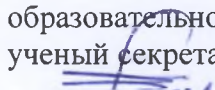




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт автоматизации и процессов управления
Дальневосточного отделения Российской академии наук
(ИАПУ ДВО РАН)


«СОГЛАСОВАНО»

Заместитель директора по научно-образовательной деятельности,
ученый секретарь, к.т.н.


С.Б. Змеу
«29» декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИАПУ ДВО РАН,
член-корреспондент РАН


Р.В. Ромашко
«29» декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)

Динамика биологических сообществ

Группа научных специальностей 1.5 – «Биологические науки»,
научная специальность 1.5.2 «Биофизика»
Основная образовательная программа «Биофизика»

Форма подготовки (очная)

Междисциплинарная кафедра подготовки кадров высшей квалификации (МК ПКВК) ИАПУ ДВО РАН

курс 2 семестр 4
лекции 18 час. / 0.5 з.е.
практические занятия – 18 час. / 0.5 з.е.
лабораторные работы – нет
всего часов аудиторной нагрузки 36 (час.) / 1.0 з.е.
самостоятельная работа 24 (час.) / 0.67 з.е.
контрольные работы не предусмотрены
курсовая работа / курсовой проект 12 (час.) / 0.33 з.е.
зачет 4 семестр
экзамен _____ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации и срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий обучающихся, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 № 951.

Рабочая программа обсуждена на заседании МК ПКВК ИАПУ ДВО РАН, протокол № 3 от «17» ноября 2021 г.

Заведующий кафедрой: д-р физ.- мат. наук, профессор Н.Г. Галкин

Составитель (ли): д-р физ.- мат. наук, в.н.с. лаборатории математического моделирования биологических процессов О.Л. Жданова

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Динамика биологических сообществ» предназначена для аспирантов, обучающихся по основной образовательной программе «Биофизика», входит в число дисциплин по выбору вариативной части учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по группе научных специальностей 1.5. – «Биологические науки» и научной специальности 1.5.2 – «Биофизика» и учебный план подготовки аспирантов по научной специальности «Биофизика».

Цель изучения дисциплины состоит в овладении методами математического моделирования динамики сообществ и взаимодействующих видов.

Задачи изучения дисциплины.

- Овладение приемами разработки математических моделей динамики биологических сообществ.
- Углубленное освоение аналитических и численных методов исследования математических моделей с непрерывным и дискретным временем, описывающих динамику биологических сообществ.
- Овладение методами практической реализации и применения математических моделей в биологии.

Компетенции выпускника, формируемые в результате изучения дисциплины.

Универсальные компетенции:

- УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
- УК-3. Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

Общепрофессиональные компетенции:

- ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области математического моделирования, биофизики с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

Профессиональные компетенции:

- ПК-1. Владение методами математического описания физических и биологических процессов, протекающих в биосистемах.
- ПК-2. Способность применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов биофизических исследований.
- ПК-3. Способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза биофизической информации.

Универсальные компетенции:

- УК-1. способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Требования к уровню усвоения содержания дисциплины

Аспиранты должны приобрести следующие знания и умения:

-знать:

- 1) основные методы математического описания биологических процессов;
- 2) особенности взаимодействия популяций внутри сообщества;
- 3) основные математические методы, применяемые в математическом моделировании.

Уметь:

- 1) выбирать математические методы, необходимые для описания биологических процессов, протекающих в биологическом сообществе;
- 2) обосновано выбирать методы математического описания биологических процессов и исследования динамики;
- 3) адекватно представлять результаты научной работы.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции (18 час.)

Введение. Основные проблемы моделирования биологической динамики.

Классификация моделей (2 час.)

История использования математики для описания отдельных популяций и сообществ взаимодействующих видов. Модель Фибоначчи, уравнения Вольтерра. Имитационное моделирование. Устойчивость. Идентификация параметров модели. Принцип лимитирующих факторов.

Модели роста и развития отдельной популяции (4 час.)

Непрерывные модели. Логистическое уравнение. Влияние запаздывания. Дискретные модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Матричные модели популяций. Стохастические модели популяционной динамики.

Модели взаимодействия двух популяций (6 час.)

Классификация взаимодействий. Вольтерровские модели конкуренции. Вольтерровские модели взаимоотношений типа хищник-жертва. Учет пространственного перемещения. Обобщение модели взаимодействия двух видов. Влияние запаздывания на устойчивость системы. Пространственный хаос в моделях хищник-жертва. Модели типа реакция-диффузия-адвекция.

Модели биологических сообществ (6 час.)

Структура сообщества. Модель простой трофической цепи. Стационарное состояние. Динамические режимы в сообществе из трёх видов. Симбиоз и мутуализм. Взаимосвязь потоков вещества и энергии. Система с фиксированным количеством веществ. Статистическая механика Вольтерровских систем. Модели систем с лимитированием.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 час.)

Практика моделирования (2 час.)

Модификация классического уравнения Вольтерра с учётом насыщения хищника. Имитационное моделирование. Анализ устойчивости системы.

Моделирование роста и развития отдельной популяции (4 час.)

Сравнительный анализ динамики логистического уравнения с дискретным и непрерывным временем. Построение и анализ матричных моделей популяций с простой возрастной структурой. Определение средней скорости роста и стационарной возрастной структуры. Стохастическое моделирование популяционной динамики.

Модели взаимодействия двух популяций (6 час.)

Анализ динамики Вольтерровских моделей конкуренции, взаимоотношений типа хищник-жертва. Моделирование запаздывания в моделях хищник-жертва и оценка его влияния на устойчивость системы. Классификация динамики, индикаторы хаоса.

