

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет имени Н.И. Пирогова»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

Институт биомедицины (МБФ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

**Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б.1.В.В.04.02 Молекулярные нейронауки
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности
30.05.01 Медицинская биохимия
направленность (профиль)
Медицинская биохимия
Год начала подготовки - 2023**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.В.04.02 Молекулярные нейронауки (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия.

Направленность (профиль): Медицинская биохимия.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Носов Георгий Андреевич	кандидат биологических наук	доцент	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Новикова Маргарита Александровна		младший научный сотрудник	МГУ имени М.В.Ломоносова, кафедра высшей нервной деятельности

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Большаков Алексей Петрович	кандидат биологических наук	старший научный сотрудник	институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра медицинских нейротехнологий ИИН»
 протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

« _____ »
 протокол от «___» _____ 20__ № _____

Директор Института
 Прохорчук Егор Борисович
 Доктор биологических наук,
 Член-корреспондент
 Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия, утвержденный приказом от «29» мая 2020г. № 365 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель: Целью освоения дисциплины является получение знаний об организации процессов передачи и обработки информации в нервной системе на клеточном и молекулярном уровне, ознакомление с современными методами организации экспериментов для исследования функционирования отдельных нейронов и ансамблей нервных клеток.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- обучение навыкам подбора подходящих моделей и современных методов для проведения анализа биохимических процессов и каскадов внутриклеточной сигнальных систем.
- получение системных теоретических знаний об устройстве и функционировании клеток нервной системы, передаче и обработке сигнала на клеточном и молекулярном уровне, формировании мембранных потенциалов нервных клеток, синаптической передаче сигнала;
- развитие практических умений в области культивирования клеток, современных методов микроскопии и анализа данных, необходимых в профессиональной деятельности исследователя-нейробиолога;
- развитие профессионально важных качеств личности, значимых для реализации формируемых компетенций;
- формирование опыта практической деятельности в организации экспериментальной деятельности, в постановке и решении экспериментальных задач в области синаптологии, электрофизиологии, метаболизма нервных и глиальных клеток;

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Молекулярные нейронауки» изучается в 10 семестре(ах) и относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, Блока Б.1 «Дисциплины». Является дисциплиной по выбору.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Органическая химия; Биохимия; Основы молекулярной биологии.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Компьютерное конструирование лекарств; Лабораторная медицина: принципы и практика; Организация клинических и доклинических исследований.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

10 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-6 Способен определять стратегию и проблематику исследований, выбирать оптимальные способы их решения, проводить системный анализ объектов исследования, отвечать за правильность и обоснованность выводов, внедрение полученных результатов в практическое здравоохранение	
ОПК-6.ИД1 Планирует научное исследование.	Знать: - Методологию системного подхода, критического анализа проблемных ситуаций при решении задач в клеточной нейробиологии; - Основные принципы критического анализа нейробиологического эксперимента.
	Уметь: - Получать новые знания на основе анализа, синтеза и др.; - Собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к области клеточной нейробиологии; - Осуществлять поиск информации и решений на основе анализа статей, лабораторных протоколов и результатов опытов; - Анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; - Грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Постановки нейробиологического исследования с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; - Выявления научных проблем и использованием адекватных методов для их решения; - Демонстрирования оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций.
ОПК-6.ИД2 Анализирует результаты научного исследования.	Знать: - Методы анализа проблемной ситуации.
	Уметь: - Определять пробелы в информации и находить пути восполнения этих пробелов; - Устанавливать причины возникновения проблемной ситуации при планировании экспериментов; - Осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; - Определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке, способов их решения.
ОПК-6.ИД3 Формулирует выводы на основании результатов исследования с оценкой возможности внедрения полученных результатов в практическое здравоохранение.	Знать: - Основные задачи и этапы исследований в области нейробиологии.
	Уметь: - Оценить этапность выполнения задач научного эксперимента.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Создания и постановки научных экспериментов.
ПК-5 Способен проводить научные исследования в области молекулярной медицины и молекулярной биологии	
ПК-5.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области молекулярной медицины и молекулярной биологии	Знать: - Основные принципы формирования электрических потенциалов на мембране возбудимых клеток; - Пути измерения электрических потенциалов на мембране нервных клеток; - Основные события, происходящие при синаптической нейротрансмиссии; - Патологические состояния при нарушении нейротрансмиссии; - Пути визуализации этапов нейротрансмиссии с использованием микроскопического оборудования.
	Уметь: - Анализировать данные пэтч-кламп; - Обрабатывать данные микроскопического анализа нервной ткани, в том числе: данные конфокальной микроскопии, кальциевого имаджинга, флуориметрического имаджинга, визуализации одиночных молекул;
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Проведения экспериментов с культурой нервных клеток.
ПК-5.ИД2 Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области молекулярной медицины и молекулярной биологии	Знать: - Основные подходы к количественному анализу изображений с использованием специализированного программного обеспечения; - Основные подходы к анализу данных электрофизиологических измерений, полученных методом пэтч-кламп.
	Уметь: - Анализировать данные нейробиологических экспериментов с использованием программ ImageJ и Matlab; - Проводить single-particle tracking анализ.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Анализа данных нейробиологических экспериментов с использованием программ ImageJ и Matlab.

