

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

" " 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Ионные каналы: структуры и функции Б1.В.ДВ.2

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Нейробиология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Ситдикова Г.Ф.

**Рецензент(ы):**

Яковлев А.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Ситдикова Г. Ф.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный №

Казань  
2015

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Ситдикова Г.Ф. кафедра физиологии человека и животных ИФМиБ отделение фундаментальной медицины , Guzel.Sitdikova@kpfu.ru

## **1. Цели освоения дисциплины**

получение учащимися фундаментальных знаний и современных представлений о структурно-функциональной организации ионных каналов возбудимых клеток

В основные задачи курса входит изучение строения и функционирования различных типов ионных каналов, знакомство с методами исследования ионных каналов, анализ участия ионных каналов в обеспечении основных свойств возбудимых клеток - формировании мембранных потенциала покоя, потенциала действия, роль ионных каналов в межклеточной сигнализации: регуляции освобождения медиатора, генерации синаптических и рецепторных потенциалов. Кроме того, будут рассмотрены нарушения функций ионных каналов, приводящих к различным наследственным заболеваниям

## **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.2 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 06.04.01 Биология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.5 Профессиональный" основной образовательной программы 020400.68 Биология и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Для успешного освоения курса учащиеся должны обладать следующими компетенциями: использование в познавательной и профессиональной деятельности базовых знаний в области

математики и естественных наук, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, способность к письменной и устной коммуникации на родном языке, навыкам культуры социального и делового общения, демонстрирует знание принципов структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмов гомеостатической регуляции; применение основных физиологических методов анализа и оценки состояния живых систем (ПК-3); - знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности,

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе изучения дисциплин естественного цикла "Химия", "Физика", а также

по дисциплин специальной подготовки "Зоология", "Физиология человека и животных", "Биохимия", "Биофизика", "Сравнительная физиология", в рамках которых приобретаются знания по общим вопросам биологии и физиологии и принципам функционирования живых организмов.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала  
способность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов  
способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов программы магистратуры  
понимание молекулярных основ строения ионных каналов и их роли в генерации возбуждения, сокращения, межклеточной передачи сигналов, восприятия сенсорных стимулов

знание патофизиологических механизмов, связанных с нарушениями структуры и функций ионных каналов и ведущих к заболеваниям человека и животных

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### **4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

##### **Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие принципы строения и функционирования ионных каналов	2	1-2	2	2	0	презентация коллоквиум
2.	Тема 2. Методы исследования ионных каналов	2	3-4	2	2	0	коллоквиум контрольная работа
3.	Тема 3. Особенности структуры и работы различных ионных каналов. Ионные каналы и межклеточная сигнализация	2	5-6	2	2	0	реферат
4.	Тема 4. Ионные каналы и восприятие сенсорных стимулов	2	7-8	2	2	0	эссе
5.	Тема 5. Нарушения работы ионных каналов, дисфункция и дизрегуляционная патология. Каналопатии	2	9-10	2	4	0	презентация коллоквиум
.	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	экзамен
	Итого			10	12	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Общие принципы строения и функционирования ионных каналов

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Классификация каналов по способу активации: каналы покоя и воротные каналы.

Селективность ионных каналов. Классификация каналов по способу активации: потенциалзависимые, механочувствительные, лигандактивируемые. Процессы активации, инактивации и десенситизации ионных каналов. Проводимость и проницаемость ионных каналов. Движение ионов через открытый канал. Движущие силы. Потенциал равновесия. Потенциалы равновесия и итоговые движущие силы для различных ионов

#### практическое занятие (2 часа(ов)):

Принципы молекулярной организации ионных каналов. Порообразующая часть канала, сенсор потенциала, селективный фильтр, вспомогательные субъединицы. Молекулярные механизмы активации и инактивации потенциал-активируемых ионных каналов.

### Тема 2. Методы исследования ионных каналов

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Электрофизиологические методы. Регистрация интегральных токов и потенциалов: регистрация с помощью внутри- и внеклеточной микроэлектродов. Метод фиксации мембранныго потенциала внеклеточная или фокальная регистрация ионных токов двигательного нервного окончания. Измерение токов одиночного канала ? патч кламп.

