

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы физики
и исследований им. Ландау
А.В. Рогачев**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Молекулярная физиология нервной системы
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра биофизики
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: И.В. Манухов, д-р биол. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры биофизики 27.01.2025

Аннотация

В ходе лекций студентам будут предоставлены актуальные сведения о формировании нервной системы; модульной и иерархической организации мозга, о типах межклеточных взаимодействий, архитектуре и физиологических свойствах основных белковых модулей, обеспечивающих функционирование нервной системы. Предлагаемый курс лекций подробно расскажет об основах электрофизиологических и визуализирующих методов исследования (техника микроэлектродов и патч-кламп, конфокальная и 2-фотонная микроскопия), методах визуализации конкретных рецепторов и каналов, а также визуализации функциональных белков, в том числе генетически закодированных биосенсоров.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Цель курса - познакомить студентов с современными представлениями об эволюции, молекулярной организации и функции нервной системы и мозга, о ключевых нерешенных проблемах функционирования человеческого мозга, предоставить информацию о молекулярных механизмах некоторых патологий нервной системы и подходы к их лечению.

Задачи дисциплины

- 1) Знакомство обучающихся с актуальными сведениями о формировании нервной системы
- 2) Знакомство обучающихся с модульной и иерархической организацией мозга, типами межклеточных взаимодействий, архитектуре и физиологических свойствах основных белковых модулей, обеспечивающих функционирование нервной системы
- 3) Знакомство обучающихся с основами электрофизиологических и визуализирующих методов исследования

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Способен вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и не менее чем на одном иностранном языке
	УК-4.2 Владеет навыками, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.)
	УК-4.3 Способен представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные
	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия

УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
ОПК-5 Способен и готов к повышению квалификации, профессиональному росту и руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК-5.1 Способен работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
	ОПК-5.2 Владеет навыком руководства малым коллективом в сфере своей профессиональной деятельности
	ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности

решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- 1) Актуальные сведения о формировании нервной системы
- 2) Модульную и иерархическую организацию мозга, типы межклеточных взаимодействий, архитектуру и физиологические свойства основных белковых модулей, обеспечивающих функционирование нервной системы
- 3) Основы электрофизиологических и визуализирующих методов исследования

уметь:

- 1) Применять методы биофизики для решения фундаментальных профессиональных задач;
- 2) Творчески использовать в научной деятельности знания о возможностях применения современных методов биофизики;
- 3) Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах;
- 4) Критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника;
- 5) Генерировать новые идеи и методические решения;
- 6) Осуществлять проектирование своей научной деятельности;
- 7) Представлять свои научные результаты в устных докладах.

владеть:

- 1) Методами теоретического и экспериментального исследования;
- 2) Навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных), обработки, анализа и систематизации информации;
- 3) Навыками критического анализа и оценки современных научных достижений.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в нервную систему. Ключевые компоненты нервной системы	2			2
2	Эволюция нервной системы, модульная и иерархическая организация мозга	2			2

3	Часть 1. Ключевые модули и компоненты нервной системы: нейроны. Часть 2. Ключевые модули и компоненты нервной системы: глиальные клетки	2			2
4	Архитектура и физиологические свойства основных модулей нервной системы. Синапсы и ионные каналы	2			2
5	Ионные каналы нервной системы. Кристаллическая структура и молекулярные принципы функционирования	2			2
6	Формирование синапсов и синаптическая пластичность	2			2
7	Молекулярная организация и функция пресинаптических окончаний	2			2
8	Ключевые модули передачи электрической информации. Часть 1. Молекулярные основы и принципы функционирования потенциалзависимых ионных каналов. Часть 2. Молекулярная архитектура потенциалзависимых ионных каналов	2			2
9	Часть 1. Синаптический переход. Молекулярная организация нейротрансмиттеров и рецепторов. Часть 2. Синаптический переход. Архитектура и молекулярные основы функционирования возбуждающих рецепторов и синапсов	2			2
10	Часть 3. Синаптический переход. Ингибиторный ионотропный рецепторы нервной системы: ГАМК- и глициновые рецепторы Cys-Loop	2			2
11	Часть 1. Метаботропные рецепторы. Общие принципы функционирования G-белков	2			2
12	Часть 2. Метаботропные рецепторы. Метаботропный глутамат. Рецепторы глутамата, ГАМК и АХ	2			2
13	Каннелопатии - заболевания, вызванные нарушением функции ионных каналов	2			2
14	Общие принципы и методы электрофизиологических исследований	2			2
15	Методы визуализации специфических рецепторов и каналов. Методы мониторинга и модуляции активности клеток нейрональной системы	2			2
Итого часов		30			30
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

