыками статистической обработки данных.

6. Язык реализации

Английский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 8 ч.

-семинар: 22 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Систематика как наука – определение и содержание. Соотношение систематики и таксономии. Филогенетика как наука. Соотношение систематики и филогенетики. Методы систематики и филогенетики: сравнительно-морфологический, кариологический, аллозимный (биохимический), молекулярно-генетический. Возможности и ограничения методов. Альтернативные подходы к классификации живого. Развитие взглядов на систематику в XIX веке: типологический и эволюционный подходы.

Тема 2. Таксономия и номенклатура. Отображение биоразнообразия в таксономии.

Тип, диагноз, ранг и объем таксона. Номенклатурные кодексы в биологии. Принципы номенклатуры: независимости, типификации, приоритета, уникальности названий, обратной силы и независимости от таксономии. Критерии пригодности названий. Валидность названий и номенклатурных актов. Образование названий. Номинальные таксоны группы семейства, рода и вида и их названия. Понятие о типе в номенклатуре. Типы в группах семейства, рода и вида. Голотипы, синтипы, паратипы, лектотипы, неотипы, типовое местонахождение. Современное состояние типологического подхода. Макротаксономия. Объединение видов в высшие таксоны. Обнаружение ближайших родичей некоторого вида. Сходство и его причины. Методы определения сходства.

Тема 3. Проблема вида. Обзор концепций.

Проблема вида как фундаментальная проблема биологии. Ее содержание. Современные подходы к проблеме вида. Ключевые вопросы проблемы вида. Иерархия концепций вида. Содержание основных концепций вида. Плюрализм концепций. Политипический вид и внутривидовые категории. Внутривидовые категории и термины. Популяционная таксономия.

Тема 4. Видообразование и эволюция

Теория эволюции - основа филогении. Синтетическая теория эволюции. Нейтральная эволюция. Эпигенетическая теория эволюции. Градуальное и квантовое видообразование. Основные модели видообразования – аллопатрическое, перипатрическое, парапатрическое, симпатрическое, автополиплоидия. Образование нового вида в результате гибридизации и последующего удвоения хромосом. Рекомбинационное видообразование. Видообразование, связанное с накоплением хромосомных перестроек.

Тема 5. Эколого-генетическая дифференциация вида.

Роль среды и естественного отбора в видообразовании. Адаптивная географическая изменчивость. Неадаптивная изменчивость, обусловленная эффектом основателя и генетическим дрейфом. Экотип и экоклима. Экологическая и эколого-климатическая ниша. Расхождение ниш. Способы выявления и оценки расхождения эколого-климатических ниш.

Тема 6. Гибридизация и видообразование. Сетчатая эволюция.

Гибридогенное видообразование и его роль в эволюции растений и животных. Основные типы гибридизации: скрещивание видов с образованием нежизнеспособных или стерильных особей; интрогрессивная гибридизация; образование вторичной зоны

контакта и частичного скрещивания; полное нарушение репродуктивной изоляции между двумя симпатрическими видами. Апомиксис. Гибридогенные комплексы: интрогрессивно-межвидовые комплексы гибридных форм; гибридно-клональные комплексы с факультативным апомиксисом; гибридно-полиплоидные комплексы рас. Грегаризм; гибридный сварм, сингамеон. Отображение гибридогенных комплексов в иерархической системе таксонов.

Тема 7. Уровни систематики. Анализируемые данные.

Типологический подход. Достоинства и недостатки. Популяционно-генетический подход в систематике. Фенетика. Феногеография.

Тема 8. Признак в морфологической систематике. Фенотип.

Природа таксономического признака. Признак и состояние признака. Диагностические признаки и показатели родства. Оценка (взвешивание) признаков. Ключевые признаки. Адаптации. Конфликт признаков (конвергенция, параллелизм). Нумерическая систематика. Ординационный анализ (главных компонент).

Тема 9. Кариосистематика.

Кариосистематика как метод. Определение кариотипа и его основных показателей. Показатели кариотипа – диагностические признаки. Стабильность изменчивость кариотипа. Диагностические признаки кариотипа. Стабильность кариотипа у видов в пределах рода и семейства. Методы исследования хромосом. Метод FISH – флуоресцентная окраска *in situ*. Возможности метода. Понятие видов-двойников.

Тема 10. Молекулярная систематика.

Низкомолекулярные соединения, белки и их использование в систематике. Генофилетика. Признаки в молекулярной систематике. Использование молекулярных маркеров (RAPD, SSR, ISSR, AFLP, NGS) в систематике, эволюции и филогении.