Моделирование биологических сообществ (6 час.)

Выявление структуры естественных сообществ различных видов. Моделирование простой трофической цепи. Исследование моделей сообщества трех видов: поиск стационарных состояний и классификация динамических режимов. Влияние симбиоза и мутуализма. Исследование систем с фиксированным количеством веществ. Оценка стабильности экосистемы в статистической экологии. Пример исследования Л-системы микробного сообщества.

III. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (24 час.)

1. Знакомство с научными периодическими изданиями по биофизике и математическому моделированию динамики биологических сообществ.
2. Овладение методикой аналитического исследования динамических свойств решений в моделях динамических систем.
3. Овладение численными методами исследования и классификации динамики моделей.

IV. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Темы курсовых работ

1. Модели популяционной динамики лимитированных популяций с возрастной структурой. Матричные модели Лесли-Лефковича. Анализ устойчивости и классификация динамики.
2. Модели сообщества типа «хищник-жертва» с учётом насыщения хищника. Модель Базыкина. Анализ динамики.
3. Моделирование сообщества типа «ресурс-потребитель». Устойчивость и режимы динамики.
4. Диссипативные структуры в пространственно-разобщенных сообществах «хищник-жертва», связанных миграциями.
5. Диссипативные структуры в пространственно-распределенных сообществах с диффузией особей по ареалу.
6. Модели популяции с нелинейной диффузией.
7. Модель простой трофической сети «почва-производитель-консумент». Устойчивость стационарных решений.
8. Моделирование сложных биогеоценозов как замкнутых по массе систем. Автоколебательные и триггерные режимы динамики.

Вопросы к зачету

1. Первые модели популяционной динамики и сообществ взаимодействующих видов. Модель Фибоначчи, уравнения Вольтерра.
2. Принципы имитационного моделирования. Устойчивость. Идентификация параметров модели.
3. Принцип лимитирующих факторов.
4. Логистическое уравнение. Модель с непрерывным временем. Устойчивость. Динамические свойства.
5. Влияние запаздывания. Дискретные модели популяций с неперекрывающимися поколениями.
6. Матричные модели популяций. Основные свойства. Средняя скорость роста популяции и стационарная структура.
7. Основные принципы стохастического подхода в моделировании популяционной динамики.
8. Модели взаимодействия двух популяций. Основные типы взаимодействий.
9. Вольтерровские модели конкуренции. Стационарные решения и анализ динамики.
10. Вольтерровские модели взаимоотношений типа хищник-жертва. Стационарные решения и анализ динамики.
11. Учет пространственного перемещения в моделях взаимодействующих видов.
12. Обобщение модели взаимодействия двух видов.
13. Влияние запаздывания на устойчивость системы.
14. Пространственный хаос в моделях хищник-жертва.
15. Модели типа реакция-диффузия-адвекция.
16. Структура сообщества.
17. Модель простой трофической цепи. Стационарное состояние.
18. Динамические режимы в сообществе из трёх видов. Симбиоз и мутуализм.
19. Взаимосвязь потоков вещества и энергии. Анализ системы с фиксированным количеством веществ.
20. Статистическая механика Вольтерровских систем.
21. Модели систем с лимитированием.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Ризниченко Г.Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. 3-е изд., пер. и доп. М.: Юрайт, 2018 – 210 с.
2. Динамические модели в биологии // Информационная система кафедры биофизики МГУ. М.: МГУ, 2009-2021. <http://www.dmb.biophys.msu.ru/>
3. Базыкин А. Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. — М.: Наука, 1985.
4. Базыкин А. Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. — М.–Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2003.

Дополнительная литература

1. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2019. — 210 с.
2. Фомин С.В., Беркинблит М.Б. Математические проблемы в биологии. Библиотека сайта Динамические модели в биологии. Кафедра биофизики МГУ им. М.В. Ломоносова. <http://www.library.biophys.msu.ru/FominBerk/>
3. Волькенштейн М.В., Биофизика: Учебное пособие. - СПб.: Лань, 2012. - 608 с.
4. Димитрин Ю. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ: Учебное пособие. - СПб.: Лань, 2016. - 272 с.
5. Александров А.Ю., А.В. Платонов и др. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ: Учебное пособие. - СПб.: Лань, 2017. - 320 с.
6. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование: Вводный курс / Ю.Ю. Тарасевич. - М.: КД Либроком, 2013. - 152 с.
7. Базыкин А. Д., Маркман Г. С. О диссипативных структурах в экологических системах // Факторы разнообразия в математической экологии и популяционной генетике. — Пушино: ОНТИ НЦБИ ФА СССР, 1980. — С. 135–148.
8. Абакумов А. И. Неопределенность данных в математической экологии // Дальневосточный математический журнал. – 2000. – Т. 1. – №. 1. – С. 38-42.
9. Дегерменджи А.Г., Абакумов А.И. Принцип конкурентного исключения в двухвидовом сообществе с одним метаболическим фактором регуляции // Доклады Академии наук. – 2018. – Т. 480. – №. 4. – С. 495-498.
10. Фрисман Е. Я., Кулаков М. П., Ревуцкая О. Л., Жданова О. Л., Неверова Г. П. Основные направления и обзор современного состояния исследований динамики структурированных и взаимодействующих популяций // Компьютерные исследования и моделирование. 2019. Т. 11, №1. С. 119–151.

VI. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Слайды по методам оптимизации, 2021.

VII. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Компьютеры лаборатории математического моделирования биофизических процессов.