

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
Президиумом ученого совета ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины

«Основы биофизики и физиологии возбудимых систем»
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)
Направление подготовки / специальность
06.03.01 Биология

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Биология (общий профиль)

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород
2022 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Основы биофизики и физиологии возбудимых систем» относится к Дисциплинам по выбору Б1.В.ДВ.03 части блока Б1 ОПОП по направлению подготовки 06.03.01 «Биология», код Б1.В.ДВ.04.07. Дисциплина предназначена для освоения студентами очной формы обучения, преподается в 6 семестре. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.04.07 Основы биофизики и физиологии возбудимых систем относится к части ООП направления подготовки 06.03.01 Биология, формируемой участниками образовательных отношений.

Целями освоения дисциплины «Основы биофизики и физиологии возбудимых систем» являются:

- Изучение основ физико-химических закономерностей ответной реакции возбудимых систем на раздражитель, механизмов проведения возбуждения на молекулярно-клеточном уровне.
- Формирование у студентов системных знаний о физиологических основах методов исследования функций возбудимых систем на различных уровнях организации.
- Воспитание навыков логического физиологического мышления, способности к анализу и синтезу.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-1 Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научно-	ПК-1.1. Знает: - правила сбора и анализа информации по теме исследования, способы и правила представления результатов в письменной и устной формах,	Знает теоретические основы функционирования возбудимых систем, подтверждая знания в виде письменных контрольных работ	Доклад Вопросы для собеседования Тестовые задания Практические задания

<p>технических отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по актуальным вопросам биологии и экологии</p>	<p>ПК-1.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать и осуществлять поиск научной информации, оформлять результаты исследования для представления в письменной и устной формах. 	<p>Умеет планировать и осуществлять поиск научной информации для составления докладов по теме дисциплины</p>	
	<p>ПК-1.3. Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования 	<p>Владеет опытом представления результатов на основе проработанной научной литературы по теме дисциплины</p>	
<p><i>ПК-2</i></p> <p>Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ</p>	<p>ПК-2.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике; 	<p>Знает основные методы работы при изучении биофизики и физиологии возбудимых систем</p>	<p>Тестовые задания Вопросы для собеседования</p>
	<p>ПК-2.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подбирать методики, эксплуатировать современное оборудование при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике; 	<p>Умеет подбирать необходимо оборудование для изучения биофизики и физиологии возбудимых систем</p>	
	<p>ПК-2.3. Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методиками обработки материалов, имеет опыт использования современного оборудования при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике. 	<p>Владеет современными методами анализа, в том числе статистического, получаемых данных при изучении биофизики и физиологии возбудимых систем</p>	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	52
- занятия лекционного типа	26
- семинарские задания	12
- лабораторные работы	12
самостоятельная работа	20
КСР	2
Промежуточная аттестация – экзамен	36

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках семинарских занятий.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				
	Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего		
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
Тема 1. Введение. Раздражимость и возбудимость биологических систем. История изучения биологического электричества.	14	4	2	2	10	4
Тема 2. Транспорт веществ через мембрану	14	4	2	2	10	4
Тема 3. Происхождение мембранного потенциала покоя	14	4	2	2	10	4
Тема 4. Механизмы развития потенциала действия	14	4	2	2	10	4
Тема 5. Физиология нервных проводников	12	4	2	2	10	2
Тема 6. Физиология скелетных и гладких мышц	14	6	2	2	12	2
Итого	72	26	12	12		20

Практические занятия и лабораторные работы организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает семинарские занятия с докладами обучающихся.

Практических навыков в соответствии с областью знания ОП:

Выполнение научно-исследовательских задач профессиональной деятельности:

- Участие в планировании, проведении и представлении результатов фундаментальных и практических научных исследований по актуальным проблемам в соответствующей области знания;

Компетенций

ПК-1. Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по актуальным вопросам биологии и экологии.

ПК-2. Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках и индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В качестве вида самостоятельной работы обучающегося выбрана внеаудиторная самостоятельная работа в библиотеке и в иных условиях с доступом к ресурсам Интернет и литературе, соответствующей тематике дисциплины. Порядок контроля выполнения самостоятельной работы – обсуждения на семинаре.

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- работа с основной и дополнительной литературой в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- самоподготовка к занятиям семинарского типа (устный опрос);
- подготовка к тестам;
- подготовка докладов и презентаций;
- подготовка к экзамену.

Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Основы биофизики и физиологии возбудимых систем»

Подготовка к тестам, устному и письменному опросам, практическим заданиям и решению ситуационных задач

Устный опрос и тесты представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин.

При подготовке к тестированию и устному опросу необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал;
- 5) повторить материалы предшествующих дисциплин.

Подготовка к докладам и сообщениям

В докладе должны затрагиваться темы, выходящие за рамки основного материала дисциплины. Таким образом, пройденный материал должен закрепляться конкретными примерами, разобранными самостоятельно с возможностью выбора на основе личного интереса. Время выступления 10-12 минут, обсуждение 10-12 минут, объем текста 6-8 страниц.

Доклад должен быть подготовлен с использованием нескольких источников литературы и ресурсов сети Интернет.

Важной задачей подготовки доклада является ознакомление с современными методами электрофизиологии, активно используемых в научных лабораториях, с целью расширения возможностей для планирования собственных исследований и будущей профессиональной деятельности.

В конце доклада обязательно дать ссылки на используемую литературу (книги, статьи, информационные сайты (адресная строка URL) и т.п.)

Доклад должен сопровождаться наглядными примерами в виде схем и иллюстраций, представленных в формате визуальной презентации.

Знание содержания работы, умение отвечать на поставленные вопросы по теме работы и навыки публичного выступления формируют итоговую оценку за доклад.

Подготовка к экзамену.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена**. Подготовка к экзамену является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Основы биофизики и физиологии возбудимых систем».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки докладов по отдельным темам;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

Вопросы для подготовки к экзамену представлены в п.6 данной программы.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1 Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	я от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Раздражимые системы. История открытия «животного электричества».	ПК-1
2. Опыты Гальвани. Опыт Маттеуччи.	ПК-1
3. Строение мембраны. Этапы открытия и предполагаемые модели. Современные представления.	ПК-1
4. Методы изучения клеточных мембран. Биохимические, физиологические, генетические, иммунологические методы.	ПК-2
5. Методы изучения клеточных мембран. Биофизические методы.	ПК-1
6. Метод <i>Patch-clamp</i> .	ПК-1
7. Транспорт веществ через мембрану. Строение мембраны. Липиды мембраны. Классификация и функция.	ПК-1
8. Транспорт веществ через мембрану. Строение мембраны. Мембранные белки. Классификация и функция.	ПК-1
9. Транспорт веществ через мембрану. Строение мембраны. Движение молекул в мембране.	ПК-1
10. Взаимодействие возбудимых клеток. Коннексоны, синапсы и нервно-мышечная пластинка.	ПК-1
11. Виды транспорта веществ через мембрану. Диффузия: простая; облегченная.	ПК-1
12. Виды транспорта веществ через мембрану. Осмос.	ПК-1
13. Виды транспорта веществ через мембрану. Активный транспорт: первично-активный транспорт; вторично-активный транспорт.	ПК-1
14. Виды транспорта веществ через мембрану. Везикулярный транспорт	ПК-1
15. Функциональная классификация ионных каналов. Диффузия ионов через водные каналы.	ПК-1
16. Происхождение мембранного потенциала покоя.	ПК-1
17. Методы регистрации мембранных потенциалов.	ПК-2
18. Математическое представление потенциала покоя.	ПК-2
19. Избирательная проницаемость мембраны. Типы ионных каналов.	ПК-1
20. Потенциал-чувствительные ионные каналы.	ПК-1
21. Лигандчувствительные ионные каналы.	ПК-1
22. Механочувствительные ионные каналы.	ПК-1
23. Изучение механизма действия потенциалзависимых ионных каналов. Метод <i>Voltage clamp</i> .	ПК-1
24. Калиевые каналы (K^+) возбудимых мембран. Функции K^+ -каналов в возбудимых системах.	ПК-1
25. Калиевые каналы (K^+) возбудимых мембран. Классификация по механизмам активации K^+ -каналов.	ПК-1
26. Калиевые каналы (K^+) возбудимых мембран. Канал калиевый кальций (Ca^{2+})-зависимый (K_{Ca}). Общая характеристика. Функциональная характеристика калиевых кальций (Ca^{2+})-зависимых (K_{Ca}) каналов.	ПК-1
27. Калиевые каналы (k^+) возбудимых мембран. Потенциалзависимые калиевые каналы. Калиевые каналы внутреннего выпрямления (K_{ir} , IRK). Структура, классификация и функция.	ПК-1
28. Калиевые каналы (K^+) возбудимых мембран. Потенциалзависимые калиевые каналы. Двухпоровые калиевые каналы (K_{2p}). Структура, классификация и функция.	ПК-1
29. Калиевые каналы (k^+) возбудимых мембран. Рецепторуправляемые K^+ -каналы. Особенности структуры и функции.	ПК-1
30. АТФ-зависимые калиевые каналы. Особенности структуры и функции.	ПК-1
31. Натриевые каналы (Na^+) возбудимых мембран. Физиологическая роль и общее строение Na^+ -каналов.	ПК-1
32. Натриевые каналы (Na^+) возбудимых мембран. Структура и функция альфа-	ПК-1

