

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ А.Л. Голстик



« 20 » _____ 11 _____ 2017 г.

Регистрационный № УД - 4611 /уч.

Основы нейробиологии

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1-31 80 01 Биология**

2017 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 01-2012 и учебных планов УВО № G 31-235/уч. 2017 г. и УВО № G 31-289/уч. 2017 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Александр Викторович Сидоров, профессор кафедры физиологии человека и животных Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Рубахова Валентина Михайловна, ведущий научный сотрудник лаборатории нейрофизиологии ГНУ «Институт физиологии» НАН Беларуси», кандидат биологических наук, доцент;

Демидчик Вадим Викторович, заведующий кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физиологии человека и животных Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 17 ноября 2017 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 15 ноября 2017 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа УВО по учебной дисциплине «Основы нейробиологии» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования II ступени по специальности 1-31 80 01 Биология. Учебная дисциплина относится к государственному компоненту цикла дисциплин специальной подготовки учебного плана.

Нейробиология является одной из ключевых биологических дисциплин. Она использует знания и методы анатомии, гистологии, цитологии, физиологии, биохимии, биофизики, генетики, молекулярной биологии и медицины для изучения функций нервной системы и поведения животных организмов при действии внешних и внутренних факторов. Объектом и предметом изучения в нейробиологии являются функциональная активность и интегративная деятельность нервной системы (мозга) на организменном, системном, органном, клеточном и молекулярном уровнях организации. При этом особое внимание уделяется механизмам регуляции и координации поведения животных и человека в новых условиях существования индивидуума и популяции в целом.

Программа учебной дисциплины «Основы нейробиологии» содержит современные представления о принципах передачи информации и структурной организации мозга, интеграции и координации физиологических функций организма, механизмах обработки информации в нервной системе и формирования итогового моторного ответа, регуляции поведения человека и животных. Особое внимание уделено физиологии нервных клеток и синапсов, вопросам, связанным с медиаторным обеспечением центральной нервной системы. Особенностью программы является широкое использование сведений из области клеточной и молекулярной биологии, а также данных биофизики.

Цель учебной дисциплины – подготовить обучаемого к самостоятельной работе в области нейробиологии, сформировать у него систему современных представлений о физиологии нервной системы. В связи с этим основными **задачами учебной дисциплины** являются:

- познакомить студентов с современными представлениями о структурно-функциональной организации нервной системы на анатомическом, гистологическом, клеточном уровнях;
- дать представление о клеточных и молекулярных механизмах, обеспечивающих передачу информацией между клетками;
- познакомить студентов с основными интегративными механизмами в центральной нервной системе;
- познакомить обучаемых с методическими приёмами и подходами, применяемыми при исследовании функций нервной системы в организме позвоночных и беспозвоночных животных.

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать:

- структурно-функциональную организацию нервной системы позвоночных (человека) и модельных беспозвоночных;

- ионные механизмы, опосредующие электрические сигналы клеток и синаптическую передачу сигнала;
- локализацию, метаболизм, организацию рецепторного аппарата и биологические эффекты основных нейромедиаторных (нейромодуляторных) систем организма животных;
- клеточные механизмы, опосредующие реализацию интегративных функций мозга (обработка зрительных, слуховых, соматосенсорных сигналов);

уметь:

- дать описание строения синаптических контактов;
- определять электрические сигналы нервных клеток и оценивать степень изменения эффективности синаптической передачи;
- использовать знание интегративных функций центральной нервной системы для анализа поведенческой активности животных и человека;

владеть:

- навыками работы с микроскопической техникой для оценки морфологических характеристик нервных клеток;
- основами микроэлектродных методов исследования электрической активности нервных клеток;
- методиками анализа электрической активности нейронов и изучения поведения животных.

Изучение учебной дисциплины «Основы нейробиологии» должно обеспечить формирование у магистранта следующих компетенций:

АК-2. Применять методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-производственной, производственной, научно-педагогической, управленческой и инновационной деятельности.

АК-3. Использовать междисциплинарный подход при решении проблем, совершенствовать навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-4. Самостоятельно изучать новые методы исследований, приобретать новые знания и умения, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, повышать свою квалификацию в течение всей жизни, обеспечивать личностное и профессиональное саморазвитие.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования (осуществлять постановку научной проблемы, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, оценивать их достоверность и осуществлять статистическую обработку, формулировать из полученных результатов корректные выводы).

