

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



**Программа дисциплины**  
Ионные каналы: структура, функции и патологии М2.В.5

Направление подготовки: 020400.68 - 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 № 84942814

Казань  
2014

## 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 " М2.В.5 Профессиональный" основной образовательной программы 020400.68 Биология и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестре.

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-1 (общекультурные компетенции)	способен к творчеству (креативность) и системному мышлению
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин магистерской программы;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	знает и использует основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способен к системному мышлению

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные теоретические концепции и методические приемы, которые используются в современной нейробиологии (ПК-2, ПК-10);

2. должен уметь:

планировать и проводить экспериментальные исследования (ПК-11, ПК-12); представлять учебный материал в устной, письменной и графической форме для различных контингентов слушателей (ПК-16). использовать основные теории, концепции и принципы нейрохимии в избранной области деятельности (ПК-2)

3. должен владеть:

теоретическими знаниями о строение, свойствах ионных каналов

4. должен демонстрировать способность и готовность:

самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения,

использовать основные теории, концепции и принципы нейрохимии в избранной области деятельности, способность к системному мышлению (ПК-2); творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов нейрохимии (ПК-10);

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 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	4	0	КОЛЛОКВИУМ	
---	-----	---	---	---	------------	--

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Тема. 2. 2. Методы исследования ионных каналов	2	5-8	2	4	0	КОЛЛОКВИУМ
3.	Тема 3. Тема. 3. Строение и функциональные свойства основных типов ионных каналов.	2	9-12	2	8	0	контрольная работа
4.	Тема 4. Тема 4 Каналопатии	2	13-16	2	8	0	реферат
.	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	экзамен
	Итого			8	24	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 (4 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. Тема. 2. Методы исследования ионных каналов

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

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

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

### Тема 3. Тема. 3. Строение и функциональные свойства основных типов ионных каналов.

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Структура и фармакологические свойства потенциалзависимых Na-каналов. Длительно активируемые Na-каналы. К-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 (8 часа(ов)):**

Ca-каналы: Ca-каналы плазматической мембраны. 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 (Н-АХ-рецепторов). Особенности строение и функционирования мышечных и нейрональных Н-АХ-рецепторов. Каналы глутаматных рецепторов: N-метил-D-аспартата (НМДА), D-амино-3-гидроксил-5-метил-4-изоксазолепропионовой кислоты (АМПА) и кайната. Структура и функциональная роль. Каналы пуриновых рецепторов. Каналы серотониновых рецепторов (5-HT-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. Тема 4 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 (8 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	коллоквиум
2.	Тема 2. Тема 2. 2. Методы исследования ионных каналов	2	5-8	подготовка к коллоквиуму	5	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Тема 3. Строение и функциональные свойства основных типов ионных каналов.	2	9-12	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
4.	Тема 4. Тема 4 Каналопатии	2	13-16	подготовка к реферату	6	реферат
	Итого				22	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

освоение дисциплины предполагает использование как традиционных (лекции, практические и лабораторные 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

коллоквиум , примерные вопросы:

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

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

коллоквиум , примерные вопросы:

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

### Тема 3. Тема 3. Строение и функциональные свойства основных типов ионных каналов.

контрольная работа , примерные вопросы:

Натриевые каналы: структура, фармакология, типы. Калиевые каналы: типы, структура. Потенциал-зависимые K-каналы. Кальций-зависимые K-каналы. K-каналы аномального выпрямления (Kir?каналы). АТФ-зависимые K-каналы (K(АТФ)-каналы). K-каналы утечки. Хлорные каналы. Лиганд-зависимые Cl-каналы. Кальций-зависимые Cl-каналы (ClCa-каналы). Потенциал-зависимые Cl-каналы. Кальциевые каналы (Ca-каналы) Ca-каналы плазматической мембранны. Структура Ca-каналов. Внутриклеточные Ca-каналы. Лиганд-зависимые неселективные ионные каналы. Никотиновые ацетилхолиновые рецепторы (Н-АХ-рецепторы).

### Тема 4. Тема 4 Каналопатии

реферат , примерные темы:

1 Ионные каналы и электрическая межклеточная сигнализация. Молекулярные механизмы возникновения мембранныго потенциала покоя. Ионные каналы и потенциал действия. 2. Ионные каналы и синаптические функции. Функция химического синапса. Ионные каналы и ионные токи нервного окончания. 3. Кальциевые каналы и освобождение медиатора. Са-каналы и экзоцитоз 4. Ионные каналы и синаптическая пластичность. Кратковременная синаптическая пластичность. Процессы долговременной синаптической пластичности. 5. Ионные каналы и восприятие сенсорных стимулов. Фоторецепторы и ионные каналы. 6. Механочувствительность. Ионные каналы и механизмы трансдукции в слуховых и вестибулярных рецепторах. 7. Процессы трансдукции в обонятельной и вкусовой сенсорных системах. 8. Терморецепторы. Ноцицепторы

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Приложение 1 к программе дисциплины

Ионные каналы: структура, функции, патология

Вопросы к экзамену

Общие принципы строения и функционирования ионных каналов.

Классификации ионных каналов

Методы исследования ионных каналов

Строение и функциональные свойства натриевых каналов

Типы и особенности строения калиевых каналов

Хлорные каналы

Кальциевые каналы

Лиганд-активируемые неселективные ионные каналы

Ионотропные глутаматные рецепторы: особенности строение и функционирования

Ионотропные ГАМК-рецепторы

Стретч-каналы

Коннексоны

Протон-активируемые каналы и аквапорины

Дисфункции ионных каналов

Особенность дисфункций каналов возбудимых тканей.

Дисфункции натриевых каналов. Скелетно-мышечные натриевые каналопатии.

Сердечные и нейрональные натриевые каналопатии.

Дисфункции калиевых каналов. Сердечные и скелетно-мышечные каналопатии

Нейрональные калиевые каналопатии. Нефрональные и панкреатические калиевые каналопатии

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

Дисфункции никотиновых ацетилхолиновых рецепторов. Врожденная миастения. Миастения гравис.

### **7.1. Основная литература:**

1.. А.Л Зефиров, Г.Ф. Ситдикова Ионные каналы возбудимой клетки (структура, функция, патология)/ монография, Казань: Арт-кафе, 2010, 270 с

## **7.2. Дополнительная литература:**

1. Фундаментальная и клиническая физиология //под ред А.Камкина и А.Каменского, Изд Академия, 2004
2. Николс Дж.Г., Мартин А.Р., Валлас Б.Дж., Фукс П.А. От нейрона к мозгу. Москва:Изд-во научной и учебной лит-ры, 2003, 672 с.
3. Ситдикова Г.Ф., Яковлев А.В. Ионные каналы нервного окончания, Казань 2005 (учебное пособие)

## **7.3. Интернет-ресурсы:**

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

Биохимия - <http://www.biochemistry.ru>

нейробиология -

[http://www.neuroscience.ru/index.php?option=com\\_frontpage&Itemi=1&limit=14&limitstart=1](http://www.neuroscience.ru/index.php?option=com_frontpage&Itemi=1&limit=14&limitstart=1)

Университетская информационная система России - <http://window.edu.ru/resource/023/61023>

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

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

Освоение дисциплины "Ионные каналы: структура, функции и патологии" 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 "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Имеется доступ в библиотеку в читальный зал и возможность получения литературы на абонемент (для самостоятельной работы); доступ к сети Интернет (во время самостоятельной подготовки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020400.68 "Биология" и магистерской программе Нейробиология .

Автор(ы):

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

Рецензент(ы):

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