

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

Динамика сообществ

по направлению подготовки

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) подготовки:

Экология

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
А.М. Адам

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен использовать теоретические основы экологии, геоэкологии, природопользования, охраны природы и наук об окружающей среде в профессиональной деятельности.

ПК-1 Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области экологии, охраны окружающей среды и природопользовании.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1 Использует теоретические основы экологии, геоэкологии, охраны окружающей среды и природопользования при решении задач в профессиональной деятельности

ИПК-1.1 Определяет проблему, формулирует цели и задачи научного исследования, анализирует источники информации и литературы

2. Задачи освоения дисциплины

– Знать базовые теоретические основы общей экологии и динамики популяций и сообществ.

– Освоить методы вычисления основных экологических динамических параметров, описывающих межпопуляционные характеристики видов и их взаимоотношения с абиотическими факторами окружающей среды.

– Знать основы оценки воздействия абиотических факторов окружающей среды на динамические межпопуляционные характеристики видов, способность излагать, критически анализировать и представлять базовую информацию в области экологии и охраны окружающей среды.

– Уметь выстроить дизайн эксперимента или организовать сбор данных в природной среде для учета межпопуляционных характеристик видов и параметров их взаимодействия с факторами окружающей среды.

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

Шестой семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Представленная дисциплина базируется на знаниях и владениях приемов математического моделирования, умении решать интегральные уравнения и другие задачи, имеющие отношение к динамическим моделям, анализировать научную литературу и проводить поиск информации в интернет-ресурсах.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: математика, математическая статистика, общая экология.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 28 ч.

-лабораторные: 16 ч.

-семинар: 8 ч.

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Типы взаимоотношений между видами в сообществах

Типы взаимоотношений между видами в сообществах. Их представление в виде графов и альфа-матриц. Замкнутые экосистемы. Представление в виде графов. Основные характеристики и теоремы. Динамика потоков вещества и энергии в экосистемах. Понятие экономического коэффициента. Понятие маршрута потока вещества в экосистеме. Негэнтропийный принцип жизни и структура сообществ.

Тема 2. Аксиомы Вольтера. Вольтеровские модели взаимодействия двух видов

Аксиомы Вольтера о динамике взаимодействующих популяций и их математические следствия. Вольтеровские модели взаимодействия двух видов. Двувидовая модель конкуренции. Общий вид уравнений и нахождение стационарных решений.

Тема 3. Понятие фазовой плоскости, фазовой траектории и фазового портрета экосистемы. Особые точки. Устойчивость по Ляпунову. Изоклины.

Понятие фазовой плоскости, фазовой траектории и фазового портрета экосистемы. Методы построения фазовых портретов и их использования для анализа динамики экосистем. Особые точки фазового портрета и их анализ на устойчивость по Ляпунову. Типы особых точек на фазовых портретах в вольтеровской модели конкуренции двух видов. Изоклины и их использование для построения фазовых портретов экосистем.

Тема 4. Типы динамических сценариев в вольтеровских моделях конкуренции

Типы динамических сценариев в вольтеровских моделях конкуренции. Вольтеровская модель конкуренции в терминах Ферхюльстовой динамики. Уравнения, параметры, изоклины, фазовые портреты. Общий вид моделей конкуренции для n -видов.

Тема 5. Системы "хищник-жертва". Модель Вольтера-Лотки

Системы "хищник-жертва". Модель Вольтера-Лотки. Общий вид уравнений, стационарное решение и его анализ на устойчивость. Колебания в системе "хищник-жертва" по Вольтера-Лотки. Доказательство их гармонического характера. Определение частоты и периода колебаний. Метод построения фазового портрета в системе Вольтера-Лотки "хищник-жертва". Вывод первого интеграла и его применение для построения фазовых траекторий.

Тема 6. Обобщение модели Вольтера "хищник-жертва". Бифуркации в модели "хищник-жертва" Вольтера-Лотки

Обобщение модели Вольтера "хищник-жертва". Основные сценарии. Бифуркации в модели "хищник-жертва" Вольтера-Лотки. Современные модели "хищник-жертва". Трофические функции хищника и функции конкуренции. Общий вид функций выедания. Размножение и смертность хищника. Пример сложной модели.

Тема 7. Модель Розенцвейга-Мак-Артура "хищник-жертва" и ее анализ

Модель Розенцвейга-Мак-Артура "хищник-жертва" и ее качественный анализ с использованием изоклин. Понятие предельного цикла как аттрактора фазовых траекторий. Обобщенный качественный подход Мак-Артура-Розенцвейга к анализу фазовых портретов в системах "хищник-жертва" с помощью изоклин.

Тема 8. Трехвидовые системы "хищник и две жертвы"

Трехвидовые системы "хищник и две жертвы". Общий вид уравнений, типы динамического поведения, условия сосуществования видов в такой системе. Виды аттракторов в динамике сообществ. Бифуркационные переходы между ними. Понятие детерминированного хаоса и его роль в динамике экосистем.

