

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



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**

Строение и свойства мембран возбудимых клеток М2.В.4

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 No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

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

Регистрационный No 84945614

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

формирование у студентов представлений об особенностях строения и функционирования возбудимых тканей

Задачи курса:

- Изучение особенности строения мембран возбудимых клеток
- Изучение молекулярных механизмов, лежащих в основе формирования мембранных потенциалов возбудимых
- Формирование представлений о строении и механизмах возбудимости сократимости скелетной, гладкой и сердечной мышц

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.4 Профессиональный" основной образовательной программы 020400.68 Биология и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 2 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)	приобретает новые знания и формирует суждения по научным, социальным и другим проблемам, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-6 (общекультурные компетенции)	использует в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

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-3 (профессиональные компетенции)	самостоятельно анализирует имеющуюся информацию, выявляет фундаментальные проблемы, ставит задачу и выполняет полевые, лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач по специализации с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, демонстрирует ответственность за качество работ и научную достоверность результатов
ПК-4 (профессиональные компетенции)	демонстрирует знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности
ПК-5 (профессиональные компетенции)	применяет современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Историю открытия "животного электричества" и основные теории возникновения мембранных потенциалов

- Особенности строения и функционирования возбудимых мембран, молекулярные механизмы, лежащие в основе формирования мембранного потенциала покоя и потенциала действия,

- Строение и механизмы возбудимости сократимости скелетной, гладкой и сердечной мышц

2. должен уметь:

Ориентироваться в современных методах по исследованию возбудимых структур, ионных каналов, синаптических процессов

Применять знания математических и естественнонаучных дисциплин, обще-профессиональных дисциплин для объяснения механизмов генерации мембранных потенциалов

3. должен владеть:

теоретическими знаниями об особенностях строения и молекулярных механизмах функционирования нервной и мышечной мембран, синаптических структур,

- практическими навыками по работе с электрофизиологическими установками и регистрации процессов возбуждения в нервной и мышечной системе.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

демонстрирует знание принципов структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмов гомеостатической регуляции; применяет основные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем ;

демонстрирует знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности

проявляет творческие качества

приобретает новые знания и формирует суждения по научным, социальным и другим проблемам, используя современные образовательные и информационные технологии

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет 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. Электрические процессы в живых тканях. История открытия животного электричества. Строение плазматической мембраны возбудимых клеток.	2	1-2	2	4	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Пути перемещения веществ через мембрану: активный и пассивный транспорт. Механизмы возникновения мембранного потенциала покоя	2	3-4	2	4	0	коллоквиум
3.	Тема 3. Потенциал действия (ПД). Ионные механизмы ПД	2	5-7	2	6	0	контрольная точка

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Электротон. Пассивные электрические свойства мембраны. Распространение потенциала действия	2	8-10	0	6	0	устный опрос
5.	Тема 5. Физиология мышц. Молекулярные механизмы возбудимости и сократимости поперечно-полосатой, сердечной и гладких мышц	2	11-12	2	4	0	тестирование
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			8	24	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Электрические процессы в живых тканях. История открытия животного электричества. Строение плазматической мембраны возбудимых клеток.

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

Электрические процессы в живых тканях. История открытия ?животного электричества? (Гальвани, Вольта, Маттеучи, Дюбуа-Раймон, Герман). Теории возникновения биоэлектрических потенциалов (Чаговец, Бернштейн, Насонов). Строение плазматической мембраны возбудимых клеток. Липиды мембран нервных клеток. Классификация липидов и особенности структуры. Особенности жирных кислот

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

Фосфолипиды. Ганглиозиды и цереброзиды: структура и функции. Нарушения обмена ганглиозидов. Роль ганглиозидов и гликопротеидов во взаимодействии нейронов и рецепции внешних сигналов. Роль холестерина в формировании мембраны нейронов. Структура мембран нейронов. Жидко-кристаллическая организация липидов. Фазовые переходы липидов. Текучесть мембран - зависимость от структуры липида и количества холестерина. Динамичность билипидного слоя мембраны, взаимодействие белков и липидов, асимметрия биологических мембран. Участие липидов в передаче сигнала внутрь клетки

##### Тема 2. Пути перемещения веществ через мембрану: активный и пассивный транспорт. Механизмы возникновения мембранного потенциала покоя

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

Пути перемещения веществ через мембрану: активный и пассивный транспорт. Мембранный потенциал и потенциал покоя (ПП). Распределение концентраций ионов и заряда на мембране. Калиевый равновесный потенциал и ПП. Уравнение Нернста. Пассивный вход натрия, натриевый равновесный потенциал. Вклад ионов хлора в ПП.