ПК-2. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научных, научно-технических и других информационных источниках, составлять аналитические обзоры;

ПК-3. Организовывать работу по подготовке научных статей, сообщений, рефератов и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-5. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования (осуществлять постановку научной проблемы, имеющей практическую значимость; выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы; проводить анализ результатов экспериментальных исследований, оценивать их достоверность и осуществлять статистическую обработку, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов).

ПК-11. Составлять отчеты по научным, научно-производственным проектам исследований.

Изучение учебной дисциплины «Основы нейробиологии» базируется на знаниях, полученных студентами по учебным дисциплинам «Анатомия человека», «Цитология и гистология», «Биохимия», «Физиология человека и животных», «Основы биологии развития», «Молекулярная биология» и др.

В соответствии с учебным планом очной формы получения образования изучение учебной дисциплины осуществляется во 2 семестре. Программа рассчитана на 142 часа, в том числе 36 аудиторных (лекционных) часа. В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования изучение учебной дисциплины осуществляется во 2-3 семестрах. Программа рассчитана на 142 часа, в том числе 10 аудиторных (лекционных) часа. Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ

Становление нейробиологии как науки. Краткая история развития представлений о структурно-функциональной организации нервной системы. Принципы, лежащие в основе обмена информацией между клетками организма: сигнализация, протекающая с и без участия рецепторов. Типы взаимодействий, основанные на принципах гуморальной регуляции: эндокринная, паракринная и нейронная передачи сигнала. Взаимодействия, основанные на прямом контакте между клетками.

Основные направления эволюции межклеточной коммуникации. Гипотеза полигенеза нервной ткани. Эволюция нервной системы: диффузная, диффузно-узловая, узловая (лестничный и цепочечные типы, разбросанно-узловая система), трубчатая. Рефлекторная дуга и пути ее эволюции.

II. СТРОЕНИЕ МЕЖКЛЕТОЧНЫХ КОНТАКТОВ

Типы межклеточных контактов. Плотные контакты, обеспечивающие герметизацию отсеков межклеточного пространства. Их строение и распространение среди тканей организма. Контакты, обеспечивающие механическое единство тканей: рыхлые (простые) контакты, десмосомы и полудесмосомы. Их структурно-функциональная организация. Контакты, обеспечивающие коммуникацию между клетками.

Щелевые контакты. Распространение в организме. Строение коннексона. Характеристика и классификация коннексинов.

Структурно-функциональная организация синапсов: пре- и постсинаптические части. Синапсы 1-го (ассиметричные) и 2-го (симметричные) типа. Виды синаптических соединений. Строение синапсов со смешанным (электрохимическим) механизмом передачи сигнала. Понятие о дендритном шипиковом аппарате, волокнах *en passant*, ленточных синапсах. Корреляция между ультраструктурой синапса и типом используемого нейромедиатора.

III. ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ

Транспортные свойства мембраны клеток эукариот. Избирательный перенос веществ через плазмолемму. Белковые молекулы мембран, обеспечивающие транспорт: белки переносчики и каналы белки.

Различия во вне- и внутриклеточной концентрации биологически значимых ионов: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- .

Виды транспорта: пассивный и активный. Перенос посредством транспортных белков: унипорт, симпорт, антипорт. Важнейшие мембранные транспортеры клетки: $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$, Na^+/H^+ , Na^+/Cl^- обменники и другие. Системы активного транспорта. Na^+/K^+ -АТФаза – рабочий цикл, контроль активности, молекулярное строение, функции. Ca^{2+} -АТФазы внутриклеточных органелл и плазматической мембраны – рабочий цикл и выполняемые функции.

Ионные каналы плазмолеммы. Методы их изучения. Понятие об избирательности (селективности) и управляемости канала. Активируемые натяжением, управляемые напряжением и лиганд-управляемые каналы. Принципы их работы. Основные каналы возбудимых мембран: натриевые, калиевые, кальциевые, хлорные и неселективные ионные каналы. Их подтипы, молекулярная организация, регуляция работы.