Тема 9. Вольтеровская модель симбиоза

Вольтеровская модель симбиоза. Уравнения и фазовые портреты. Вольтеровские модели сообществ общего вида. Вид уравнений и типы динамических режимов.

Тема 10. Потоки вещества в сообществах

Потоки вещества в сообществах и число составляющих их видов. Зависимость от температуры и географической широты.

Тема 11. Статистико-информационная оценка биоценотических связей

Методика сбора полевых данных. Регрессионный анализ биоценотических связей. Регрессионный анализ систем «хищник-жертва» на примере модели персиковая тля–афидофаги. Статистическая модель афидоагробиоценокомплекса.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проработки списка дополнительных вопросов по темам дисциплины, лабораторной работы, решения задач 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 проводится в устной форме по билетам. Билет содержит один теоретический и один практический вопросы.

Примерный перечень теоретических вопросов промежуточной аттестации:

1. Замкнутые экосистемы. Представление в виде графов. Основные характеристики и теоремы.
2. Типы взаимоотношений между видами в сообществах. Их представление в виде графов и альфа-матриц.
3. Негэнтропийный принцип жизни и структура сообществ.
4. Аксиомы Вольтера о динамике взаимодействующих популяций и их математические следствия. Вольтеровские модели взаимодействия двух видов. Двухвидовая модель конкуренции. Общий вид уравнений и нахождение стационарных решений.
5. Понятие фазовой плоскости, фазовой траектории и фазового портрета экосистемы. Методы построения фазовых портретов и их использования для анализа динамики экосистем.
6. Особые точки фазового портрета и их анализ на устойчивость по Ляпунову.
7. Типы особых точек на фазовых портретах в вольтеровской модели конкуренции двух видов.
8. Изоклины и их использование для построения фазовых портретов экосистем. Типы динамических сценариев в вольтеровских моделях конкуренции. Продемонстрировать с использованием изоклин.
9. Вольтеровская модель конкуренции в терминах Ферхюльстовой динамики. Уравнения, параметры, изоклины, фазовые портреты.
10. Системы "хищник-жертва". Модель Вольтера-Лотки. Общий вид уравнений, стационарное решение и его анализ на устойчивость.
11. Колебания в системе "хищник-жертва" по Вольтерра-Лотки. Доказательство их гармонического характера. Определение частоты и периода колебаний.
12. Обобщение модели Вольтера "хищник-жертва". Основные сценарии (показать с использованием изоклин). Бифуркации в модели "хищник-жертва" Вольтера-Лотки.
13. Современные модели "хищник-жертва". Трофические функции хищника и функции конкуренции. Общий вид функций выедания. Размножение и смертность хищника. Пример сложной модели.
14. Модель Розенцвейга-Мак-Артура "хищник-жертва" и ее качественный анализ с

использованием изоклин. Понятие предельного цикла как аттрактора фазовых траекторий.

15. Обобщенный качественный подход Мак-Артура-Розенцвейга к анализу фазовых портретов в системах "хищник-жертва" с помощью изоклин.
16. Трехвидовые системы "хищник и две жертвы". Общий вид уравнений, типы динамического поведения, условия сосуществования видов в такой системе.
17. Виды аттракторов в динамике сообществ. Бифуркационные переходы между ними. Понятие детерминированного хаоса и его роль в динамике экосистем.
18. Вольтеровская модель симбиоза. Уравнения и фазовые портреты (продемонстрировать с использованием изоклин).
19. Вольтеровские модели сообществ общего вида. Вид уравнений и типы динамических режимов.
20. Потоки вещества в сообществах и число составляющих их видов. Зависимость от температуры и географической широты.

Примерный перечень практических вопросов промежуточной аттестации:

1. Исходя из заданных параметров уравнения Вольтера, нарисуйте динамики двух конкурирующих видов.
2. Найдите удельную скорость размножения популяций и определите характер их взаимоотношений, исходя из представленных данных.
3. Нарисуйте фазовый портрет для модели "хищник-жертва" Вольтера-Лотки по заданным параметрам.
4. Определите, исходя из заданных условий, период колебаний, амплитуду и частоту для модели "хищник-жертва" Вольтера-Лотки.
5. Нарисуйте фазовый портрет для модели Розенцвейга-Мак-Артура "хищник-жертва". Охарактеризуйте его.
6. Определите положение изоклин на фазовом портрете модели Розенцвейга-Мак-Артура "хищник-жертва". Обоснуйте.
7. Отобразите в виде графов и альфа-матрицы взаимодействие ряда популяций в замкнутой экосистеме на примере аквариума, состоящего из хлореллы, двух видов растений, трех видов рыб, одна из которых употребляет в пищу только хлореллу, а два других только растения.

Результаты устного зачета определяются оценками «зачтено», «незачтено».