Тема 11. Филогенетическая классификация

Фенетический метод построения иерархической системы. Достоинства и недостатки фенетического подхода. Фенограмма. Методы филогенетических исследований. Значение морфологии и палеонтологии для филогенетики. Классическая и современная филогенетика. Филогенетическое дерево. Структура филогенеза: кладогенез, семогенез и анагенез.

Тема 12. Современный этап филогенетики.

Сущность и содержание филогенетического анализа. Алгоритмы филогенетического анализа: парсимония, метод максимального правдоподобия, Байсовский метод. Проверка эволюционной гипотезы. Филограмма. Подходы традиционной филогенетической систематики растений и новой филогенетической систематики (кладистики).

Тема 13 Кладистика

Хеннигова кладистика как идея. Краткая программа Хеннига и принципы таксономии по Хеннигу. Основные термины кладистики. Процедура и методология кладистического анализа в филогенетике.

Понятия апоморфии, синапоморфии, плезиоморфии, симплезиоморфии и сестринской группы. Достоинства и недостатки метода. Кладограмма.

Тема 14. Филогеография-географический подход к популяционной генетике и систематике.

Выявление гаплотипов различными маркерами. Исследование диверсификации и расселения вида с помощью ГИС-технологий. Использование методов филогеографии для реконструкции флорогенеза.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, 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 третьем семестре проводится **в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей.** Продолжительность зачета 1 час.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Принципы систематического исследования.
2. Соотношение понятий: систематика, таксономия, номенклатура и классификация.
3. Микроэволюция, биосистематика.
4. Соотношение систематики, классификации и номенклатуры.
5. Соотношение систематики и филогенетики.
6. Соотношение систематики и таксономии. Тип, диагноз, ранг и объем таксона.
7. Низшие таксономические категории.
8. Высшие таксономические категории.
9. Основные школы систематики середины XXв: эволюционная систематика Дж. Г. Симпсона и Э. Майра;
10. Нумерическая таксономия Сокала и Снета.
11. Современное содержание систематики, приоритетные методы и направления.
12. Общие принципы организации Международных кодексов ботанической и зоологической номенклатуры.
13. Принципы типификации.
14. Проблема вида как фундаментальная проблема биологии.
15. Множественность концепций и критериев вида.
16. Морфологическая концепция вида.
17. Биологическая концепция вида.
18. Скрещиваемость, интерфертильность, репродуктивная изоляция и генный обмен.
19. Критерий потенциальной скрещиваемости, его ограниченность.
20. Соотношение понятий морфологического, биологического, экологического, эволюционного (филогенетического) вида с понятием таксономического вида.
21. Плюрализм концепций вида.
22. Основные положения синтетической и эпигенетической теорий эволюции.
23. Нейтральная теория эволюция.
24. Способы первичного видообразования.
25. Аллопатрическое видообразование: постепенное и сальтационное.
26. Парapatрическое видообразование. Видообразование, связанное с переходом к самоопылению, хромосомными перестройками, автополиплоидией.
27. Симпатрическое видообразование.
28. Условия существования популяционного полиморфизма и симпатрического видообразования.
29. Гетерогенность среды, дизруптивный отбор.
30. Отбор на создание внутренних механизмов репродуктивной изоляции.
31. Способы вторичного видообразования, связанные с гибридизацией.
32. Видообразование, связанное с переходом к вегетативному размножению гибридов, агамоспермии.
33. Видообразование, связанное с внешними барьерами к скрещиванию.
34. Видообразование, связанное с накоплением хромосомных перестроек.
35. Аллополиплоидия.
36. Гибридизация, ее роль в эволюции растений.
37. Частота, условия и последствия гибридизации в природе.