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

Ионная проводимость и проницаемость мембраны. Трансмембранные ионные токи. Уравнение Гольдмана. Доннановское равновесие. Роль активного транспорта в происхождении ПП. Роль Na-K-АТФазы.

##### Тема 3. Потенциал действия (ПД). Ионные механизмы ПД

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

Потенциал действия (ПД). Порог и возбудимость. Закон "все или ничего?". Ионные токи во время ПД. Метод фиксации потенциала. Мембранные токи при деполяризации (опыты Ходжкина-Хаксли).

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Соотношение временного хода ПД и проводимостей для ионов натрия и калия. Ток утечки. Активация и инактивация натриевой системы. Абсолютная и относительная рефрактерность. Временной ход ПД. Фазы деполяризации и реполяризации, следовые потенциалы. Модель натриевого канала. Уравнение кинетики натриевой проводимости. Развитие стационарной инактивации. Калиевый канал. Уравнение кинетики калиевой проводимости. Уравнение суммарного тока через мембрану.

**Тема 4. Электротон. Пассивные электрические свойства мембраны. Распространение потенциала действия**

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Электротон. Пассивные электрические свойства мембраны. Входное сопротивление и постоянная длины. Вольтамперная характеристика. Сопротивление мембраны и продольное сопротивление. Влияние диаметра кабеля на его характеристики. Емкость мембраны. Постоянная времени мембраны. Эквивалентная электрическая цепь мембраны. Изменение мембранного потенциала при действии на мембрану постоянного тока. Действие на мембрану околопороговых стимулов. Локальный ответ и его свойства. Кривая сила-длительность. Аккомодация. Кривая аккомодации. Распространение ПД. Механизм проведения возбуждения в нервном волокне. Скорость проведения возбуждения. Составной ПД в смешанном нерве. Проведение в миелинизированных волокнах. Особенность проведения ритмического возбуждения. Лабильность

**Тема 5. Физиология мышц. Молекулярные механизмы возбудимости и сократимости поперечно-полосатой, сердечной и гладких мышц**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Физиология мышц. Типы мышечной ткани. Строение поперечно-полосатой мышцы. Молекулярные механизмы сокращения. Роль АТФ. Риадиноновые рецепторы. Локализация и механизм действия ионов кальция. Энергетика мышечного сокращения. Гладкая мышца. Строение и электрические свойства. Ионные механизмы ПД и сокращения. Унитарные и мультиунитарные мышцы. Иннервация и регуляция сокращения.

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

Молекулярные механизмы сокращения гладких мышц. Фармако-механическое и электромеханическое сопряжение. Роль инозитолтрифосфатных рецепторов. Сердечная мышца. Особенности строения. Проводящая система сердца. Механизмы возникновения пейсмекерной активности. Ионные механизмы ПД в различных участках миокарда. Связь между возбуждением и сокращением. Регуляция сократимости миокарда

**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. Электрические процессы в живых тканях. История открытия животного электричества. Строение плазматической мембраны возбудимых клеток.	2	1-2	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Пути перемещения веществ через мембрану: активный и пассивный транспорт. Механизмы возникновения мембранного потенциала покоя	2	3-4	подготовка к коллоквиуму	8	коллоквиум
3.	Тема 3. Потенциал действия (ПД). Ионные механизмы ПД	2	5-7	подготовка к контрольной точке	8	контрольная точка
4.	Тема 4. Электротон. Пассивные электрические свойства мембраны. Распространение потенциала действия	2	8-10	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
5.	Тема 5. Физиология мышц. Молекулярные механизмы возбудимости и сократимости поперечно-полосатой, сердечной и гладких мышц	2	11-12	подготовка к тестированию	8	тестирование
	Итого				40	

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

освоение дисциплины " Строение и свойства мембран возбудимых клеток " 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. Электрические процессы в живых тканях. История открытия животного электричества. Строение плазматической мембраны возбудимых клеток.