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-5.ИД3 Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области молекулярной медицины и молекулярной биологии.	Знать: - принципы терапии заболеваний, связанных с нарушением взаимодействия нервной и других систем организма.
	Уметь: - формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области нейробиологии.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - оценки новизны и актуальности планируемых и идущих разработок, их патентоспособность.
ПК-5.ИД4 Информировать научную общественность о результатах исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области молекулярной медицины и молекулярной биологии путем публикации их в рецензируемых научных изданиях и в виде докладов на научных мероприятиях	Знать: - нормативную базу по клеточным продуктам и продуктам для генной терапии.
	Уметь: - пользоваться научной литературой и нормативными документами, обобщать и систематизировать научную и нормативную информацию, производить поиск необходимых сведений с помощью специализированных баз данных.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - планирования реализации проекта по разработке, исследованиям и регистрации клеточных продуктов и продуктов для генной терапии.

2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			10
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		42	42
Семинарское занятие (СЗ)		30	30
Лекционное занятие (ЛЗ)		12	12
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		28	28
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		28	28
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		2	2
Зачет (З)*		2	2
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	72	72
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	2,00	2,00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

10 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Биохимические основы энергетического метаболизма			
1	ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ОПК-6.ИД3, ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4	Тема 1. Биохимические основы энергетического метаболизма	Основные пути метаболизма глюкозы: фазы, этапы и функции гликолиза, пентозофосфатного пути и цикла Кребса. Метаболизм пирувата. Строение пируватдегидрогеназного комплекса, регуляция его активности и обзор последствий нарушений его работы. Малат-аспартатный челнок. Результат углеводного обмена. Синтез и катаболизм кетоновых тел.
Раздел 2. Энергетический метаболизм мозга			
1	ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ОПК-6.ИД3, ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4	Тема 1. Энергетический метаболизм мозга	Связь увеличения скорости метаболизма мозга с эволюцией, предрасположенностью к отложению жира и нейродегенеративными заболеваниями. Неоднородность расхода энергии мозгом. Физиологические процессы мозга, требующие энергию. Последствия недостатка глюкозы для функционирования мозга. Транспортёры глюкозы. Согласованность периферического метаболизма глюкозы и метаболизма глюкозы в мозге. Зависимость поглощения глюкозы мозгом от питания. Пути катаболизма глюкозы в мозге. Отличия метаболизма глюкозы нейронов и глии. Сигнальная модуляция метаболизма глюкозы с помощью Wnt и инсулина. Генетические факторы, влияющие на метаболизм глюкозы в мозге. Модуляция функции нейронов и глии метаболитами глюкозы. Альтернативные источники энергии для мозга. Влияние кетоновых тел на метаболизм мозга..
Раздел 3. Спинномозговая жидкость и оболочки головного мозга как часть барьерной системы мозга. Развитие и происхождение нервных клеток			
1	ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ОПК-6.ИД3, ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4	Тема 1. Спинномозговая жидкость и оболочки головного мозга как часть барьерной системы мозга. Развитие и происхождение нервных клеток	Эксперименты Пауля Эрлиха и Эдвина Гольдмана. Строение и функции твердой, паутинной и мягкой оболочек мозга. Строение арахноидального барьера, его функции. Компоненты спинномозговой жидкости. Двухэтапная секреция спинномозговой жидкости клетками choroid plexus. Ток и реабсорбция спинномозговой жидкости. Регуляция секреции, состава, объема и циркуляции спинномозговой жидкости. Гидроцефалия. Функции спинномозговой жидкости. Развитие нервных клеток в раннем периоде. образование предшественников нервных клеток. Происхождение нейронов и глии. Происхождение клеток и индукционные взаимодействия в простых нервных системах. Индукционные взаимодействия при развитии глаз дрозофил. Происхождение клеток в ЦНС млекопитающих. Взаимосвязь между временем образования нейронов и их судьбой. Факторы роста и выживания нейронов. Нейтрофины в ЦНС. Конкурентное взаимодействие во время развития. Гибель нейронов. Исчезновение полинейрональной иннервации.
Раздел 4. Фенотип нейронов, глиальных клеток и их регуляция. Эпителий желудочков мозга как часть барьерной системы мозга			