IV. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ КЛЕТОК

Мембранный потенциал. Его измерение (работы Ходжкина и Хаксли, Кёртиса и Коула). Микроэлектродная техника. Де- и гиперполяризация мембраны (выходящий и входящий электрический ток). Электротонический потенциал и потенциал действия. Возбуждающий и тормозный постсинаптические потенциалы. Электрические свойства мембраны. Сопротивление и ёмкость. Вольт-амперная характеристика мембраны: задержанное и аномальное выпрямление. Общий ток через мембрану. Постоянная времени и длины. Пассивное и активное распространение тока по нервному волокну. Преимущества активного распространения электрического сигнала.

Взаимодействие синапсов: временная и пространственная суммация. Их роль в нейронной интеграции.

V. ИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕМБРАННОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ

Формирование мембранного потенциала. Потенциал равновесия и уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана и проницаемость мембраны для ионов ка-

лия, натрия и хлора. Развитие и временная динамика потенциала действия. Распространение потенциала действия.

Ионные токи через мембрану при потенциале действия, их динамика, способы разделения Na^+ и K^+ токов. Изменение натриевой и калиевой проницаемости при развитии потенциала действия. Экспериментальная проверка ионной гипотезы.

Ионные токи через одиночные каналы. Метод локальной фиксации потенциала (patch clamp) и его модификации. Электрофизиологические методы *in vivo* (электроэнцефалография) и *in vitro* (фиксация тока и напряжения). Ионофоретическая аппликация веществ.

VI. МЕХАНИЗМЫ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА

Пресинаптические механизмы. Деполяризация нервного окончания как начальный этап высвобождения нейромедиатора. Роль ионов кальция при деполяризации. Понятие о синаптической задержке.

Квантовый характер высвобождения медиатора. Миниатюрные потенциалы концевой пластинки нервно-мышечного соединения. Распределение их амплитуд, вызванных одиночной стимуляцией пресинаптического волокна. Расчет квантового выхода. Способы его оценки. Понятие об эффективности синапса.

Морфологические корреляты квантового выхода. Везикулярная гипотеза высвобождения медиатора. Мобилизация, разрядка и рециклизация синаптических пузырьков. Молекулярные основы выделения медиатора. SNARE гипотеза. Белки, опосредующие слияние мембран: синаптобrevин, синтаксин, синаптогамин.

Постсинаптические механизмы. Синаптические потенциалы (возбуждающие и тормозные), связанные с изменением (увеличением и уменьшением) проводимости мембраны. Ионные механизмы их опосредующие. Эквивалентные электрические схемы прямой и непрямой синаптической передачи.

Электротоническая передача. Электротонические синапсы двустороннего и одностороннего проведения. Коэффициент связи.

Электрохимические (смешанные) синапсы. Структурная организация и принципы функционирования. Возбуждающие и тормозные электрохимические синапсы.

Эффективность синаптической передачи. Кратковременные изменения в синапсах: синаптическое облегчение, депрессия и усиление. Пост-тетаническая потенциация. Механизмы их реализации. Долговременные изменения в синапсах: долговременная потенциация и депрессия. Молекулярные механизмы, опосредующие их протекание.

Регуляция работы электротонических синапсов.

VII. СИГНАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ ВЕЩЕСТВ

Принципы межклеточной передачи сигнала. Рецепторная теория. Пути передачи сигнала через мембрану клетки: взаимодействие с внутриклеточными рецепторами, прямое изменение ферментативной активности рецепторного

белка, активация ионных каналов и G белков (ионо- и метаботропные рецепторы). Тирозин-киназные рецепторы. Каскадное фосфорилирование протеинкиназ.

Рецепторы, связанные с G белками. Их молекулярная структура. Система G белков, их субъединичное строение. Диссоциация G белка: активация посредством α - и $\beta\gamma$ -субъединиц. Классификация G белков.

Системы вторичных внутриклеточных посредников. Аденилатциклазная система. Фосфолипаза C и инозитолфосфатная система. Их молекулярная организация. Свободный кальций как вторичный посредник. Кальций связывающие белки – кальмодулин. Преимущества, связанные с использованием систем вторичных посредников.

Общая характеристика рецепторов. Кривая «доза-эффект». Понятие об агонистах (полные и неполные) и антагонистах (конкурентные и необратимые). Химический и физиологический антагонизм. Избирательность действия веществ и факторы ее определяющие. Десенситизация рецепторов.