домашнее задание , примерные вопросы:

Подготовить рефераты о выдающихся исследователях животного электричества: Гальвани, Вольта, Маттеучи, Дюбуа-Раймон, Герман, Чаговец, Бернштейн, Насонов, Ходжкин, Хаксли

#### Тема 2. Пути перемещения веществ через мембрану: активный и пассивный транспорт. Механизмы возникновения мембранного потенциала покоя

коллоквиум , примерные вопросы:



Вопросы для обсуждения. Понятие раздражимости, возбудимости и возбуждения  
Классификацию раздражителей (по адекватности, по природе, по силе) Опыты Гальвани, Вольта, Маттеучи. Транспортные системы, какие, факторы, определяющие поток веществ через транспортер. Уравнение Михаэлиса, аффинность. Облегченная диффузия Активный транспорт ? типы АТФаз, P, V, F. Са-АТФаза Na-K-АТФаза Вторично-активный транспорт Нарисуйте и объясните принципиальную модель молекулярной организации ионного канала. Классификация каналов Ионная проводимость и проницаемость мембраны Равновесие Донана

### **Тема 3. Потенциал действия (ПД). Ионные механизмы ПД**

контрольная точка , примерные вопросы:

Вопросы: Нарисуйте ПД, фазы, порог и критический уровень деполяризации Ионные механизмы ПД Метод фиксации потенциалов. Опыты Ходжкина-Хаксли. Влияние Са на возбудимость. Следовые потенциалы

### **Тема 4. Электротон. Пассивные электрические свойства мембраны. Распространение потенциала действия**

устный опрос , примерные вопросы:

Примерные вопросы: Пассивные электрические свойства мембраны Входное сопротивление нейрона и постоянная длины Вольтамперная характеристика. Аномальное и задержанное выпрямление. Сопротивление мембраны и продольное сопротивление Влияние диаметра кабеля на его характеристики Емкость мембраны Эквивалентная схема мембраны. Постоянная времени Изменение мембранного потенциала при действии постоянного тока. Локальный ответ и его свойства. Кривая сила-длительность Аккомодация Распространение ПД, скорость. Лабильность. Фазовые изменения возбудимости

### **Тема 5. Физиология мышц. Молекулярные механизмы возбудимости и сократимости поперечно-полосатой, сердечной и гладких мышц**

тестирование , 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. В образовании миелиновой оболочки нервных волокон участвуют А. миоциты Б. нейроны В. шванновские клетки Г. астроциты 3. Система движения ионов через мембрану против градиента концентрации с затратой энергии называется А. пиноцитоз Б. эндоцитоз В. пассивный транспорт Г. активный транспорт 4. Мембрана возбудимых клеток состоит: А. из фосфолипидов и белков Б. из углеводов В. из жиров Г. из углеводов и жиров 5. Система движения ионов через мембрану по градиенту концентрации без затраты энергии называется А. пиноцитоз Б. эндоцитоз В. пассивный транспорт Г. активный транспорт 6. Основной функцией нервного волокна является: А. инактивация медиатора Б. проведение возбуждения в виде потенциала действия В. активация медиатора Г. проведение торможения в виде гиперполяризации 7 . В фазу деполяризации потенциала действия проницаемость мембраны увеличивается для ионов: А. калия Б. магния В. натрия Г. хлора 8. Кривая ?сила-времени?. показывает а) зависимость силы раздражения от числа раздражителей б) зависимость силы раздражения от продолжительности его действия в) зависимость силы раздражения от места приложения стимула г) зависимость силы раздражения от пороговой величины раздражения 9. Мышечная клетка внутри заряжена а) положительно б) отрицательно в) нейтрально 10. 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 К д) приложить к ее поверхности катод 11. Более длительный потенциал действия возникает в: а) нервном волокне б) мышечной клетке в) рабочем кардиомиоците 12. В. нервно-мышечном препарате утомляется прежде всего: А. нерв Б. синапс В. мышца Г. все перечисленные отделы 13. Фаза плато потенциала действия рабочего миокарда обеспечивается? а) входом хлора б) повышением кальциевой проводимости в) повышением кальциевой проводимости и понижением калиевой проводимости г) повышением калиевой проводимости и понижением кальциевой проводимости 14. Никотиновые мышечные холинорецепторы располагаются а) на пресинаптической мембране б) на концевой пластинке в) в синаптической щели 15. Из саркоплазматического ретикулума скелетной мышцы выходят ионы: А. натрия Б. калия В. хлора Г. кальция