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ОПК-6.ИД3, ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4	Тема 1. Фенотип нейронов, глиальных клеток и их регуляция. Эпителий желудочков мозга как часть барьерной системы мозга	Контроль за фенотипом нейронов в ПНС. Выбор трансмиттера. Роль аксона. Рост конуса, удлинение аксона, актин. Управление ростом аксона. Навигация. Иннервация клетки-мишени. образование синапсов. Агрин и синаптическая дифференцировка. Генетические аномалии строения коры. Гормональный контроль за развитием нервной системы. Стволовые нервные клетки. Радиальная глия. Нейрогенные зоны. Зубчатая извилина гиппокамп и субвентрикулярная зона. Регенерация нейронов в обонятельной системе. Регенерация нейронов и нейроглии при травмах и других патологиях. Регенерация аксонов. Астроцитарный рубец и астроглиоз. Примеры организмов, которые имеют высокий регенеративный потенциал нервной системы во взрослом возрасте. Межклеточный матрикс нервной ткани и его роль в регенерации нервной ткани. Регенерация зрительного нерва у хвостатых амфибий. Регенерация спинальной травмы иглистых мышей. Эмбриональное происхождение эпителия желудочков. Классификация эпендимных клеток по количеству ресничек и региональному распределению. Характеристика клеток E1, E2, E3 и таницитов. Участие таницитов в нейрогенезе. Функции эпендимных клеток. Эпендимные клетки как барьер спинномозговая жидкость – мозг. Эпендимные соединения, их роль как фильтра для обмена спинномозговой жидкости.
Раздел 5. Гемато-ликворный барьер и гематоэнцефалический барьеры			
1	ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ОПК-6.ИД3, ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4	Тема 1. Гемато-ликворный барьер и гематоэнцефалический барьеры	Роль гемато-ликворного барьера в патогенезе заболеваний головного мозга. Choroid plexus как место гемато-ликворного барьера. Строение и функции choroid plexus. Соединения клеток choroid plexus: плотные, адгезионные, щелевые, – их строение и участие в барьерной функции. Роль рецепторов и молекул адгезии в гемато-ликворном барьере. Дифференциальная экспрессия молекул адгезии и хемокинов в клетках choroid plexus. Иммунорегуляция в гемато-ликворном барьере. Механизмы инфицирования и инвазии патогенов центральной нервной системы. Роль изучения choroid plexus в разработке лекарств. Тема 6. Гематоэнцефалический барьер (ГЭБ). Строение нервно-сосудистой единицы. Отличия эндотелия ГЭБ от других сосудистых эндотелиев. Соединения эндотелиальных клеток: плотные, адгезионные и щелевые, – их строение и участие в барьерной функции. Роль перицитов, астроцитов, нейронов и микроглии в формировании ГЭБ. Обзор основных транспортных систем ГЭБ: парацеллюлярный, трансклеточный, транспорт монокарбоновых кислот, аминокислот, холина и витаминов, рецепторно-опосредованный транцитоз, абсорбционно-опосредованный транцитоз, внеклеточные везикулы. Нарушения ГЭБ. Стратегии доставки лекарств через ГЭБ.
Раздел 6. Синаптические везикулы			
1	ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ОПК-6.ИД3, ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД4	Тема 1. Синаптические везикулы	Эндоцитоз синаптических везикул. Физиологический смысл эндоцитоза синаптических везикул. Предшественники синаптических везикул, их состав, функции и транспорт к окончанию аксона. Аксональный транспорт. Классический и современный взгляды на цикл синаптических везикул.
Раздел 7. Экзоцитоз и эндоцитоз синаптических везикул			
1	ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ОПК-6.ИД3, ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4	Тема 1. Экзоцитоз и эндоцитоз синаптических везикул	Типы эндоцитоза синаптических везикул: kiss-and-run, clathrin-mediated (его этапы и участие адаптерных белков), ultrafast и activity-dependent bulk. Процесс перезаплатнения нейромедиатором синаптических везикул: закисление с помощью везикулярных H ⁺ -АТФаз, создание электрохимического градиента в везикуле и различная зависимость везикулярных транспортеров от компонентов этого градиента. Сортировка белков и липидов для синаптических везикул, роль синаптофизина во встраивании в мембрану везикул синаптобrevина II.
Раздел 8. Внеклеточный матрикс и постсинаптическая пластичность			