и бета-субъединиц.	
33. Натриевые каналы (Na^+) возбудимых мембран. Потенциалзависимые Na^+ -каналы. $\text{Na}_v1.1$ - $\text{Na}_v1.6$ быстро инактивирующиеся каналы. Характеристика и функции.	ПК-1
34. Натриевые каналы (Na^+) возбудимых мембран. Потенциалзависимые Na^+ -каналы. $\text{Na}_v1.7$ очень быстроинактивирующиеся каналы.	ПК-1
35. Натриевые каналы (Na^+) возбудимых мембран. Потенциалзависимые Na^+ -каналы. $\text{Na}_v1.8$ медленно инактивирующиеся каналы.	ПК-1
36. Натриевые каналы (Na^+) возбудимых мембран. Потенциалзависимые Na^+ -каналы. $\text{Na}_v1.9$ очень медленно инактивирующиеся каналы. Управление работой $\text{Na}_v1.9$ каналов.	ПК-1
37. Натриевые каналы (Na^+) возбудимых мембран. Потенциалзависимые Na^+ -каналы. Блокаторы Na^+ -каналов. Особенности структуры и функциональная характеристика.	ПК-1
38. Натриевые каналы (Na^+) возбудимых мембран. Лиганд-зависимые каналы. Ацетилхолиновый никотинзависимый ионотропный рецептор. Особенности структуры и функции.	ПК-1
39. Натриевые каналы (Na^+) возбудимых мембран. Лиганд-зависимые каналы. Глутаматергические ионотропные рецепторы (AMPA и каинатный). Особенности структуры и функции.	ПК-1
40. Натриевые каналы (Na^+) возбудимых мембран. Лиганд-зависимые каналы. Ионотропные потенциалзависимые NMDA рецепторы. Особенности структуры и функции.	ПК-1
41. Кальциевые (Ca^{2+}) каналы возбудимых мембран. Классификация по месту расположения Ca^{2+} -каналов.	ПК-1
42. Кальциевые (Ca^{2+}) каналы возбудимых мембран. Блокаторы Ca^{2+} каналов. Особенности и функциональные характеристики.	ПК-1
43. Кальциевые (Ca^{2+}) каналы возбудимых мембран. Роль кальциевого транспорта в клетке. Транспортная система для Ca^{2+} и механизм элиминации кальция.	ПК-1
44. Кальциевые (Ca^{2+}) каналы возбудимых мембран. Внутриклеточные лигандзависимые Ca^{2+} -каналы. Риадиновые Ca^{2+} каналы. Блокаторы Ca^{2+} -каналов.	ПК-1
45. Кальциевые (Ca^{2+}) каналы возбудимых мембран. Внутриклеточные лигандзависимые Ca^{2+} -каналы. Каналы рецептора инозитолтрифосфата (ИФ3-рецепторы).	ПК-1
46. Потенциал действия и фазы его развития.	ПК-1
47. Ионные механизмы возникновения потенциала действия.	ПК-1
48. Мультиэлектродная внеклеточная регистрация электрических сигналов.	ПК-1
49. Условия возникновения возбуждения в возбудимых системах.	ПК-1
50. Действие постоянного тока на возбудимую систему.	ПК-1
51. Физиология нервных проводников. Морфология. Механизм проведения нервного импульса.	ПК-1
52. Физиология скелетных и гладких мышц. Механизм сокращения мышцы.	ПК-1

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции

ПК-1:

- 1) Используя систему определенного количества электродов, наложенных на участки головы испытуемого, можно зарегистрировать: (1)
 - 1). электроэнцефалограмму;
 - 2). электромиограмму;
 - 3). скаттерограмму;
 - 4). Электрокардиограмму.

