



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ**

**Институт физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук
(ИФХЭ РАН)**

ПРИНЯТО

Ученым советом ИФХЭ РАН

Протокол № 6 от 22.09.2011 г.

Председатель Ученого совета
академик



А.Ю. Цивадзе

Рабочая программа дисциплины

Электродинамика биомембран

Специальность 03.01.02- Биофизика

Москва

2011 год

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины Ознакомление специалистов с современными экспериментальными и теоретическими достижениями в физике липидных жидкокристаллических мембран для подготовки к решению сложных задач в области создания и исследованию свойств новых биосовместимых материалов.

Задачи дисциплины: Задачами данного курса являются: научить аспирантов основам физики жидких кристаллов; научить аспирантов расчету фазовых диаграмм многокомпонентных мембран; научить аспирантов применению адаптированной теории упругости жидких кристаллов для оценки энергии и вычисления формы мембранных структур; научить аспирантов практическому применению методов и подходов биоэлектрохимии мембран, включая пассивный и активный ионный транспорт; дать представление о механизмах слияния и деления мембран.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина относится к группе специальных дисциплин отрасли науки «Физико-химическая биология» и научной специальности 03.01.02 – «Биофизика» (Приказ Министерства образования и науки РФ от 25 февраля 2009 г. N 59 "Об утверждении Номенклатуры специальностей научных работников"). Настоящая обязательная дисциплина «Электродинамика биомембран» - модуль основной образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП ППО) по специальности 03.01.02 – «Биофизика».

Данная программа базируется на материалах курса бакалавриата: математический анализ, дифференциальные и интегральные уравнения, математическая и общая физика; и магистратуры: общая биофизика, статистическая физика, теория упругости.

3 Требования к результатам освоения дисциплины

В рамках данной дисциплины обучающийся получает знания и умения в следующих областях:

а) в области истории возникновения и развития биоэлектрохимии и в основных положениях механики и электростатики мембран;

б) в области теоретических методов анализа структуры и механических характеристик мембран;

в) в области основных экспериментальных физических методов исследования мембран.

Кроме этого, углубляются и развиваются общекультурные компетенции: способность к самостоятельному освоению новых методов биофизики, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения; способность к проведению самостоятельной научно-исследовательской работы

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 часов.

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1	Электродинамика и биомембран	216	72	72				144	зачет

4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1	Мембранные потенциалы	24				48
2	Мембраны во внешних электрических полях	24				48
3	Ионные каналы электровозбудимых клеток (Na ⁺ -канал, K ⁺ - канал)	24				48

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	Мембранные потенциалы	1. Электрохимический потенциал. Потенциал Гальвани, потенциал Вольта. Работа выхода. 2. Мембранный потенциал в случае равновесных систем – потенциал Нернста. Потенциал распределения. 3. Потенциал Гиббса-Доннана. Мембранный потенциал (диффузионный) в случае неравновесных систем. 4. Двойной электрический слой: распределение потенциала и концентрации ионов у заряженной границы мембраны.	Лекции
2	Мембраны во внешних электрических полях	1. Движение клетки в постоянном электрическом поле; уравнение Смолуховского. 2. Движение клеток в переменном поле; диэлектрофорез. 3. Электропорация и ее биомедицинские приложения, включая электротрансфекцию, трансдермальную электротерапию и диагностику.	Лекции
3	Ионные каналы электровозбудимых клеток (Na⁺-канал, K⁺-канал)	1 Теория Ходжкина-Хаксли работы Na ⁺ и K ⁺ -каналов. 2. Модель канала: воротные токи, вольт-амперные характеристики каждого из токов. 3. Новейшие исследования Na ⁺ и K ⁺ -каналов; применение метода пэтч-кламп.	Лекции

5. Образовательные технологии

1. Активные образовательные технологии: лекции.

2. Сопровождение лекций визуальным материалов в виде слайдов, подготовленных с использованием современных компьютерных технологий (программный пакет презентаций Microsoft Office PowerPoint), проецируемых на экран с помощью видеопроектора, а компьютерных моделей органических соединений и их спектров.

3. Использование специального программного обеспечения и интернет-ресурсов для обучения в ходе практических и самостоятельных работ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Виды самостоятельной работы: в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на компьютерах с доступом к базам данных и ресурсам Интернет, в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию и приборам.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение, ресурсы Интернет.

Форма контроля знаний – зачет в конце курса, включающий теоретические вопросы и задачу.