#### практическое занятие (2 часа(ов)):

Биохимические, генетические, фармакологические методы исследования ионных каналов. Ультраструктурные методы и методы рентгенокристаллографии. Использование потенциалчувствительных красителей

### **Тема 3. Особенности структуры и работы различных ионных каналов. Ионные каналы и межклеточная сигнализация**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Структура и фармакологические свойства потенциалзависимых  $Na$ -каналов. Длительно активируемые  $Na$ -каналы.  $K$ -каналы. Структура. Классификация по количеству трансмембранных сегментов. Потенциал-зависимые  $K$ -каналы: задержанного выпрямления, быстрые, медленно-активирующиеся. Кальций-активируемые  $K$ -каналы: особенности строения и механизмов активации, типы и функциональная роль.  $K$ -каналы аномального выпрямления. АТФ-зависимые  $K$ -каналы: особенности строения и функциональная роль в норме и в условиях нарушения энергетического метаболизма в клетке.  $K$ -каналы утечки. Хлорные каналы. Лиганд-активируемые - ГАМК- и глицин-активируемые, особенности строения и функциональная роль в нервной системе. Кальций-активируемые  $Cl$ -каналы.

Потенциал-активируемые  $Cl$ -каналы: особенности строения и функции

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

$Ca$ -каналы:  $Ca$ -каналы плазматической мембранны. Структура, Классификация каналов на  $L$ -,  $N$ -,  $P/Q$ -,  $T$ -,  $R$ -типы. Внутриклеточные  $Ca$ -каналы.  $Ca$ -каналы рианодиновых и рецепторов инозитол-три-фосфата. Лиганд-активируемые неселективные ионные каналы. Каналы никотиновых ацетилхолиновых рецепторов ( $N$ -АХ-рецепторов). Особенности строение и функционирования мышечных и нейрональных  $N$ -АХ-рецепторов. Каналы глутаматных рецепторов:  $N$ -метил- $D$ -аспартата (НМДА),

-амино-3-гидроксил-5-метил-4-изоксазолепропионовой кислоты (АМПА) и кайната. Структура и функциональная роль. Каналы пуриновых рецепторов. Каналы серотониновых рецепторов (5-НТ-рецепторов. Каналы, регулируемые циклическими нуклеотидами (ЦН-каналы).

Нуклеотид-зависимые каналы, активируемые гиперполяризацией и их роль в генерации пейсмекерной активности. Стретч-каналы. Коннексоны: локализация и строение.

Протон-активируемые каналы. Аквапорины

### **Тема 4. Ионные каналы и восприятие сенсорных стимулов**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Ионные каналы и рецепторные потенциалы Роль ионных каналов в процессе фототрансдукции Ионные каналы и механорецепция

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Роль ионных каналов в процессах трансдукции в обонятельной и вкусовой сенсорных системах Ионные каналы и терморецепция Ионные каналы и ноцицепция

### **Тема 5. Нарушения работы ионных каналов, дисфункция и дизрегуляционная патология. Каналопатии**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Дисфункции вследствие нарушения структуры канала и нарушения регуляции.

Классификаций каналопатий: 1) исходя из локализации пораженного канала 2) в зависимости от типа ионной проводимости 3) с учетом вида активации пораженного канала. Особенность дисфункций каналов возбудимых тканей. Дисфункции натриевых каналов.

Скелетно-мышечные натриевые каналопатии. Сердечные натриевые каналопатии.