1. Введение в нервную систему. Ключевые компоненты нервной системы

Основные особенности, строение и функции нервной системы. Молекулярно-модульная организация нервной системы. Типы межклеточных взаимодействий: электрические, гуморальные и синаптические связи. Синапс - ключевой многомолекулярный комплекс нервной системы. Химические и электрические типы синапсов. Нейротрансмиттеры в нервной системе.

Нейронные цепи. Центральная нервная система и периферическая нервная система. Соматическая и вегетативная нервная системы. Иерархическая организация нервной системы.

2. Эволюция нервной системы, модульная и иерархическая организация мозга

Этапы эволюции нервных клеток, нервной системы. Паттерн последовательного развития мозга - цефализация. Эволюция мозга позвоночных. Увеличение коры головного мозга в процессе эволюции приматов. Факты и мифы о мозге. Нервная система позвоночных и беспозвоночных.

3. Часть 1. Ключевые модули и компоненты нервной системы: нейроны.

Часть 2. Ключевые модули и компоненты нервной системы: глиальные клетки

Основные компоненты нервной системы: нейроны и глиальные клетки. Камилло Гольджи и Сантьяго Рамон-Кахаль - основоположники нейробиологии. Нейронная доктрина. Строение и функции клеточных элементов. Типичная морфология нейронов, электрические свойства и функции. Классификация нейронов. Нейроны - простейшие аналого-цифровые модули.

Основные типы глиальных клеток: астроциты, олигодендроциты, микроглия, эпендимные клетки,

сателлитные и шванновские клетки.

Основные функции глиальных клеток.

4. Архитектура и физиологические свойства основных модулей нервной системы. Синапсы и ионные каналы

Синапсы - ключевые модули нервной системы. Краткая история. Типы синапсов: химические возбуждающие и тормозные, электрические синапсы.

Ионные каналы. Основные инструменты возбуждения и торможения: типы каналов и общие принципы организации.

5. Ионные каналы нервной системы. Кристаллическая структура и молекулярные принципы функционирования

Семейства ионных каналов нервной системы.

Ионотропные и метаботропные рецепторы.

Общая архитектура и кристаллическая структура потенциалозависимых и рецепторных каналов.

Как работают ионные каналы? Одноканальные свойства. Молекулярные принципы ионной селективности. Как активация каналов интегрируется в синаптические потенциалы.

6. Формирование синапсов и синаптическая пластичность

Многоэтажная архитектура синапсов. Принципы молекулярной организации возбуждающих и тормозных синапсов.

Пластичность синаптической передачи. Дендритные шипы - морфологические модули пластичности мозга. Подвижность позвоночника. Роль актинового цитоскелета и кальция в синаптической пластичности.

7. Молекулярная организация и функция пресинаптических окончаний

Основы организации пресинаптических окончаний.

Ключевые этапы высвобождения нейромедиатора.

Прекращение действия нейромедиатора.

Организация и функция пресинаптических везикул.

Доставка нейромедиатора к пресинаптическим терминалам. Антероградный и ретроградный аксональный транспорт. Моторные белки: динеины и кинезины.

Молекулярная организация основных белков, обеспечивающих слияние везикул с пресинаптической мембраной: комплекса SNARE и синаптотагмина. Невропатология, связанная с нарушением аксонального транспорта.