Экспериментальные методы, используемые при исследовании функций сигнальных молекул. Методы биоанализа. Изучение поведения животных: понятие об условных рефлексах, габитуации и сенситизации. Методы, используемые для идентификации нейромедиаторных систем: радиоизотопный анализ, микродиализ, электро-химические и иммуногистохимические методы, гибридизация *in situ*, FRET, двух- и мультифотонная флуоресценция. Количественные методы в нейрофизиологии: аффинная и высокоэффективная жидкостная хроматография. Рентгеноструктурный анализ. Биоинформационные методы.

Критерии идентификации нейромедиаторов. Физиологическая и фармакологическая идентичность. Отличительные особенности нейро-модуляторов. Классификация нейромедиаторов и нейромодуляторов.

Концепция объёмной и проводниковой передачи сигнала. Особенности паракринного действия сигнальных молекул. Типы межклеточных сигналов. Клеточная организация мозга и его основные системы: иерархическая и диффузная. Кислотно-основное равновесие (pH), температура и свободные радикалы как факторы объёмной передачи сигнала.

VIII. НЕЙРОМЕДИАТОРЫ

Ацетилхолин. Локализация в ЦНС млекопитающих, метаболизм, рецепторы, передача сигнала внутрь клетки, биологические эффекты.

Гистамин. Локализация в ЦНС млекопитающих, метаболизм, рецепторы, передача сигнала внутрь клетки, биологические эффекты.

Серотонин. Локализация в ЦНС млекопитающих, метаболизм, рецепторы, передача сигнала внутрь клетки, биологические эффекты.

Катехоламины: дофамин, норадреналин и адреналин. Локализация в ЦНС млекопитающих, метаболизм, рецепторы, передача сигнала внутрь клетки, биологические эффекты.

Аминокислоты как нейромедиаторы. Возбуждающие (глутамат, аспарат) и тормозные (γ -аминомасляная кислота, глицин) аминокислоты. Локализация в

ЦНС млекопитающих, метаболизм, рецепторы, передача сигнала внутрь клетки, биологические эффекты.

IX. НЕЙРОМОДУЛЯТОРЫ

Нейропептиды. Общая характеристика и особенности метаболизма. Система быстрого и медленного аксонного транспорта, молекулярные механизмы его опосредующие (двигательные белки: кинезин и динеин). Основные биологически значимые группы нейропептидов: такикинины и вещество Р, опиоидные пептиды, галанин, нейротензин, нейропептид Y. Их локализация в ЦНС млекопитающих, рецепторы, передача сигнала внутрь клетки, биологические эффекты.

Производные жирных кислот. Эйкозаноиды и анандамид. Их метаболизм, рецепторы, передача сигнала внутрь клетки, биологические эффекты.

Пурины и пиримидины. Роль внеклеточных АТФ и аденозина в регуляции процессов межклеточной коммуникации. Рецепторы к пуринам и пиримидинам, передача сигнала внутрь клетки, биологические эффекты.

Газообразные нейромодуляторы: монооксиды азота (NO) и углерода (CO), сульфид водорода (H₂S). Особенности их действия. Локализация нитрических нейронов в ЦНС млекопитающих, метаболизм монооксида азота, передача сигнала внутрь клетки, биологические эффекты.

X. СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Общий обзор нервной системы. Классификация по топографическому принципу и анатомо-функциональная классификация. Нейроны и глия. Морфологическая и морфо-функциональная классификация нейронов.

Спинальный мозг: размеры, топография, утолщения. Сегменты спинного мозга их строение и номенклатура. Микроструктура серого вещества: ядра спинного мозга и их расположение. Организация белого вещества. Проводящие пути переднего, бокового и заднего канатиков. Собственный сегментарный аппарат мозга. Оболочки спинного мозга: твердая, паутинная и сосудистая.