Нейрональные натриевые каналопатии. Потенциал-независимые  $Na$ -каналы. Дисфункции калиевых каналов. Сердечные и скелетно-мышечные каналопатии Нейрональные калиевые каналопатии. Нефрональные и панкреатические калиевые каналопатии

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Дисфункции хлорных каналов. Нейрональные хлорные каналопатии. Скелетно-мышечные хлорные каналопатии. Почечные хлорные каналопатии. Секреторные хлорные каналопатии. Регулятор трансмембранный проводимости при кистозном фиброзе (CFTR). Дисфункция кальциевых каналов. Скелетно-мышечные кальциевые каналопатии. Нейрональные кальциевые каналопатии. Дисфункции Ca-каналов при аутоиммунных заболеваниях. Миастенический синдром Ламберта-Итона. Амиотрофический латеральный склероз. Дисфункции никотиновых ацетилхолиновых рецепторов. Врожденная миастения. Миастения гравис. Принципы терапии каналопатий

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Общие принципы строения и функционирования ионных каналов	2	1-2	подготовка к коллоквиуму	5	тесты
				подготовка презентации	5	выступление
2.	Тема 2. Методы исследования ионных каналов	2	3-4	подготовка к коллоквиуму	5	коллоквиум
				подготовка к контрольной работе	5	контрольная работа
3.	Тема 3. Особенности структуры и работы различных ионных каналов. Ионные каналы и межклеточная сигнализация	2	5-6	подготовка к реферату	10	реферат
4.	Тема 4. Ионные каналы и восприятие сенсорных стимулов	2	7-8	подготовка к эссе	10	эссе
5.	Тема 5. Нарушения работы ионных каналов, дисфункция и дизрегуляционная патология. Каналопатии	2	9-10	подготовка к презентации	5	презентация
				подготовка к презентации	5	презентация
	Итого				50	

#### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

освоение дисциплины предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия с использованием методических материалов), так и инновационных образовательных технологий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных

форм проведения занятий: мультимедийных программ, включающих подготовку и выступления студентов на семинарских занятиях с фото-, аудио- и видеоматериалами по предложенной тематике.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Общие принципы строения и функционирования ионных каналов**

выступление , примерные вопросы:

примерные темы: 1.Строение клеточной мембраны 2. Потенциал- и лиганд-активируемые каналы. 3. Ионотропные и метаботропные рецепторы. 4.Принципы молекулярной организации ионных каналов. Образование ионных каналов. 5. Регуляция ионных каналов

тесты , примерные вопросы:

примерные вопросы: 1. Внутренняя поверхность мембраны возбудимой клетки по отношению к наружной, в состоянии покоя, заряжена: А. положительно Б. так же, как и наружная В. не заряжена Г. отрицательно 2. К возбудимым тканям относятся а) костная б) нервная в) железистая г) соединительная д) мышечная е) эпителиальная 3.6. Чтобы деполяризовать клетку, необходимо: а) в наружной среде увеличить содержание ионов К б) приложить к ее поверхности анод в) в наружной среде увеличить содержание ионов Na г) в наружной среде уменьшить содержание ионов K д) приложить к ее поверхности катод 4. 5. В fazу деполяризации потенциала действия проницаемость мембранны увеличивается для ионов: А. калия Б. магния В. натрия Г. хлора 5. Мембрана возбудимых клеток состоит: А. из фосфолипидов и белков Б. из углеводов В. из жиров Г. из углеводов и жиров

### **Тема 2. Методы исследования ионных каналов**

коллоквиум , примерные вопросы:

примерные темы Электрофизиологические методы исследования ионных каналов: измерение токов одиночного канала, регистрация интегральных токов и потенциалов Биохимические и генетические методы исследования ионных каналов. Ультраструктурные методы.

Использование моноклональных антител и методы флуоресцентной микроскопии.

Рентгенокристаллографический метод

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Нарисовать электрохимические движущие силы для различных ионов 2. Схема метода фиксации потенциалов 3. Ионные токи через мембрану при различных потенциалах фиксации 4. Основные принципы патч-кламп регистрации активности одиночных каналов 5. Особенности регистрации различных ионных токов через мембрану

### **Тема 3. Особенности структуры и работы различных ионных каналов. Ионные каналы и межклеточная сигнализация**

реферат , примерные темы:

Ионные каналы и электрическая межклеточная сигнализация. Молекулярные механизмы возникновения мембранных потенциала покоя. Ионные каналы и потенциал действия. 2.