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ОПК-6.ИД3, ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4	Тема 1. Внеклеточный матрикс и постсинаптическая пластичность	Внеклеточный матрикс и постсинаптическая плотность. Пятичастное строение синапса (пресинаптическое окончание, постсинаптическое окончание, астроциты, внеклеточный матрикс, микроглия). Строение синаптического внеклеточного матрикса. Источники и расположение компонентов перинеурональных сетей. Роль гиалуроновой кислоты, протеогликанов и тенасцинов в функционировании синапса. Определение постсинаптической плотности. Неоднородность постсинаптической структуры. Основные белки постсинаптической плотности, особая роль PSD-95. Нанокластеры рецепторов.
Раздел 9. Метаболизм глутамата в головном мозге			
1	ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ОПК-6.ИД3, ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4	Тема 1. Метаболизм глутамата в головном мозге	Глутамат как самый распространенный нейромедиатор в мозге млекопитающих. Роль глутамата как тормозного нейромедиатора у беспозвоночных животных. Связь метаболизма глутамата с энергетическим метаболизмом. Энергозатратность глутаматэргической передачи. Транспорт глутамата в синаптические везикулы: роль VGLUT (везикулярного транспортера глутамата), зависимость от АТФ и концентрации Cl ⁻ . Поглощение глутамата из синаптической щели астроцитами. Na ⁺ -независимые транспортеры глутамата. Na ⁺ -зависимые транспортеры глутамата, их профиль экспрессии, связанные с ними патологии и механизм их работы. Метаболизм глутамата в астроцитах. Глутамат-глутаминовый цикл. Транспорт глутамата в нейроны с помощью различных изоформ переносчиков глутамата. Окислительный метаболизм глутамата. Синтез глутамата de novo. Роль аспартатаминотрансферазы и глутаматдегидрогеназы в синтезе и метаболизме глутамата в мозге. Метаболизм глутамата в нейронах. Секреция глутамата астроцитами.

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОУ	ОП
1	2	3	4	5	6	7	8
10 семестр							
Раздел 1. Биохимические основы энергетического метаболизма							
Тема 1. Биохимические основы энергетического метаболизма							
1	ЛЗ	Энергетический метаболизм клетки	2	Д	1	1	
2	СЗ	Основные биохимические пути в клетке	4	Т	1	1	1
Раздел 2. Энергетический метаболизм мозга							
Тема 1. Энергетический метаболизм мозга							
3	ЛЗ	Физиологические процессы в мозге, требующие энергии	2	Д	1	1	1
4	СЗ	Метаболизм глюкозы в мозге, транспорт глюкозы в мозг, регуляция метаболизма глюкозы в мозге	4	Т	1	1	1
Раздел 3. Спинномозговая жидкость и оболочки головного мозга как часть барьерной системы мозга. Развитие и происхождение нервных клеток							
Тема 1. Спинномозговая жидкость и оболочки головного мозга как часть барьерной системы мозга. Развитие и происхождение нервных клеток							
5	ЛЗ	Спинномозговая жидкость, ее компоненты, секреция и функции.	2	Д	1	1	1
6	СЗ	Происхождение и развитие нервных нейронов и глиальных клеток	4	Т	1	1	1
Раздел 4. Фенотип нейронов, глиальных клеток и их регуляция. Эпителий желудочков мозга как часть барьерной системы мозга							
Тема 1. Фенотип нейронов, глиальных клеток и их регуляция. Эпителий желудочков мозга как часть барьерной системы мозга							
7	ЛЗ	Эпителий желудочков мозга, типы клеток, входящих в его состав и их функции. Барьерная функция эпидемических клеток	2	Д	1	1	1
8	СЗ	Регенерация различных типов клеток нервной системы	4	Т	1	1	1
Раздел 5. Гемато-ликворный барьер и гематоэнцефалический барьеры							
Тема 1. Гемато-ликворный барьер и гематоэнцефалический барьеры							
9	ЛЗ	Гематоликворный и гематоэнцефалические барьеры – строение choroid plexus, типы клеток, строение нервно-сосудистой единицы и их функции	2	Д	1	1	1
10	СЗ	Регуляция гематоликворной и гематоэнцефалической барьерных функций и ее нарушения. Роль этих путей в доставке лекарств	2	Т	1	1	1
Раздел 6. Синаптические везикулы							
Тема 1. Синаптические везикулы							
11	ЛЗ	Синаптогенез	2	Д	1	1	1
12	СЗ	Транспорт синаптических везикул	4	Т	1	1	1
Раздел 7. Экзоцитоз и эндоцитоз синаптических везикул							
Тема 1. Экзоцитоз и эндоцитоз синаптических везикул							
13	СЗ	Экзоцитоз синаптических везикул	4	Т	1	1	1
Раздел 8. Внеклеточный матрикс и постсинаптическая пластичность							
Тема 1. Внеклеточный матрикс и постсинаптическая пластичность							
14	СЗ	Роль компонентов внеклеточного матрикса в функционировании синапса	2	Т	1	1	1
Раздел 9. Метаболизм глутамата в головном мозге							
Тема 1. Метаболизм глутамата в головном мозге							
15	СЗ	Метаболизм глутамата в головном мозге	2	Т	1	1	1
16	З	Промежуточная аттестация	2	ПА		1	
		Всего в семестре	44		15	15	14
		Всего по дисциплине	44		15	15	14