8. Ключевые модули передачи электрической информации.

Часть 1. Молекулярные основы и принципы функционирования потенциалзависимых ионных каналов.

Часть 2. Молекулярная архитектура потенциалзависимых ионных каналов

Основные свойства нейронов. Основные типы потенциал-зависимых каналов. Потенциал действия: основные компоненты. Натриевые каналы: молекулярная организация. Разнообразие натриевых каналов. Блокаторы натриевых каналов.

Организация и функция кальциевых каналов.

Калиевые каналы: молекулярная организация. Молекулярные основы ионной селективности. Семейства потенциалзависимых ионных каналов. Кристаллическая структура калиевых и натриевых каналов. Специфические блокаторы калиевых и натриевых каналов.

Некоторые заболевания, возникающие в результате дисфункции потенциалозависимых каналов.

9. Часть 1. Синаптический переход. Молекулярная организация нейротрансмиттеров и рецепторов

Часть 2. Синаптический переход. Архитектура и молекулярные основы функционирования возбуждающих рецепторов и синапсов

Разнообразие и классификация нейронов. Устройство нейронов. Передача сигнала возбуждающими и тормозными синапсами. Типы синаптических контактов. Быстрая и медленная синаптическая передача: ионотропные и метаботропные рецепторы

Классы нейромедиаторов. Семейства рецепторов быстрой синаптической передачи. Ионотропные рецепторы глутамата: классификация и фармакология. Кристаллическая структура глутаматных рецепторов NMDA и AMPA. Уникальная сложность организации и управления рецепторами NMDA: блокировка ионами Mg; высокая проницаемость для ионов кальция и совместная активация с глицином или серином.

10. Часть 3. Синаптический переход. Ингибиторный ионотропный рецепторы нервной системы: ГАМК- и глициновые рецепторы Cys-Loop

Эукариотическая клетка;

Происхождение митохондрий;

Семейства каналов, управляемых синаптическими рецепторами.

Каналы рецепторов Cys-петли. ГАМК - главный тормозной нейромедиатор в центральной нервной системе. Структурная организация рецепторов ГАМК. Ионотропные рецепторы GABA_A и GABA_B.

Как активация рецепторов ГАМК вызывает торможение. Фармакология рецепторов ГАМК.

Глицин - главный тормозящий нейротрансмиттер в спинном мозге. Некоторые функции рецепторов глицина. Классификация субъединиц рецептора глицина. Распределение рецепторов глицина в нервной системе. Патологии глицинергической системы.

11. Часть 1. Метаботропные рецепторы. Общие принципы функционирования G-белков

Что такое метаботропные рецепторы? Что такое рецепторы G-белка? Типы субъединиц G-белка. Основные принципы действия. Некоторые патологии, возникающие в результате дисфункции метаботропных рецепторов.

12. Часть 2. Метаботропные рецепторы. Метаботропный глутамат. Рецепторы глутамата, ГАМК и АХ

Функциональные модули и типы метаботропных рецепторов. Распределение метаботропных рецепторов глутамата. Механизмы физиологического функционирования глутаматных рецепторов. Модуляция эндоканнабиноид-зависимого высвобождения нейромедиаторов. Некоторые другие физиологические функции

Краткая история метаботропного рецептора ГАМК. Структура организации, распространение, фармакология и основные функции.

Мускариновые рецепторы ацетилхолина. Молекулярная архитектура, основные семейства, распространение, фармакология и физиологические функции.

13. Каннелопатии - заболевания, вызванные нарушением функции ионных каналов

Основные классы каннелопатий.

Наследственные каннелопатии: неврологические и сердечные каннелопатии.

Аутоиммунные каннелопатии: миастения; Миастенический синдром Ламберта-Итона; Паранеопластическая дегенерация мозжечка (ПМД); Лимбический энцефалит.