Ионные каналы и синаптические функции. Функция химического синапса. Ионные каналы и Примерные темы 1.ионные токи нервного окончания. 2. Кальциевые каналы и освобождение медиатора. Са-каналы и экзоцитоз 3. Ионные каналы и синаптическая пластичность.

Кратковременная синаптическая пластичность. Процессы долговременной синаптической пластичности

### **Тема 4. Ионные каналы и восприятие сенсорных стимулов**

эссе , примерные темы:

Примерные темы 1.Ионные каналы и восприятие сенсорных стимулов. 2. Фоторецепторы и ионные каналы. 3. Механочувствительность. Ионные каналы и механизмы трансдукции в слуховых и вестибулярных рецепторах. 4. Процессы трансдукции в обонятельной и вкусовой сенсорных системах. 5.Терморецепторы. Ноцицепторы

### **Тема 5. Нарушения работы ионных каналов, дисфункция и дизрегуляционная патология.**

#### **Каналопатии**

презентация , примерные вопросы:

Дисфункции Са-каналов при аутоиммунных заболеваниях. Миастенический синдром Ламберта-Итона. Амиотрофический латеральный склероз Дисфункции калиевых каналов. Сердечные калиевые каналопатии. LQT синдром. Нейрональные калиевые каналопатии. Нефрональные и панкреатические калиевые каналопатии Дисфункции никотиновых ацетилхолиновых рецепторов. Врожденная миастения Эпилепсия. Миастения гравис. презентация , примерные вопросы:

Дисфункции Са-каналов при аутоиммунных заболеваниях. Миастенический синдром Ламберта-Итона. Амиотрофический латеральный склероз Дисфункции калиевых каналов. Сердечные калиевые каналопатии. LQT синдром. Нейрональные калиевые каналопатии. Нефрональные и панкреатические калиевые каналопатии Дисфункции никотиновых ацетилхолиновых рецепторов. Врожденная миастения Эпилепсия. Миастения гравис.

## Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Примерные вопросы к экзамену:

- Ф1. Общие принципы функционирования и строения ионных каналов. Классификации.
2. Свойства ионных каналов: избирательность, открытое и закрытое состояние, активация и деактивация, инактивация, десенситизация.
3. Проводимость и проницаемость. Движение ионов через открытый канал. Движущие силы. Потенциал равновесия. Мембранные токи и потенциалы.
4. Принципы молекулярной организации ионных каналов. Молекулярные механизмы активации и инактивации ионных каналов
5. Образование и регуляция ионных каналов.
6. Электрофизиологические методы исследования ионных каналов: измерение токов одиночного канала, регистрация интегральных токов и потенциалов

Программа дисциплины "Ионные каналы: структура, функции и патологии"; 020400.68 Биология; заведующий кафедрой, д.н.

(профессор) Ситдикова Г.Ф.

Регистрационный номер 8494

Страница 9 из 13.

7. Биохимические и генетические методы исследования ионных каналов. Ультраструктурные методы. Использование моноклональных антител и методы флуоресцентной микроскопии. Рентгенокристаллографический метод
8. Натриевые каналы: структура, фармакология, типы.
9. Калиевые каналы: типы, структура. Потенциал-зависимые К-каналы. Кальций-зависимые К-каналы. К-каналы аномального выпрямления (Kir-каналы). АТФ-зависимые К-каналы (K(АТФ)-каналы). К-каналы утечки.
10. Хлорные каналы. Лиганд-зависимые Cl-каналы. Кальций-зависимые Cl-каналы (ClCa-каналы). Потенциал-зависимые Cl-каналы. Кальциевые каналы (Са-каналы)
11. Са-каналы плазматической мембранны. Структура Са-каналов. Внутриклеточные Са-каналы.
12. Лиганд-зависимые неселективные ионные каналы. Никотиновые ацетилхолиновые рецепторы (Н-АХ-рецепторы).
13. Каналы глутаматных рецепторов.
14. Каналы пуриновых рецепторов (П-рецепторы). Каналы серотониновых рецепторов (5-НТ-рецепторы). Каналы, регулируемые циклическими нуклеотидами (ЦН-каналы).
15. Стретч-каналы. Коннексоны.
16. Протонные каналы. Аквапорины
17. Ионные каналы и электрическая межклеточная сигнализация. Молекулярные механизмы

возникновения мембранныго потенциала покоя. Ионные каналы и потенциал действия.