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету

1. Липиды мембран нервных клеток. Классификация липидов и особенности структуры. Фосфолипиды. Ганглиозиды и цереброзиды: структура и функции. Нарушения обмена ганглиозидов.
2. Пути перемещения веществ через мембрану: диффузия и транспорт с переносчиком, виды транспортеров. Ионные насосы
3. Ионная проводимость и проницаемость мембраны. Трансмембранные ионные токи. Уравнение Гольдмана. Доннатовское равновесие
4. Метод фиксации потенциала. Мембранные токи при деполяризации (опыты Ходжкина-Хаксли). Модель натриевого и калиевого каналов. Уравнение кинетики натриевой и калиевой проводимости.
5. Ионные каналы и их роль в генерации мембранного потенциала и ПД. Движущие силы для различных ионов.
6. Кабельные свойства нервных и мышечных волокон. Локальный ответ и его свойства.
7. Скорость проведения возбуждения, законы проведения ПД, фазы возбудимости
8. Строение поперечно-полосатой мышцы. Молекулярные механизмы сокращения. Риадиновые рецепторы.
- 9 Энергетика мышц, аэробный и анаэробный метаболизм
10. Гладкая мышца. Строение и электрические свойства. Ионные механизмы ПД и сокращения. Унитарные и мультиунитарные мышцы. Иннервация и регуляция сокращения.
11. Молекулярные механизмы сокращения гладких мышц. Фармако-механическое и электромеханическое сопряжение. Роль инозитолтрифосфатных рецепторов.
- 12 Сердечная мышца. Особенности строения. Проводящая система сердца. Механизмы возникновения пейсмекерной активности. Ионные механизмы ПД в различных участках миокарда. Связь между возбуждением и сокращением. Регуляция сократимости миокарда

### 7.1. Основная литература:

1. Структура и функции ионных каналов возбудимой клетки: Учебное пособие / Г.Ф. Ситдикова, Р.Н. Хазипов, А. Негманн. - Казань: Казанский университет, 2011. - с.95 фонд кафедры 50 экз
2. А.Л. Зефилов, 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. Шмитд, Тевс. Физиология человека и животных в трех томах, 2005
3. 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.
4. Самойлов В.О. Медицинская биофизика 2004 СпецЛит
5. Ситдикова Г.Ф., Яковлев А.В. Ионные каналы нервного окончания, Казань 2005 (учебное пособие)
6. Николс Дж.Г., Мартин А.Р., Валлас Б.Дж., Фукс П.А. От нейрона к мозгу. М.:Изд-во научной и учебной лит-ры, 2003, 672 с.
7. Казаков В.Н., Лекаев В.А., Тарапата Н.И. Физиология в задачах. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996, 409 с.
8. Крутецкая З.И., Лебедев О.Е., Курилова Л.С. Механизмы внутриклеточной сигнализации // СПб:Изд-во СПбУ, 2003, 208 с.

9. Устинов, Геннадий Георгиевич. Медицинская физика. Физические процессы в организме человека: Учеб. пособие / Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2001.-174с
10. Шубникова Е.А., Юрина Н.А., Гусев Н.Б. и др. Мышечные ткани//М.:Медицина, 2001, 235 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

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

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

история физиологии - <http://physiolog.spb.ru/history1.html>

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

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

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

Освоение дисциплины "Строение и свойства мембран возбудимых клеток" 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.

Лекционная аудитория с мультимедиа проектором, ноутбуком и экраном. 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.