14. Общие принципы и методы электрофизиологических исследований

Краткая история электрофизиологии. Основные подходы к регистрации электрических сигналов клетки: регистрация внутриклеточного микроэлектрода; вольт-кламп и фиксация тока; техника патч-кламп; внеклеточное детектирование; гетерологичная экспрессия ионных каналов в клеточных линиях и ооцитах *Xenopus*. Какую информацию можно получить при регистрации электрических сигналов.

15. Методы визуализации специфических рецепторов и каналов.

Методы мониторинга и модуляции активности клеток нейрональной системы

Как визуализировать конкретные молекулы в живых клетках? Флуоресценция и люминесцентный процесс. Визуализация функциональных белков с помощью генетически закодированных биосенсоров. Конфокальная и многофотонная микроскопия.

Оптосенсорика, фотофармакология и оптогенетика.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Учебная аудитория с медиапроектором и экраном, доступом в сеть Интернет.
2. Необходимое программное обеспечение.
3. Обеспечение самостоятельной работы - базы данных по журналам.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Мозг, познание, разум: введение в когнитивные нейронауки [Текст] : в 2 т. = Cognition Brain and Consciousness / Б. Баарс, Н. Гейдж; пер. 2-го англ. изд. под общ. ред. В. В. Шульговского. — М : БИНОМ.Лаборатория знаний, 2014. — Т. 1. - 2014. - 544 с.
2. Мозг, познание, разум: введение в когнитивные нейронауки [Текст] : в 2 т. = Cognition Brain and Consciousness / Б. Баарс, Н. Гейдж; пер. 2-го англ. изд. под общ. ред. В. В. Шульговского. — М : БИНОМ.Лаборатория знаний, 2014. — Т. 2. - 2014. - 464 с.

3. Brodal, P. (2004). The central nervous system: structure and function. oxford university Press.
4. Hille, B. (2001) Ion Channels of Excitable Membranes, 3rd edition
5. Alberts, B., Bray, D., Wilson, J. H., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Watson, J. D. (1989). Molecular biology of the cell (Vol. 2). Courier Corporation.
6. Николлс Дж.Г., Мартин А.П., Валлас Б.Дж., Фукс П.А. От нейрона к мозгу. Едиториал УРСС, 672 стр., 2003
7. Aschcroft F.M. Ion channels and disease. Academic Press, 481 pages, 2000
8. Bear M.F., Connors B.W., Paradiso M.A. Neuroscience. Exploring the brain. Lippincott Williams and Wilkins, 928 pages, 2006.
9. Eric R. Kandel, J. H. Schwartz & T. M. Jessell "Principles of neural science", 3rd edn. Elsevier, 1991.
10. Брежестовский П.Д. (2010) Физиология синапса: от молекулярных модулей до ретроградной модуляции. Российский физиологический журнал. 96(9), 841-860
11. Брежестовский П.Д. (2011) Архитектура ионных каналов биологических мембран. Биофизика, 56 (1), 51–64.
12. Брежестовский, П. Д., & Зефиоров, А. Л. (2019). Оптогенетика и фотофармакология—эффективные инструменты управления активностью клеток с помощью света. Казанский медицинский журнал, 100(1).

Дополнительная литература

1. Yeagle, P. 2000. The Structure of Biological Membranes, CRC Press LC
2. Stillwell, W. 2013. An Introduction to Biological Membrane: From Bilayers to Rafts, Elsevier.
3. Petty, H., L. 1993. Molecular Biology of Membranes (Structure and Function), Plenum Press, New York.
4. Ghysen, A. (2003). The origin and evolution of the nervous system. International Journal of Developmental Biology, 47(7-8), 555-562.
5. Gordon M. Shepherd "The synaptic organization of the brain", 3rd edn. Oxford, 1990.
6. Neher E. and Sakmann B. Single-channel recording, Springer, Boston, MA, 1995.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<https://www.youtube.com/watch?v=Q-gAXMMwT3Y>
<https://youtu.be/ZZQzMeFoZY0>
<https://www.youtube.com/watch?v=HYLyhXRp298>
<https://www.youtube.com/watch?v=XHT9QxEINSo>
https://www.youtube.com/watch?v=ZBSo_GFN3qI

