



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
«11» августа 2014 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора по научно-
образовательной и инновационной
деятельности, д.ф.-м.н.
Н.Г. Галкин
«11» августа 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)

Теоретическая биофизика

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 36 час. / 1 з.е.
лабораторные работы не предусмотрены
всего часов аудиторной нагрузки 72 час. / 2 з.е.
самостоятельная работа 50 час. / 1.39 з.е.
контрольные работы не предусмотрены
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет 4 семестр
экзамен 4 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 *«11» 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 «Теоретическая биофизика» 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.

Формирование представления об общих проблемах термодинамики биологических систем, динамической организации и регуляции биологических процессов.

Знакомство с физическими и физико-химическими свойствами макромолекул и их комплексов, с устойчивостью и динамической подвижностью, с механизмами трансформации энергии.

Достижение понимания молекулярных механизмов, лежащих в основе биологических явлений

Познание физической природы взаимодействий в живых объектах.

Задачи изучения дисциплины.

Понимание термодинамических свойств организмов и клеток как открытых систем.

Раскрытие механизмов нелинейных колебательных процессов в биологических системах.

Математическое и компьютерное моделирование биофизических процессов.

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.

Общепрофессиональные компетенции:

- ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области физики и астрономии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

- ОПК-2 Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

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.

Требования к уровню усвоения содержания дисциплины

Аспиранты должны приобрести следующие знания и умения:

-знать:

- 1) общие проблемы термодинамики биологических систем, динамической организации и регуляции биологических процессов.
- 2) физические и физико-химические свойствами макромолекул и их комплексов, механизмы трансформации энергии.
- 3) молекулярные механизмы, лежащие в основе биологических явлений
- 4) основные характеристики физической природы взаимодействий в живых объектах

- уметь:

- 1) характеризовать термодинамические свойства организмов и клеток как открытых систем;

- 2) определять механизмы нелинейных колебательных процессов в биологических системах;
- 3) применять методы математического и компьютерного моделирования биофизических процессов;
- 4) критически оценивать область применимости выбранных математических методов для описания протекающих в организме процессов;
- 5) рационально организовывать научную работу в выбранной области исследований;
- 6) представлять результаты научной работы;
- 7) готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в выбранной области биофизики.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

МОДУЛЬ 1 Кинетика биологических процессов (20 час.)

Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Динамические модели биологических процессов. Временная иерархия и принцип "узкого места" в биологических системах. Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные.

Способы математического описания пространственно-неоднородных систем. Стационарные состояния биологических систем. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний.

Модели триггерного типа. Примеры. Силовое и параметрическое переключение триггера. Гистерезисные явления. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Предельные циклы и их устойчивость.

Представления о пространственно неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования.

Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Понятие о физике ферментативного катализа.

Кинетика простейших ферментативных реакций. Условия реализации стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций. Применение метода графов для исследования стационарной кинетики ферментативных реакций. Общие принципы анализа более сложных ферментативных реакций.

Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров.

МОДУЛЬ 2. Термодинамика биологических процессов (16 час.)

Классификация термодинамических систем. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Теплоемкость и сжимаемость белковых глобул. Расчеты энергетических эффектов реакций в биологических системах. Характеристические функции и их использование в анализе биологических процессов.

Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакций. Термодинамическое сопряжение реакций и тепловые эффекты в биологических системах.

Понятие обобщенных сил и потоков. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера. Термодинамика транспортных процессов. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина.

Применение линейной термодинамики в биологии. Термодинамические характеристики молекулярно-энергетических процессов в биосистемах. Нелинейная термодинамика.

Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия.

Связь энтропии и информации в биологических системах.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 час.)

Занятие 1. Динамические модели биологических процессов (4 час.)

Практика по описанию динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Построение динамических моделей биологических процессов. Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные.

Занятие 2. Стационарные состояния биологических систем (6 час.)

Отыскание множества стационарных состояний биологических систем. Определение характеристик устойчивости стационарных состояний

Занятие 3. Колебательные процессы в биологии (4 час.)

Автоколебательные режимы. Предельные циклы и их устойчивость.

Занятие 4. Кинетика простейших ферментативных реакций (4 час.)

Условия реализации стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Применение метода графов для исследования стационарной кинетики ферментативных реакций.

Занятие 5. Энергетические эффекты реакций в биологических системах (6 час.)

Расчеты энергетических эффектов реакций в биологических системах. Построение характеристических функций и их использование в анализе биологических процессов.

Занятие 6. Изменение энтропии в открытых системах (4 час.)

Постулат Пригожина. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакций.

Занятие 7. Понятие обобщенных сил и потоков (4 час.)

Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера. Термодинамика транспортных процессов. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина

Занятие 8. Критерии устойчивости стационарных состояний (4 час.)

Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия. Связь энтропии и информации в биологических системах.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Вопросы к экзамену

1. Динамические модели биологических процессов. Управляющие параметры.
2. Быстрые и медленные переменные
3. Стационарные состояния биологических систем.
4. Характеристики устойчивости стационарных состояний
5. Автоколебательные режимы. Предельные циклы и их устойчивость
6. Кинетика простейших ферментативных реакций.
7. Энергетические эффекты реакций в биологических системах
8. Изменение энтропии в открытых системах
9. Постулат Пригожина.
10. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния.
11. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакций
12. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера.
Термодинамика транспортных процессов.
13. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина.
14. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия.
15. Связь энтропии и информации в биологических системах

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Рубин А.Б. Биофизика. Ч. 1. Биофизика сложных систем. М: МГУ, 1999. Код доступа: <http://window.edu.ru/resource/925/7925>
2. Артюхов В.Г., Башарина О.В. Биофизика: Практикум. - Воронеж: ВГУ, 2003. Код доступа: <http://window.edu.ru/resource/880/26880>
3. Башарина О.В., Артюхов В.Г. Биофизика: Учебно-методическое пособие для самостоятельной подготовки студентов. - Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2007. Код доступа: <http://window.edu.ru/resource/368/59368>

Дополнительная литература

1. 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/>
2. Рубин А.Б. Лекции по биофизике. М: МГУ, 1998. Код доступа: <http://window.edu.ru/resource/926/7926>
3. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. М., 1984. В наличии в лаборатории ММЭС.