Головной мозг: его отделы, размеры, внешний вид (базальная, медиальная и верхнелатеральные поверхности). Конечный мозг: кора больших полушарий, ее клеточная организация. Доли конечного мозга. Локализация функций в коре больших полушарий. Базальные ядра конечного мозга: хвостатое ядро, скорлупа, бледный шар, ограда, миндалевидное тело. Понятие о стриопаллидарной системе, нео- и палеостриатуме. Белое вещество конечного мозга: свод и мозолистое тело. Лимбическая система. Промежуточный мозг: топография и основные части (таламус, метаталамус, эпителиамус, гипоталамус. Их ядра и краткая характеристика выполняемых функций. Средний мозг: крыша, ножки, водопровод. Ядра среднего мозга. Задний мозг: мост и его ядра, мозжечок (строение, клеточная организация коры, ядра). Продолговатый мозг и его ядра. Понятие о ретикулярной формации. Система желудочков мозга, спинно-мозговая жидкость, ее состав и функции. Кровоснабжение мозга: виллизиев круг.

Проводящие пути мозга. Типы проводящих путей: ассоциативные, комиссуральные, проекционные. Классификация проекционных волокон. Экстероцептивные проводящие пути: латеральный и передний спинно-таламический. Проприоцептивные проводящие пути: бульботаламический, задний и передний спинно-мозжечковые. Мозжечково-таламический и мозжечково-покрышечный путь. Нисходящие пути: главный двигательный (пирамидный) и экстрапирамидные пути.

Периферическая нервная система. Классификация нервных волокон. Черепные нервы: ядра и области иннервации. Спинно-мозговые нервы: их образование. Сплетения спинно-мозговых нервов, области иннервации. Рефлекторная дуга соматического рефлекса.

Автономная нервная система. Общий обзор строения. Особенности организации и выполняемые функции. Структура рефлекторной дуги вегетативного рефлекса. Симпатическая часть: симпатический ствол и его отделы, вегетативные сплетения брюшной полости и таза (чревное, верхнее и нижнее подчревные). Области иннервации. Парасимпатическая часть: головной и крестцовый отделы. Области иннервации.

XI. РАЗВИТИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Онтогенез головного и спинного мозга. Зародышевые листки и их производные. Образование нервной трубки (клеточные и молекулярные механизмы). Дифференциация нервной трубки на анатомическом (мозговые пузыри и изгибы), гистологическом и цитологическом уровнях. Нервный гребень и его производные, пути миграции клеток нервного гребня в онтогенезе.

Закладка и развитие органов чувств.

XII. НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Рецепторы. Классификация рецепторов. Механизм работы рецептора. Адаптация. Механорецепторы мышечных веретён и сухожильных органов, рецепторы растяжения, тактильные рецепторы. Механочувствительные волосковые клетки и трансдукция механического стимула. Обонятельные рецепторы и специфичность одорантов. Вкусовые рецепторные клетки. Виды вкусовой чувствительности. Болевая и температурная рецепция.

Механизмы зрения. Сравнительная характеристика колбочек и палочек, обработка информации в сетчатке, пути поступления и обработка зрительной информации в латеральном колленчатом теле и первичной зрительной коре, функциональная архитектура зрительной коры, теории цветового зрения, механизм восприятия глубины пространства.

Механизмы слуха, чувства равновесия и речи. Восприятие громкости и частоты звука, локализация звука, пути поступления и обработка звуковой информации в нервной системе. Оттолитовый аппарат, функционирование полукружных каналов, центральная вестибулярная система. Фонация и артикуляция, центры речи.

Механизмы вкуса и обоняния. Пути поступления вкусовой и обонятельной информации в нервную систему, её обработка в коре и подкорковых центрах мозга. характеристика рецепторов, нервные механизмы восприятия вкуса и запаха.

Механочувствительность и висцеральная чувствительность. Кожная чувствительность. Нервные механизмы кожной чувствительности. Соматосерсорные функции ствола мозга. Организация соматосенсорной коры головного мозга.

Болевая чувствительность. Определение боли, теории порога и специфического рецептора. Нейрофизиология боли.

XIII. НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Двигательная единица. Спинальные рефлексы. Организация двигательных путей. Двигательные центры ствола головного мозга. Мозжечок. Базальные ганглии. Организация двигательной коры. Спинной мозг: функции и основные рефлексы.

XIV. ИНТЕГРАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ МОЗГА

Способы соединения нейронов: конвергенция и дивергенция. Принцип «общего конечного пути» Ч. Шеррингтона. Взаимосвязь явлений дивергенции и конвергенции. Интегративная деятельность нейрона. Локализация интегративных функций. Кора больших полушарий: зоны коры (сенсорные, моторные, ассоциативные) и их функции, функциональная межполушарная асимметрия.