Итоговая оценка по дисциплине, состоит из оценки за самостоятельную работу (текущий контроль), и устного зачета (промежуточная аттестация). По каждому из видов заданий текущего контроля выставляется оценка «зачтено», если учащийся выполнил или отразил в работе не менее 70% от планируемого объема материала. Планируемый объем оглашается заранее и выражается в 100% (максимально возможное количество правильных ответов (вопросы и задачи). При формировании устного ответа во время сдачи зачета обучающимся необходимо продемонстрировать знания, полученные как во время лекционной части курса, так и во время практических и лабораторных занятий и при самостоятельном проработке тем курса, представленных в ответах на вопросы текущего контроля.

Критерии и шкалы оценивания устного ответа:

Критерий	Описание	Шкала оценивания
Знание теоретической части курса.	В процессе ответа студент демонстрирует теоретические знания по теме билета.	Да – 3 балла. Частично – 1–2 балла. Нет – 0 баллов.
Связь теории с практикой.	При ответе на практическую часть вопроса студент обосновывает выбор метода теоретическими знаниями.	Да – 3 балла. Частично – 1–2 балла. Нет – 0 баллов.

Владение основными понятиями.	Студент грамотно использует в своей речи основные определения и термины, изученные в курсе.	Да – 2 балла. Частично – 1 балл. Нет – 0 баллов.
Владение практическими методами.	Студент приводит алгоритм решения практического вопроса билета, опираясь на знания и умения, полученные во время лабораторных и практических занятий, несет ответственность за результаты.	Да – 3–4 балла. Частично – 1–2 балла. Нет – 0 баллов.

Оценку «зачтено» получают студенты, успешно сдавшие все задания текущей аттестации и набравшие 4–8 баллов при ответе на вопросы билета. Студенты, не сдавшие задания текущего контроля, получают дополнительные вопросы по соответствующим темам.

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 «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=21743>.

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

в) План семинарских занятий по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

Плутахин Г. А. Биофизика / Г. А. Плутахин, А. Г. Кощаев. – СПб. : Изд-во "Лань", 2012. – 240 с.

Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии / Г. Ю. Ризниченко. – М. : Изд-во РХД, 2011. – 560 с.

Евдокимов Е. В. Динамика популяций в задачах и решениях: Учеб. пособие. – Томск: Томский государственный университет, 2001. – 73 с.

Мятлев В. Д. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. – М. : Изд-во Юрайт, 2018. – 321 с.

Плюснина Т. Ю. Математические модели в биологии: Учебное пособие / Т. Ю. Плюснина, П. В. Фурсова, А. Н. Дьяконова, Л. Д. Тёрлова, Г. Ю. Ризниченко. – М.-Ижевск : НИЦ: «Регулярная и хаотическая динамика», 2021. – 174 с.

Разжевайкин В. Н. Модели динамики популяций. Научное издание / В. Н. Разжевайкин. – М. : Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН, 2006. – 88 с.

Биофизика: учеб. для студентов ВУЗов / В. Ф. Антонов и др.; под ред. В. Ф. Антонова. – М. : Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2006. – 287 с.

Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии / В. В. Бирюков. – М. : КолосС, 2004. – 258 с.

Ризниченко Г. Ю. Биофизическая динамика продукционных процессов / Г. Ю. Ризниченко. – М. Ин-т компьютерных исслед., 2004. – 463 с.

б) дополнительная литература:

Волькенштейн М. В. Биофизика.: Учебные пособия. – Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2012. – 608 с.

Иванов И. В. Сборник задач по курсу основы физики и биофизики: Учебные пособия. – СПб. : Лань, 2012. – 128 с.

Ризниченко Г. Ю. Математические модели биологических продукционных процессов / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. – М. : Изд-во Московского университета, 1993. Главы 2, 6.

Полуэктов Р. А. Динамические модели экологических систем / Р. А. Полуэктов, Ю. А. Пых, И. А. Швытов. – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – 288 с.

Базыкин А. Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. – М. : Наука, 1985. – 182 с.

Рубин А. Б. Лекции по биофизике: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 160 с.

Свирижев Ю. М. Устойчивость биологических сообществ / Ю. М. Свирижев, Д. О. Логофет. – М.: Наука, 1978. – 352 с.

Солбриг О. Популяционная биология и эволюция / О. Солбриг, Д. Солбриг. – М. : Мир, 1982. – 315 с.

в) ресурсы сети Интернет:

<http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека

<http://lib.prometeu.org> – Публичная электронная библиотека «Прометей»

<http://www.scholar.ru> – Поиск научных публикаций

<http://www.ccas.ru/razz/models.pdf> – Разжевайкин В.Н. Модели динамики популяций. Научное издание

<http://macroevolution.narod.ru/hzh.htm> – Раутиан А.С., Сенников А.Г. Отношения хищник-жертва в филогенетическом масштабе времени

<http://dereksiz.org/modele-voleterra-lotki.html> – Модель Вольтерра Лотки

<http://www.consultant.ru> – Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.

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 (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 практических занятий, 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

Минаева Оксана Модестовна, канд. биол. наук, доцент, кафедра сельскохозяйственной биологии БИ ТГУ, доцент.