2) Для регистрации электроэнцефалограммы понадобятся (4)

- 1). регистрирующие электроды, достаточно два;
- 2). регистрирующие и электрод заземления;
- 3). Регистрирующий и референтный электроды;
- 4). все указанные виды электродов.

3). Используя комплекс электродов в составе наручного браслета, можно зарегистрировать: (2)

- 1). электроэнцефалограмму;
- 2). электромиограмму;
- 3). скаттерограмму;
- 4). Электрокардиограмму.

ПК-2

1. Последовательность действий при проведении экспериментальной работы - это: (2)

- 1). ведомость эксперимента;
- 2). протокол эксперимента;
- 3). инструкция эксперимента;
- 4). методическое пособие.

2. В научной статье технические детали проведения эксперимента наиболее полно отражаются в разделе: (4)

- 1). результаты;
- 2). выводы;
- 3). результаты и обсуждения;
- 4). материалы и методы.

3. Для описания пространственно-временных характеристик волновых процессов наиболее подходят: (3)

- 1). графики;
- 2). гистограммы;
- 3). активационные карты;
- 4). таблицы данных.

5.2.3 Темы докладов для оценки сформированности компетенции

ПК-1

1. История открытия «животного электричества».
2. История развития представлений о строении биологической мембраны.
3. Синапс.

ПК-2

1. Применение электрического тока в экспериментальной физиологии и клинической практике.

2. Экспериментальный метод локальной фиксации потенциала *patch-clamp*.
3. Экспериментальный метод мультиэлектродной регистрации культуры клеток.

5.2.4 Вопросы для собеседования для оценки сформированности компетенции

ПК-1

1. Покажите на рисунке принципиальные отличия миелиновых и безмиелиновых волокон.
2. Схематично изобразите компоненты клеточной мембраны в модели Даниэллы и Доусона.
3. Нарисуйте схему ацетилхолинового рецептора.
4. Примеры возбудимых систем.
5. Различия между понятиями «раздражимость» и «возбудимость».
6. Строение синапса.
7. Компоненты клеточной мембраны
8. Функциональная классификация ионных каналов. Диффузия ионов через водные каналы.
9. Кальциевые (Ca^{2+}) каналы возбудимых мембран. Классификация по месту расположения Ca^{2+} – каналов.
10. Происхождение мембранного потенциала покоя.
11. Калиевые каналы (K^{+}) возбудимых мембран. Рецепторуправляемые K^{+} -каналы. Особенности структуры и функции.
12. Кальциевые (Ca^{2+}) каналы возбудимых мембран. Блокаторы Ca^{2+} каналов. Особенности функциональные характеристики.

ПК-2

1. Покажите на графике фазы потенциала действия.
2. Схематично изобразите компоненты клеточной мембраны в модели Даниэллы и Доусона.
3. Нарисуйте схему ацетилхолинового рецептора.
5. Классификация синапсов по механизму передачи импульса.
6. Нейромедиаторы и их функции.
7. Классификации нейронов.
8. Методы изучения клеточных мембран. Биохимические, физиологические, генетические, иммунологические методы.
9. Методы изучения клеточных мембран. Биофизические методы.
10. Метод *Patch-clamp*.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Балежина О.П. Физиология: биопотенциалы и электрическая активность клеток: Учеб. пособие для академического бакалавриата / О.П. Балежина, А.Е. Гайдуков, И.Ю. Сергеев - 2-е изд., пер. и доп. - М.: Юрайт, 2017. – 165 с. Доступ: <https://biblio-online.ru/book/32C8B2F4-7134-4A53-8F04-A40313F1110A>
2. Гайворонский А. И., Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И. Анатомия центральной нервной системы и органов чувств. М.: Юрайт, 2016. - 293 с. Доступ: Библиотека ННГУ; ЭБС - <https://biblio-online.ru/book/C2E806B1-1759-4B12-87F3-280CDA4DB0F9>
3. Дембицкая Ю.В., Лебедева А.В., Тюрикова О.В., Семьянов А.В., Методика регистрации электрической активности нейронов методом патчкламп, учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета, 2012. – 27с. Доступ: <http://www.neuro.unn.ru/dept/teaching>.
4. Доронин М.С., Дембицкая Ю.В., Лебедева А.В., Тюрикова О.В., Семьянов А.В., Обработка электрофизиологических данных в нейробиологии, учебно-методическое

пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 25 с. Доступ: <http://www.neuro.unn.ru/dept/teaching>.

