



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

**«Институт автоматки и процессов управления  
Дальневосточного отделения Российской академии наук»  
(ИАПУ ДВО РАН)**

**«СОГЛАСОВАНО»**

Руководитель направления  
подготовки аспирантов 03.06.01  
«Физика и астрономия», д.ф.-м.н.  
Н.Г. Галкин

*«14» августа* 2014 г.

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Заместитель директора по научно-  
образовательной и инновационной  
деятельности, д.ф.-м.н.

Н.Г. Галкин

*«14» августа* 2014 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)**

**Управление в биологических системах**

**Направление подготовки: 03.06.01 «Физика и астрономия»  
профиль «Биофизика»**

**Образовательная программа «Биофизика»**

**Форма подготовки очная**

Институт автоматки и процессов управления ДВО РАН (ИАПУ ДВО РАН)  
Междисциплинарная кафедра подготовки кадров высшей квалификации (МК ПКВК)

курс 2 семестр 3  
лекции 36 час. / 1 з.е.  
практические занятия 18 час. / 0.5 з.е.  
лабораторные работы не предусмотрены  
всего часов аудиторной нагрузки 54 час./ 1.5 з.е.  
самостоятельная работа 45 час. / 1.25 з.е.  
контрольные работы не предусмотрены  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены  
зачет не предусмотрен  
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 867.

Рабочая программа обсуждена на заседании МК ПКВК, протокол № 1 от *«14» августа* 2014 г.

Заведующий кафедрой: д-р физ.- мат. наук, профессор Н.Г. Галкин  
Составитель профессор 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 образовательной программе «Биофизика», входит в вариативную часть учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия», учебный план подготовки аспирантов по профилю «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 физики и астрономии 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.

### **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**

### **МОДУЛЬ 1. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В БИОСИСТЕМАХ (16 час.)**

#### **Раздел 1. Примеры задач управления в биологических системах (6 час.)**

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

#### **Раздел 2. Общие принципы оптимизации. Оптимальное управление (6 час.)**

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

#### **Раздел 3. Конечномерная оптимизации (6 час.)**

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

### **МОДУЛЬ 2. УПРАВЛЕНИЕ В ПОПУЛЯЦИЯХ И СООБЩЕСТВАХ (20 час.)**

#### **Раздел 1. Задачи сбора урожая в популяциях (6 час.)**

Дискретные и непрерывные модели биосистем. Сбор урожая для популяций и сообществ.

## **Раздел 2. Задачи сбора урожая в сообществах (6 час.)**

Оптимальный сбор урожая в многовидовых сообществах. Задачи оптимального управления.

## **Раздел 3. Рыбный промысел (10 час.)**

Понятие о биоэкономике и теории рыболовства. Управление рыбным промыслом, задачи оптимизации. Магистральные свойства решений в задачах оптимального сбора урожая.

## **Раздел 4. 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.)**

### **Занятие 1. Примеры задач управления в биологических системах (4 час.)**

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

### **Занятие 2. Математические методы оптимизации (4 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.

### **Занятие 3. Задачи сбора урожая в популяциях и сообществах (6 час.)**

Дискретные и непрерывные модели биосистем. Сбор урожая для популяций и сообществ. Оптимальный сбор урожая в многовидовых сообществах. Задачи оптимального управления.

### **Занятие 4. Рыбный промысел (4 час.)**

Магистральные свойства решений в задачах оптимального сбора урожая. Системы оптимальности в задачах оптимального сбора урожая..

### **III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

#### **Вопросы к экзамену**

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.

### **IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Основная литература**

1. Авдин В.В. Математическое моделирование экосистем: Учебное пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. - 40 с.  
<http://window.edu.ru/resource/630/47630>
2. <http://www.dmb.biophys.msu.ru/> Динамические модели в биологии // Информационная система кафедры биофизики МГУ. М.: МГУ, 2009.

3. Алексеев В.М. Оптимальное управление [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.— 408 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12964>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

### **Дополнительная литература**

1. Постнов Д.Э., Павлов А.Н., Астахов С.В. Методы нелинейной динамики: Учебное пособие для студентов физического факультета. - Саратов, 2008. - 120 с. <http://window.edu.ru/resource/031/61031>
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
3. Деменков Н.П. Вычислительные аспекты решения задач оптимального управления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Деменков Н.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2007.— 171 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30953>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
4. Абакумов А.И. Управление и оптимизация в моделях эксплуатируемых популяций. Владивосток: Дальнаука, 1993, 129 с. (В наличии в лаборатории ММЭС).