18. Ионные каналы и синаптические функции. Функция химического синапса. Ионные каналы и ионные токи нервного окончания.

19. Кальциевые каналы и освобождение медиатора. Са-каналы и экзоцитоз

20. Ионные каналы и синаптическая пластичность. Кратковременная синаптическая пластичность. Процессы долговременной синаптической пластичности.

21. Ионные каналы и восприятие сенсорных стимулов. Фоторецепторы и ионные каналы.

22. Механочувствительность. Ионные каналы и механизмы трансдукции в слуховых и вестибулярных рецепторах.

23. Процессы трансдукции в обонятельной и вкусовой сенсорных системах. Терморецепторы. Ноцицепторы

24. Нарушения работы ионных каналов, дисфункция и дизрегуляционная патология. Каналопатии.

25. Скелетно-мышечные натриевые каналопатии. Гиперкалиемический периодический паралич (ГиперПП). Врожденная парамиотония. Атипичная миотония или К+-обостряемая миотония. Сердечные натриевые каналопатии.

26. Нейрональные натриевые каналопатии. Генерализованная эпилепсия с фибрилляциями

27 Каналопатии хлорных каналов. Наследственная гиперэклексия.. Кистозный фиброз Врожденные миотонии.

28.Дисфункции Са-каналов. Скелетно-мышечные кальциевые каналопатии  
Гипокалемический периодический паралич. Злокачественная гипертермия. Миопатии центрального стержня

29. Нейрональные кальциевые каналопатии. Эпизодическая атаксия 2 типа.  
Спиноцеребеллярная атаксия 6 типа. Семейная гемиплегическая мигрень

30. Дисфункции Са-каналов при аутоиммунных заболеваниях. Миастенический синдром Ламберта-Итона. Амиотрофический латеральный склероз

31. Дисфункции калиевых каналов. Сердечные калиевые каналопатии. LQT -синдром.  
Нейрональные калиевые каналопатии. Нефрональные и панкреатические калиевые каналопатии

32. Дисфункции никотиновых ацетилхолиновых рецепторов. Врожденная миастения Эпилепсия. Миастения гравис.

### **7.1. Основная литература:**

Аденилатцилазная и гуанилатцилазная системы внутриклеточных вторичных посредников, Яковлев, Алексей Валерьевич; Яковлева, Ольга Владиславовна; Ситдикова, Гузель Фаритовна, 2010г.

Ионные каналы возбудимой клетки, Зефиров, Андрей Львович; Ситдикова, Гузель Фаритовна, 2010г.

### **7.2. Дополнительная литература:**

Физиология и молекулярная биология мембран клеток, Камкин, Андрей Глебович; Киселева, Ирина Сергеевна, 2008г.

Физиология человека, Т.1. Т. 1, Дудель, Й.; Рюэгг, Й.; Шмидт, Р.; Алипова, Н. Н., 2004г.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Биология и медицина - <http://medbiol.ru/medbiol>

Биохимия - [www.biochemistry.ru](http://www.biochemistry.ru)

наглядная биохимия(электронный учебник) - [http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl\\_biochem/](http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl_biochem/)

учебное пособие - <http://www.bioscience.ru/CellSign.htm>

Химик - <http://www.xumuk.ru/biochem/>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Ионные каналы: структуры и функции" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Электрофизиологическое оборудование для регистрации активности одиночных ионных каналов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 06.04.01 "Биология" и магистерской программе Нейробиология .

Автор(ы):

Ситдикова Г.Ф. \_\_\_\_\_  
"\_\_\_" 201 \_\_\_ г.

Рецензент(ы):

Яковлев А.В. \_\_\_\_\_  
"\_\_\_" 201 \_\_\_ г.