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При подготовке и проведении лекционных занятий используется сеть интернет.
 Кроме того, используется Libre Office, а также графический пакет Ink Scape.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;

- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Прикладные математика и физика
профиль подготовки: Общая и прикладная физика
Физтех-школа физики и исследований им. Ландау
кафедра биофизики
курс: 1
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

Разработчик: И.В. Манухов, д-р биол. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Способен вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и не менее чем на одном иностранном языке
	УК-4.2 Владеет навыками, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.)
	УК-4.3 Способен представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные
	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации

ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
ОПК-5 Способен и готов к повышению квалификации, профессиональному росту и руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК-5.1 Способен работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
	ОПК-5.2 Владеет навыком руководства малым коллективом в сфере своей профессиональной деятельности
	ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Молекулярная физиология нервной системы» обучающийся должен:

знать:

- 1) Актуальные сведения о формировании нервной системы
- 2) Модульную и иерархическую организацию мозга, типы межклеточных взаимодействий, архитектуру и физиологические свойства основных белковых модулей, обеспечивающих функционирование нервной системы
- 3) Основы электрофизиологических и визуализирующих методов исследования

уметь:

- 1) Применять методы биофизики для решения фундаментальных профессиональных задач;
- 2) Творчески использовать в научной деятельности знания о возможностях применения современных методов биофизики;
- 3) Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах;
- 4) Критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника;
- 5) Генерировать новые идеи и методические решения;
- 6) Осуществлять проектирование своей научной деятельности;
- 7) Представлять свои научные результаты в устных докладах.

владеть:

- 1) Методами теоретического и экспериментального исследования;
- 2) Навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных), обработки, анализа и систематизации информации;
- 3) Навыками критического анализа и оценки современных научных достижений.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примеры тем курсовых работ/рефератов:

1. Молекулярная организация основных белков, обеспечивающих слияние везикул с пресинаптической мембраной: комплекса SNARE и синаптотаксина. Невропатология, связанная с нарушением аксонального транспорта.
2. Семейства потенциалзависимых ионных каналов. Заболевания, возникающие в результате дисфункции потенциалзависимых каналов.
3. Кристаллическая структура глутаматных рецепторов NMDA и AMPA. Уникальная сложность организации и управления рецепторами NMDA.
4. ГАМК - главный тормозной нейромедиатор в центральной нервной системе.
5. Глицин - главный тормозящий нейротрансмиттер в спинном мозге.
6. Визуализация функциональных белков с помощью генетически закодированных биосенсоров.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов:

Что должна делать нервная система?

Ключевые компоненты для функционирования нервной системы?

Укажите на некоторые различия между нервной системой беспозвоночных и позвоночных.

Какие изменения в мозге характерны для более продвинутых позвоночных?

Какие клетки (нейроны или глия) более выражены в коре головного мозга и мозжечке?

Какие клетки важны для образования миелина в периферической нервной системе?

Общие принципы молекулярной архитектуры рецепторно-управляемых и потенциал-управляемых каналов.

Основные отличия ионотропных и метаботропных рецепторов

Как могут быть локализованы различные типы рецепторов и каналов в постсинаптической мембране?

Какие клетки производят миелиновую изоляцию аксонов нейронов центральной нервной системы?

Примеры экзаменационных билетов:

Билет 1.

1. Что должна делать нервная система?

2. Какие клетки важны для образования миелина в периферической нервной системе?

Билет 2.

1. Ключевые компоненты функционирования нервной системы?

2. Общие принципы молекулярной архитектуры рецепторно-управляемых и потенциал-управляемых каналов.

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Экзамен проводится в устной форме по билетам. В каждом билете представлено два теоретических вопроса. При проведении экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.