



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)

Биофизика клеточных процессов

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 4
лекции 36 час. / 1 з.е.
практические занятия 18 час. / 0.5 з.е.
лабораторные работы не предусмотрены
КСР 2 час. / 0.06 з.е.
всего часов аудиторной нагрузки 56 час. / 1.56 з.е.
самостоятельная работа 35 час. / 0.97 з.е.
контрольные работы 2 час.
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
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 *«14» августа* 2014 г.

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

Составитель д-р физ.- мат. наук, с.н.с. 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 «Биофизика клеточных процессов» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия», профилю «Биофизика», и входит в раздел «дисциплины по выбору» вариативной части 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 о физико-химических механизмах ряда важнейших процессов протекающих в организмах.

Знакомство с вопросами структуры и функционирования биологических мембран, биоэлектrogenеза, мышечного сокращения, рецепции, переноса электронов и трансформации энергии в биомембранах.

Достижение понимания молекулярных механизмов функционирования ионных каналов

Задачи изучения дисциплины.

Понимание физико-химических механизмов, лежащих в основе ряда важнейших процессов протекающих в организмах.

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.

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) физико-химические механизмы ряда важнейших процессов протекающих в организмах;
- 2) основы функционирования биологических мембран, биоэлектrogenеза, мышечного сокращения, рецепции, переноса электронов и трансформации энергии в биомембранах;
- 3) молекулярных механизмов функционирования ионных каналов;

- уметь:

- 1) характеризовать физико-химические механизмы важнейших процессов протекающих в организмах;
- 2) характеризовать функционирования биологических мембран, биоэлектrogenеза, мышечного сокращения, рецепции, переноса электронов и трансформации энергии в биомембранах, ионных каналов;

- 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 Структура и функционирование биологических мембран (6 час.)

Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Характеристика мембранных белков и липидов. Динамика структурных элементов мембраны.

Модельные мембранные системы. Бислойные мембраны. Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.

Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.

МОДУЛЬ 2. Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны и биоэлектrogenез (16 час.)

Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды. Простая и ограниченная диффузия. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков.

Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана-раствор. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Уравнения постоянного поля для потенциала и ионного тока. Проницаемость и проводимость.

Потенциал покоя, его происхождение. Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны. Потенциал действия. Роль ионов Na и K в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах. Кинетика изменений потоков ионов при возбуждении. Механизмы активации и инактивации каналов.

Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта. Флуктуации напряжения и проводимости в модельных и биологических мембранах. Распространение возбуждения. Математические модели процесса распространения нервного импульса. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения. Основные понятия теории возбудимых сред.

МОДУЛЬ 3. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения (6 час.)

Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях. Локализация электронтранспортных цепей в мембране.

Основные положения теории Митчела; электрохимический градиент протонов; энергезированное состояние мембран; роль векторной H⁺-АТФазы.

Протеолипосомы как модель для изучения механизма энергетического сопряжения. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.

МОДУЛЬ 4. Биофизика сократительных систем и рецепции (8 час.)

Основные типы сократительных и подвижных систем. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем. Молекулярные механизмы немышечной подвижности.

Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодействия лигандов с рецепторами. Методы исследования гормональных рецепторов. Сенсорная рецепция. Место рецепторных процессов в работе сенсорных систем.

Фоторецепция. Строение зрительной клетки. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны; динамика молекулы зрительного пигмента в мембране. Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; фотохимические превращения родопсина.

Механорецепция. Электрорецепция. Хеморецепция. Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 час.)

Занятие 1. Структура и функционирование биологических мембран (4 час.)

Динамика структурных элементов мембраны. Модельные мембранные системы. Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.

Занятие 2. Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны и биоэлектrogenез (6 час.)

Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта. Флутуакции напряжения и проводимости в модельных и биологических мембранах. Распространение возбуждения. Физико-

химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения.

Занятие 3. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения (4 час.)

Основные положения теории Митчела; электрохимический градиент протонов; энергезированное состояние мембран; роль векторной H^+ -АТФазы. Модель для изучения механизма энергетического сопряжения. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.

Занятие 4. Биофизика сократительных систем и рецепции (4 час.)

Гормональная рецепция. Сенсорная рецепция. Фоторецепция. Механорецепция. Электрорецепция. Хеморецепция. Обоняние. Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Вопросы к экзамену

1. Характеристика мембранных белков и липидов. Динамика структурных элементов мембраны.
2. Модельные мембранные системы. Особенности фазовых переходов в мембранных системах.
3. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств.
4. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.
5. Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды.
6. Транспорт электролитов.
7. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Уравнения постоянного поля для потенциала и ионного тока.
8. Потенциал покоя. Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов.

9. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны. Потенциал действия. Механизмы активации и инактивации каналов.
10. Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта.
11. Математические модели процесса распространения нервного импульса. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение).
12. Локализация электронтранспортных цепей в мембране; структурные аспекты функционирования связанных с мембраной переносчиков; асимметрия мембраны.
13. Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране.
14. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.
15. Основные типы сократительных и подвижных систем.
16. Гормональная рецепция. Сенсорная рецепция. Место рецепторных процессов в работе сенсорных систем.
17. Фоторецепция. Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; фотохимические превращения родопсина.
18. Механорецепция. Электрорецепция. Хеморецепция. Обоняние. Вкус.

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Рубин А.Б. Биофизика. М: МГУ, 1999. Код доступа: <http://window.edu.ru/resource/925/7925>
2. Кабаян Н.В., Кабаян О.С. Биология клетки. Модуль 1 дисциплины "Общая биология". - Майкоп: Изд-во Адыгейского госуниверситета, 2011. Код доступа: <http://window.edu.ru/resource/881/74881>

3. Антонов В.Ф. Биофизика мембран // Соросовский образовательный журнал, 1996, №6, с. 4-12. Код доступа:
<http://window.edu.ru/resource/269/20269>

Дополнительная литература

1. Динамические модели процессов в клетках и субклеточных наноструктурах [Электронный ресурс]/ В.Д. Лахно [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2010.— 448 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16513>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Артюхов В.Г., Башарина О.В. Биофизика: Практикум. - Воронеж: ВГУ, 2003. Код доступа: <http://window.edu.ru/resource/880/26880>
3. Рубин А.Б. Лекции по биофизике. М: МГУ, 1998. Код доступа:
<http://window.edu.ru/resource/926/7926>