(* , ** , *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Семинарское занятие	Семинар	СЗ

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимися
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимися знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос устный	Опрос устный	ОУ			
3	Опрос письменный	Опрос письменный	ОП		+	

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине
Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
10 семестр	Зачет	Опрос устный

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование
Зачет	Зачет 3

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

10 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Семинарское занятие	СЗ	Опрос письменный	ОП	9	1008	В	Т	112	75	38
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1008					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

10 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10 семестр

Перечень контрольных нормативов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Текущий контроль включает в себя текущий тематический контроль, текущий рубежный (модульный) контроль и текущий итоговый контроль.

Для подготовки к текущему тематическому контролю, обучающемуся следует изучить учебный материал по теме занятия или отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос.

Для подготовки к текущему рубежному (модульному) контролю и текущему итоговому контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета по дисциплине «Молекулярные нейронауки» организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов. Зачет проходит в форме собеседования по билету. Билет включает в себя три теоретических вопроса.

Образец билета для проведения зачета

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра медицинских нейротехнологий ИНН

Билет № _____

для проведения зачета по дисциплине «Молекулярные нейронауки» по программе
специалитета по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия
направленность (профиль) Медицинская биохимия

1. Разнообразие рецепторов ГАМК в центральной нервной системе млекопитающих.
2. Механизмы генерации LTP.
3. Какими образом можно регистрировать кальциевые токи в клетках нервной системы *in vivo*? предложите наибольшее число способов.

Заведующий кафедрой _____

Синкин М.В.

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

внимательно прочитать материал предыдущей лекции

ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции

внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради

записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции

Методические указания для подготовки к занятиям семинарского типа

- внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
- подготовиться к выступлению на заданную тему, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- подготовить доклад, презентацию или реферат, если данное задание предусмотрено по дисциплине.

Методические указания для подготовки к зачету

Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины (см. п. 5.3.2) подготавливаются кафедрой и объявляются преподавателем накануне проведения текущего контроля успеваемости.

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

работу с электронными образовательными ресурсами (дополнительные иллюстративно-информационные материалы, представленные на сайте кафедры), с конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование

решение ситуационных задач

решение тестовых заданий

работу с учебной, учебно-методической литературой по теме (рекомендованные учебники, методические пособия, ознакомление с материалами, опубликованными на рекомендованных медицинских сайтах)

Другое

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

- работы с учебной, учебно-методической и научной литературой, электронными образовательными ресурсами (например, просмотр видеолекций или учебных фильмов), конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование и реферирование, перевод текстов, составление профессиональных глоссариев;
- подготовки тематических сообщений и выступлений;
- выполнения письменных контрольных работ.

Другое

При подготовке к собеседованию по билетам следует:

- ознакомиться со списком вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена;
- проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
- определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
- повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам;
- повторить схемы, таблицы и другой материал, изученный в процессе освоения дисциплины.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	От нейрона к мозгу, Куфлер С., Николс Дж., 2024 - 2025	Биохимические основы энергетического метаболизма	5	

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. 3. ЭБС «Консультант студента» www.studmedlib.ru
2. ЭБС «Букап» <https://www.books-up.ru/>
3. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>
5. PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
6. Реферативная и аналитическая база научных публикаций и цитирования издательства Elsevier «Scopus»
7. Российская национальная библиотека <https://nlr.ru/>
8. Российская государственная библиотека www.rsl.ru

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescore» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
18. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Экран для проектора, Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду, Проектор мультимедийный
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
3	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.