Контрольные вопросы к зачету:

1. Электрохимический потенциал. Потенциал Гальвани, потенциал Вольта. Работа выхода.
2. Мембранный потенциал в случае равновесных систем – потенциал Нернста. Потенциал распределения.
3. Потенциал Гиббса-Доннана.
4. Мембранный потенциал (диффузионный) в случае неравновесных систем.
5. Потенциал Планка, потенциал Гольдмана.
6. Двойной электрический слой: распределение потенциала и концентрации ионов у заряженной границы мембраны.
7. Понятие о микропотенциале, метод его расчёта.
8. Компоненты мембранного потенциала: трансмембранный, поверхностный и граничный потенциалы, внутримембранный скачок потенциала.

9. Методы измерения всех компонент мембранного потенциала: электрофорез (уравнение Смолуховского), измерение проводимости мембраны по гидрофобным ионам при различной ионной силе индифферентного электролита, компенсация внутримембранного поля, пэтч-кламп. Метод флуоресцентных зондов.

10. Движение клеток в электрических полях; уравнение Смолуховского; диэлектрофорез.

11. Электропорация и ее биомедицинские приложения, включая электротрансфекцию, трансдермальную электротерапию и диагностику.

12. Теория работы Na^+ и K^+ -каналов. Уравнения Ходжкина-Хаксли; воротные токи; вольт-амперные характеристики токов.

Основная литература

1. Hille B. "Ionic Channels of Excitable Membranes". Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts, 2001 г.

2. Chizmadzhev Yu.A. Single membrane in electric field. Chapter 1. In: Book "Bioelectrochemistry of Membranes". V.6. Birkhauser Verlag Basel, 2004, p.1-21.

3. Chizmadzhev Yu.A., Teissie J., Walz D. Lipid bilayer electroporabilization. Chapter 5. Там же, с.173-203.

4. Chizmadzhev Yu.A. The mechanism of lipid/protein rearrangement during viral infection. Bioelectrochemistry, 2004, v.63/1-2, p.129-136.

5. Frolov V.A.J., Chizmadzhev Yu.A., Cohen F.S., Zimmerberg J. "Entropic traps" in the kinetics of phase separation in multicomponent membranes. Biophysical Journal, 2006, v.91, p.189-205.

6. Башкиров П.В. Мембранные нанотрубки в электрическом поле как система для измерения механических параметров липидного бислоя. Биол. мембраны. 2007, т.24, № 2, с.183-192.

7. Зарницын В.Г., Праузниц М.Р., Чизмаджев Ю.А. Физические методы переноса нуклеиновых кислот в ткани и клетки. (Обзор) Биол. мембраны, 2004, т.21, с.355-373.

Дополнительная литература.

1. Феттер К. Электрохимическая кинетика. М.: Химия, 1967.
2. Маркин В.С., Чизмаджев Ю.А. Индуцированный ионный транспорт. М.: Наука, 1974.
3. Ходжкин А. Нервный импульс. М.: Мир, 1965.
4. Скулачев В.П. Трансформация энергии в биомембранах. М.: Наука, 1972.
5. Адамсон Дж. Физическая химия поверхности. М.: Мир, 1980.
6. Овчинников Ю.А., Иванов В.Т., Шкроб А.М. Мембрано-активные комплексоны. М.: Наука, 1974.
7. Маркин В.С., Пастушенко В.Ф., Чизмаджев Ю.А. Теория возбудимых сред. М.: Наука, 1981.
8. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику. М.: Высшая школа, 1975.
9. Luger P. "Electrogenic Ion Pumps". Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts, 1991.
10. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. М., 1959.
11. Рубин А.Б. Биофизика. Книга 1 и 2. М.: Высшая школа, 1987.
12. Котык А., Яначек К. Мембранный транспорт. М.: Мир, 1980.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

программа для решения дифференциальных и интегральных уравнений Maple (www.maplesoft.com). Интернет-ресурсы: Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федерального портала Российское образование <http://www.window.edu.ru>, поисковый сервер по биологии и другим естественным наукам <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

НОК располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки,

предусмотренных учебным планом, а также эффективное выполнение диссертационной работы:

Аудитория для проведения лекций, оснащенная компьютером и проектором для показа слайдов компьютерных презентаций. Компьютеры, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет и подключенные к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами.

Программа составлена в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России от 16.03.2011 № 1365 «Федеральные государственные требования к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)» лабораторией биофизики.

Программа рассмотрена и утверждена секцией Ученого Совета ИФХЭ РАН «Электрохимия» (протокол №3 от 05 июня 2011 г.)