Сон и бодрствование. Нейрофизиологические корреляты сознания.

Роль торможения в нервной системе. Центральные генераторы ритма и принципы, опосредующие функционирование нейронных осцилляторов. Клеточная организация центральных генераторов ритма у беспозвоночных.

XV. НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЕДЕНИЯ

Врожденные формы поведения: рефлексы и инстинкты. Классификация врожденных форм поведения. Нейрофизиологическая основа врожденного поведения. Понятие о научении. Неассоциативное научение (привыкание, подражание, импринтинг). Ассоциативное научение (классические и инструментальные условные рефлексы). Нейробиологические механизмы образования временной связи. Закономерности образования и торможения условных рефлексов. Пластичность поведения. Память и клеточные механизмы её опосредующие.

Клеточные механизмы поведения беспозвоночных. Основные формы поведения и их клеточное обеспечение у червей (медицинская пиявка), моллюсков (*Aplysia*, *Lymnaea*, *Helix*), членистоногих (омар, муравьи, пчёлы).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(очная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
I	Введение	2						Устный опрос
II	Строение межклеточных контактов	2						Устный опрос
III	Транспорт веществ через мембрану	2						Устный опрос
IV-V	Электрические сигналы клеток. Ионные механизмы формирования мембранного потенциала и потенциала действия	4						Устный опрос
VI	Механизмы синаптической передачи сигнала	6						Устный опрос
VII	Сигнальные механизмы действия веществ	2						Устный опрос
VIII-IX	Нейромедиаторы. Нейромодуляторы	6						Устный опрос
X-XI	Структурная организация нервной системы человека. Развитие нервной системы	4						Устный опрос
XII-XIII	Нейрофизиология сенсорных систем. Нейрофизиология двигательных систем	4						Устный опрос
XIV-XV	Интегративные функции мозга. Нейрофизиологические основы поведения	4						Устный опрос

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(заочная форма получения образования)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
I	Введение	1						Устный опрос
II	Строение межклеточных контактов	1						Устный опрос
III	Транспорт веществ через мембрану	1						Устный опрос
IV-V	Электрические сигналы клеток. Ионные механизмы формирования мембранного потенциала и потенциала действия	1						Устный опрос
VI	Механизмы синаптической передачи сигнала	1						Устный опрос
VII	Сигнальные механизмы действия веществ	1						Устный опрос
VIII-IX	Нейромедиаторы. Нейромодуляторы	1						Устный опрос
X-XI	Структурная организация нервной системы человека. Развитие нервной системы	1						Устный опрос
XII-XIII	Нейрофизиология сенсорных систем. Нейрофизиология двигательных систем	1						Устный опрос
XIV-XV	Интегративные функции мозга. Нейрофизиологические основы поведения	1						Устный опрос

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *Николс Дж. Г.* От нейрона к мозгу / Дж. Г. Николс, А. Р. Мартин, Б. Дж. Валлас, П. А. Фукс. М.: Либроком, 2012.- 672 с.
2. *Neuroscience in the 21st Century: From Basic to Clinical.* 2nd ed. / Edition by Donald W. Pfaff (Editor), Nora D. Volkow (Editor) Springer New York, 2016.
3. *Kandel E. R.* Principles of neural science / E. R. Kandel, J. H. Schwartz, T. M. Jessel. New York: Prentice Hall, 2000.
4. *Hammond C.* Cellular and Molecular Neurobiology / C. Hammond. Academic Press, 2001.– 493 p.
5. *Сидоров А. В.* Физиология межклеточной коммуникации / А. В. Сидоров. Минск: БГУ, 2008.– 215 с.
6. *von Bohlen und Halbach O.* Neurotransmitters and Neuromodulators / O. von Bohlen und Halbach, R. Dermietzel. Darmstadt: Wiley-VCH Verlag GmbH Weinheim, 2002.- 285 p.

