



**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**

**Активный и пассивный транспорт**

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 «Активный и пассивный транспорт» - 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 2 зачетные единицы 72 часа.

##### 4.1 Структура дисциплины

| №<br>п/п | Наименование<br>дисциплины     | Объем учебной работы (в часах) |                 |               |      |       |      | Вид итогового<br>контроля |                |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------|------|-------|------|---------------------------|----------------|
|          |                                | Всего                          | Всего<br>аудит. | Из аудиторных |      |       |      |                           | Сам.<br>работа |
|          |                                |                                |                 | Лекц.         | Лаб. | Прак. | КСР. |                           |                |
| 1        | Активный и пассивный транспорт | 72                             | 36              | 36            |      |       |      | 36                        | зачет          |

##### 4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел<br>Дисциплины             | Виды учебной работы, и<br>трудоемкость (в часах) |      |     |     | Самостоятельная<br>работа |
|----------|----------------------------------|--|------|-----|-----|---------------------------|
|          |                                  | Лек.   | Лаб. | Пр. | КСР |                           |
| 1        | Пассивный мембранный транспорт.  | 12   |      |     |     | 12                        |
| 2        | Элементы теории возбудимых сред. | 12   |      |     |     | 12                        |
| 3        | Активный транспорт и моторы.     | 12   |      |     |     | 12                        |

#### 4.2.2 Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины        | Содержание раздела (темы)   | Форма проведения занятий |
|-------|--|---|--------------------------|
| 1     | <b>Пассивный мембранный транспорт</b>  | 1. Барьерные функции мембран; оценка высоты барьера по формуле Борна.<br>2. Перенос гидрофобных ионов через мембрану: диффузия и миграция.  | Лекции                   |
| 2     | <b>Элементы теории возбудимых сред</b> | 1. Генерация и распространение нервного импульса.<br>2. Нахождение скорости нервного импульса.<br>3. Нервно-мышечная ткань сердца как пример возбудимой среды; модель Жаботинского-Кринского.   | Лекции                   |
| 3     | <b>Активный транспорт и моторы</b>     | 1. Подвижные переносчики гидрофильных ионов: валиномицин и грамицидин.<br>2. $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФаза и $\text{H}^+$ -АТФаза; теория Лойгера-Апеля.<br>3. Механизм действия $\text{H}^+$ -АТФазы; вращение $\gamma$ -субъединицы. | Лекции                   |

#### 5. Образовательные технологии

1. Активные образовательные технологии: лекции.

2. Сопровождение лекций визуальным материалом 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. Барьерные функции мембран; оценка высоты барьера по формуле Борна.
2. Перенос гидрофобных ионов через мембрану: диффузия и миграция.
3. Генерация и распространение нервного импульса.
4. Нахождение скорости нервного импульса.
5. Нервно-мышечная ткань сердца как пример возбудимой среды; модель Жаботинского-Кринского.
6. Подвижные переносчики гидрофильных ионов: валиномицин и грамицидин.
7.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФаза и  $\text{H}^+$ -АТФаза; теория Лойгера-Апеля.
8. Применение метода компенсации внутримембранного поля для исследования свойств АТФазы; результаты работы группы Соколова.
9. Механизм действия  $\text{H}^+$ -АТФазы; вращение  $\gamma$ -субъединицы.

#### **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 1и 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](http://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.)