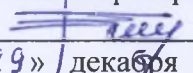


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт автоматизации и процессов управления
Дальневосточного отделения Российской академии наук
(ИАПУ ДВО РАН)

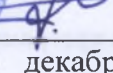
«СОГЛАСОВАНО»

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)

Управление в биологических системах

**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 3
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 3 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, г.н.с. лаборатории математического моделирования биофизических процессов А.И. Абакумов

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 «Управление в биологических системах» 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 оптимального управления и оптимизации применительно к задачам управления биологическими и экологическими системами.

Задачи изучения дисциплины.

- Изучение задач управления в биосистемах.
- Углубленное освоение методов оптимального управления применительно к моделям биосистем.
- Освоение методов оптимального управления применительно к моделям биосистем.
- 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) методы оптимизации и оптимального управления;
- 3) проблемы управления в биологических системах;
- 4) основные математические методы, применяемые в математическом моделировании.

Уметь:

- 1) выбирать математические методы, необходимые для описания биологических процессов, протекающих в живой системе;
- 2) обосновано выбирать методы математического описания биологических процессов;
- 3) владеть методами оптимального управления для решения задач управления биологическими системами;
- 4) адекватно представлять результаты научной работы.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции (18 час.)

Введение. Примеры задач управления в биологических системах (2 час.)

Самоорганизация и управление в живых системах. Антропогенные воздействия: промысел, охота, загрязнение.

Общие принципы оптимизации. Оптимальное управление (4 час.)

Общий подход Лагранжа к задачам оптимизации. Система оптимальности. Теоремы о необходимых и достаточных условиях оптимальности управления. Принцип максимума Понтрягина, метод Кротова и другие.

Конечномерная оптимизация (4 час.)

Линейная оптимизация, алгебраический метод решения (симплекс-метод). Численные методы решения задач линейной оптимизации. Выпуклая оптимизация. Седловая точка. Теорема Куна-Таккера.

Задачи сбора урожая в популяциях (4 час.)

Дискретные и непрерывные модели биосистем. Сбор урожая для популяций и сообществ. Понятие о биоэкономике и теории рыболовства. Управление рыбным промыслом, задачи оптимизации. Магистральные свойства решений в задачах оптимального сбора урожая.

Распределенные модели (4 час.)

Модели с внутренними и пространственными структурами. Системы оптимальности в задачах оптимального сбора урожая..

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 час.)

Примеры задач управления в биологических системах (4 час.)

Самоорганизация и управление в живых системах. Примеры задач оптимизации в популяциях и сообществах.

Математические методы оптимизации (6 час.)

Теоремы о необходимых и достаточных условиях оптимальности управления. Принцип максимума Понтрягина, метод Кротова. Симплекс-метод. Численные методы

решения задач линейной оптимизации. Выпуклая оптимизация. Седловая точка. Теорема Куна-Таккера.

Задачи сбора урожая в популяциях и сообществах (8 час.)

Дискретные и непрерывные модели биосистем. Сбор урожая для популяций и сообществ. Оптимальный сбор урожая в многовидовых сообществах. Задачи оптимального управления. Системы оптимальности. Магистральные свойства решений в задачах оптимального сбора урожая.

III. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (24 час.)

1. Знакомство с научными периодическими изданиями по биофизике и математическому моделированию биологических процессов.
2. Овладение методикой аналитического исследования динамических свойств решений в моделях динамических систем.
3. Овладение методами решения задач оптимизации и оптимального управления.

IV. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Темы курсовых работ

1. Общий подход Лагранжа к задачам оптимизации. Система оптимальности.
2. Выпуклая оптимизация. Теорема Куна-Таккера.
3. Линейная оптимизация, методы поиска решений.
4. Принцип максимума Понтрягина.
5. Дискретные и непрерывные модели биосистем. Сбор урожая для популяций и сообществ.
6. Задача оптимального сбора урожая. Магистральные свойства решений.
7. Управление рыбным промыслом, задачи оптимизации. Магистральные свойства решений в задачах оптимального сбора урожая.
8. Распределенные модели популяций и сообществ. Задачи оптимального управления в распределенных моделях.

Вопросы к зачету

1. Общий подход Лагранжа к задачам оптимизации. Система оптимальности.
2. Принцип максимума Понтрягина.
3. Линейная оптимизация, симплекс-метод.
4. Численные методы решения задач линейной оптимизации.
5. Выпуклая оптимизация. Теорема Куна-Таккера.
6. Дискретные и непрерывные модели биосистем. Сбор урожая для популяций и сообществ.
7. Оптимальный сбор урожая в многовидовых сообществах. Задачи оптимального управления.
8. Задача оптимального сбора урожая. Магистральные свойства решений.
9. Управление рыбным промыслом, задачи оптимизации. Магистральные свойства решений в задачах оптимального сбора урожая.
10. Распределенные модели. Модель Колмогорова-Петровского-Пискунова.
11. Задачи оптимального управления в распределенных моделях.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Волькенштейн, М.В. Биофизика: Учебное пособие. - СПб.: Лань, 2012. - 608 с.
2. Алексеев В.М., В.М. Тихомиров, С. Фомин. Оптимальное управление. - М.: Физматлит, 2007. - 408 с.
3. Димитрин, Ю. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ: Учебное пособие. - СПб.: Лань, 2016. - 272 с.
4. Александров А.Ю., А.В. Платонов и др. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ: Учебное пособие. - СПб.: Лань, 2017. - 320 с.
5. Зеликин, М.И. Оптимальное управление и вариационное исчисление. - М.: Ленанд, 2017. - 160 с.
6. Тарасевич, Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование: Вводный курс / Ю.Ю. Тарасевич. - М.: КД Либроком, 2013. - 152 с.

Дополнительная литература

1. Сердюцкая, Л.Ф. Системный анализ и математическое моделирование экологических процессов в водных экосистемах / Л.Ф. Сердюцкая. - М.: КД Либроком, 2009. - 144 с.
2. Братусь А.С. Динамические системы и модели биологии [Электронный ресурс] / Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 401 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17220>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

VI. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Слайды по методам оптимизации, 2021.

VII. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Компьютеры лаборатории математического моделирования биофизических процессов.