Дополнительная:

7. *Орлов Р. С.* Нормальная физиология / Р.С. Орлов, А.Д. Ноздрачев. М: Гэотар-медиа, 2005.
8. *Привес М. Г.* Анатомия человека / М.Г. Привес, Н.К. Лысенков, В.И. Бушкович. СПб.: Издательство «Диля», 2006. – 620 с.
9. *Физиология человека.* Т. 1 / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996.
10. *Базисная и клиническая фармакология: В 2-х томах.* Т. 1. / Под ред Б. Г. Катцунг. М-СПб.: Бином-Невский диалект, 2000.- 608 с.
11. *Кэндел Э.* Клеточные основы поведения / Э. Кэндел. М.: Мир, 1980.-599 с.
12. *Сахаров Д. А.* Генеалогия нейронов / Д. А. Сахаров. М.: Наука, 1973.-183 с.
13. *Спрингер С.* Левый мозг, правый мозг. Ассиметрия мозга / С. Спрингер, Г. Дейч. М., 1983.
14. *Сравнительная физиология животных.* / Под ред. Л. Проссера. – М.:Мир. 1977.
15. *Хем А.* Гистология / А. Хем, Д. Кормак. М., 1982-83. Т. 1-5.
16. *Ходжкин А.* Нервный импульс / А. Ходжкин. М.: Мир, 1965.-108 с.
17. *Шаде Дж.* Основы неврологии / Дж. Шаде, Д. Форд. М., 1976.
18. *Шмидт-Ниельсен К.* Физиология животных: приспособление и среда. В 2-х кн. / К. Шмидт-Ниельсен. М.: Мир, 1982..
19. *Экклс Дж.* Физиология синапсов / Дж. Экклс. М.: Мир, 1966.-395 с.
20. *Alberts B.* Essential cell biology / B. Alberts, D. Bray, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter. New York and London: Garland Publishing Inc., 1998.-740 p.
21. *Hille B.* Ionic channels of excitable membranes / B. Hille. Sunderland, Mass.: Sinauer Assoc., 1992.-607 p.
22. *Neurotransmitters, Drugs and Brain Function* / Ed. R.A. Webster. Chichester: J. Wiley and Sons Ltd., 2001.- 520 p.
23. *Noback C. R.* The Human Nervous System: Structure and Function / Noback C. R., Ruggiero D. A., Demarest R. J., Strominger N. L. Humana Press, 2005.
24. *Sanes D. H.* Development of the Nervous System / D. H. Sanes, T. A. Reh, W. A. Harris. Academic Press, 2005.
25. *Van De Graaff, K. M.* Human Anatomy / K. M. Van De Graaff. McGraw-Hill Companies, 2002.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа учебной дисциплины, учебно-методический комплекс, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

В качестве формы итогового контроля по дисциплине используется экзамен. Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале.

Для оценки профессиональных компетенций студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- защита подготовленного студентом реферата.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в соответствии со следующими нормативными документами:

1) ПРАВИЛА проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утвержденные Постановлением Министерства образования Республики Беларусь 29.05.2012 № 53;

2) ПОЛОЖЕНИЕ о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в Белорусском государственном университете, утвержденное Приказом ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД;

3) Критерии оценки и компетенций студентов по 10-ти балльной шкале, утвержденные Приказом Министерства образования Республики Беларусь от 22.12.2003 №21-04-1/105.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
1. Цитология и гистология	Генетики	Отсутствуют Зав. кафедрой Н.П. Максимова	Утвердить согласование протокол № 4 от 17 октября 2017 г.
2. Физиология человека и животных	Физиологии человека и животных	Отсутствуют Зав. кафедрой А.Г. Чумак	Утвердить согласование протокол № 4 от 17 октября 2017 г.
3. Анатомия человека	Физиологии человека и животных	Отсутствуют Зав. кафедрой А.Г. Чумак	Утвердить согласование протокол № 4 от 17 октября 2017 г.
4. Основы биологии развития	Физиологии человека и животных	Отсутствуют Зав. кафедрой А.Г. Чумак	Утвердить согласование протокол № 4 от 17 октября 2017 г.
5. Биохимия	Биохимии	Отсутствуют Зав. кафедрой И.В. Семак	Утвердить согласование протокол № 4 от 17 октября 2017 г.
6. Молекулярная биология	Молекулярной биологии	Отсутствуют Зав. кафедрой А.Н. Евтушенко	Утвердить согласование протокол № 4 от 17 октября 2017 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____ / ____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (название кафедры) (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)