38. Факторы, влияющие на последствия гибридизации.
39. Поглощение малочисленных видов.
40. Гибридные скопления и зоны.
41. Интрогрессивная гибридизация, ее последствия, методы изучения.
42. Условия гибридного видообразования и стабилизации гибридов в природе.
43. Роль гибридизации в эволюции высших растений.
44. Гибридные комплексы и их судьба, методы изучения и отображения в иерархической системе таксонов.
45. Уровни систематического исследования (α , β и γ –систематика по Майру).
46. Систематические признаки и их оценка.
47. Морфологические признаки.
48. Ключевые признаки.
49. Фенетика.
50. Кариосистематика как метод систематики.
51. Определение кариотипа и его основных показателей.
52. Моно- и полиморфные по показателям кариотипа виды млекопитающих.
53. Меж- и внутривидовой хромосомный полиморфизм, его значение в систематике и филогении.
54. Стабильность кариотипа у видов в пределах рода и семейства.
55. FISH – флуоресцентная окраска *in situ*. Возможности метода.
56. Признаки в молекулярной систематике.
57. Использование молекулярных маркеров (RAPD, SSR, ISSR, AFLP, NGS) в систематике, эволюции, филогении и филогеографии.
58. Методы филогенетических исследований.
59. Фенетический метод построения иерархической системы. Достоинства и недостатки фенетического подхода.
60. Фенограмма.
61. Значение морфологии и палеонтологии для филогенетики.
62. Классическая и современная филогенетика..
63. Основные алгоритмы филогенетического анализа.
64. Структура филогенеза: кладогенез, семотренез и анагенез.
65. Основные положения кладистики.
66. Филогенетическое дерево.
67. Понятия апоморфии, синпоморфии, плезиоморфии, симплезиоморфии и сестринской группы.
68. Достоинства и недостатки кладистики.
69. Сущность и возможности филогеографии. Область применения филогеографии.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено» и «не зачтено».

«Зачтено» - полное понимание ситуации, чёткое и аргументированное обоснование предлагаемого решения, знает понятия и основные термины, понимает специфику применения законов и нормативно-методических документов в профессиональной деятельности. Допускается частичная аргументация и неполное использование нормативно-правовой базы и специальной терминологии.

«Не зачтено» - нет чёткого понимания или отсутствие понимания ситуации, ошибки в аргументации предлагаемых решений, не знает и не использует нормативно-правовую документацию и специальную терминологию.

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=19128>

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

в) План семинарских по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Baum D.A, Smith D.S. Tree Thinking: An introduction to phylogenetic biology. Roberts & K^o Publishers. 476 p.
2. Sympson M.G. Plant Systematics. Elsevier Academic Press. 2006. 590 p.
3. Stuessy T.F. Plant taxonomy: the systematic evaluation of comparative data. Columbia Univ. Press. 1990, 514 p.
4. Judd W. S., Campbell C. S., Kellog E. A., Sterens S. P. F. Plant Systematics: A phylogenetic approach. Sinauer Assoc., Sunderland MA. Xvi. 1999. 464 p.
5. Грант В. Видообразование у растений. М.: Мир, 1984. 528 с.
6. Грант В. Эволюционный процесс: Критический обзор эволюционной теории. М.: Мир, 1991. 488 с.
7. Гриценко В.В., Креславский А.Б., Михеев А.В. и др. Концепции вида и симпатрическое видообразование. М.: Изд-во МГУ, 1983. 193 с.
8. Камелин Р.В. Лекции по систематике растений. Главы теоретической систематики растений. Барнаул, АзБука. 2004. 226 с.
9. Татаринов Л.П. Кладоистический анализ и филогенетика // Палеонтологический журнал. 1984. № 3. С. 3–16.
10. Павлинов И.Я.. Введение в современную филогенетику (кладогенетический аспект). М.: изд-во КМК, 2005.
11. Э. Майр. Принципы зоологической систематики. Перевод с английского М. В. Миной. М., Мир. 1971. 454 с.
12. Есюнин С.А. Современные проблемы биологии: систематика, эволюция, экология. Учебное пособие. Изд-во Пермского гос. нац. исслед. Ун-та, Пермь, 2011. 148 с.
13. Глущенко В.И., Акулов А.Ю., Леонтьев Д.В., Утевский С.Ю. основы общей систематики. Харьков, Изд-во Харьковского нац. ун-та. 111 с.
14. Алексеев Е.Б., Губанов И.А., Тихомиров В.Н. Ботаническая номенклатура. М.: Изд-во МГУ, 1989. 168 с.

б) дополнительная литература:

15. Камелин Р.В. Новая Флора Алтая (задачи и концепция новой флористической сводки) // Флора Алтая. Т. 1. Барнаул: АзБука. 2005. С. 7- 22.

в) ресурсы сети Интернет:

Фундаментальная электронная библиотека «Флора и фауна».

GenBank URL: <http://ncbi.nlm.nih.gov/genbank>

GBIF URL: <http://www.gbif.org>

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 с ПК и мультимедиа-проектором.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатории и экспозиционные комплексы Сибирского ботанического сада. Гербарий им. П.Н. Крылова.

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

Олонова Марина Владимировна, д-р биол. наук, старший научный сотрудник, каф. экологии, природопользования и экологической инженерии, профессор