5. Самко Ю.Н. Морфология и физиология сенсорных систем и высшей нервной деятельности: Учебное пособие / Ю.Н. Самко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 158 с. Доступ: <http://znanium.com/bookread2.php?book=420414>.

6. Харьковская Е.Е., Другова О.В., Осипов Г.В., Мухина И.В. Мультиэлектродная регистрация электрической активности изолированного сердца крысы. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 28 с. Доступ: <http://www.neuro.unn.ru/dept/teaching>.

б) дополнительная литература

1. Auld D.S., Robitaille R. Glial cell and neurotransmission: An inclusive view of synaptic function // *Neuron*. 2003. Vol. 40. P.389-400.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089662730300607X>

2. Pfrieger F.W. Role of glia in synapse development // *Curr. Opin. Neurobiol*. 2002. Vol. 12. P. 486-490 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2705714/>

3. Gary P. Schools, Min Zhou, and Harold K. Kimelberg. Development of gap junctions in hippocampal astrocytes: evidence that whole cell electrophysiological phenotype is an intrinsic property of the individual cell. *Journal of Neurophysiology* 96, June, 14, 2006. https://www.researchgate.net/publication/7008896_Development_of_Gap_Junctions_in_Hippocampal_Astrocytes_Evidence_That_Whole_Cell_Electrophysiological_Phenotype_Is_an_Intrinsic_Property_of_the_Individual_Cell

4. Toni – fei Wang, Chen Zhou, Ai – hui Tang, Shi – qiang Wang, Zhen Chai. Cellular mechanism for spontaneous calcium oscillations in astrocytes. *Acta Pharmacologica Sinica*, July, 2006. 27 (7). <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-7254.2006.00397.x/abstract>

5. Perea G, Navarrete M, Araque A. Tripartite synapses: astrocytes process and control synaptic information. *Trends Neurosci*. 2009 Aug;32(8):421-31 [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166-2236\(09\)00101-5](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166-2236(09)00101-5)

6. Douglas Fields R. and Beth Stevens-Graham. New insights into neuron-glia communication. *Science*, October, 18, 2002 <http://science.sciencemag.org/content/298/5593/556.long>.

7. Swanson C., Bures M., Johnson M., Linden A-M, Monn J, Schoepp D., Metabotropic glutamate receptors as novel targets for anxiety and stress disorders, *Nature Reviews Drug Discovery* 4, 131-144, 2005 <http://dx.doi.org/10.1038/nrd1630>

8. Li Z., Sheng M. Some assembly required: the development of neuronal synapses *Nat Rev Mol Cell Biol* 2003 Nov; 4(11): 833-41. <http://www.nature.com/nrm/journal/v4/n11/abs/nrm1242.html>

9. Hamill O. P. Ion transport by single receptor channels. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 1983; 48: 247—257. <http://symposium.cshlp.org/content/48/247.extract>

10. Николлс Дж. Г., Мартин О.В., Валлас Б. Дж., Фукс П.А. От нейрона к мозгу. Изд. 4. М: Либроком. 2017. 676 с. Доступ: <http://www.neuro.unn.ru/dept/teaching>.

11. Калинцева Я.И., Мухина И.В., Семьянов А.В. Приготовление переживающих срезов мозга крыс: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. - 36 с. Доступ: <http://www.neuro.unn.ru/dept/teaching>.

12. Пимашкин А.С., Корягина Е.А., Гладков А.А., Симонов А.Ю., Мухина И.В., Казанцев В.Б. Исследование биоэлектрической активности нейронных сетей в культурах гиппокампа: стимуляция, регистрация и анализ. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета, 2011. – 26 с. Доступ: <http://www.neuro.unn.ru/dept/teaching>;

13. Сергеев И.Ю. Физиология человека и животных в 3 т. Т. 1 Нервная система: анатомия, физиология, нейрофармакология: Учебник и практикум для академического бакалавриата / И.Ю. Сергеев, В.А. Дубынин, А. А. Каменский - М.: Юрайт, 2017. – 393 с. 12

Доступ: <https://biblio-online.ru/book/9F5EDA0F-E8B1-47BF-865F-3345E2D77470>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В учебном процессе необходимы:

1. Поточные лекционные аудитории, оснащенные современными техническими средствами обучения (компьютер, проектор, интерактивная доска).
2. Ноутбук.
3. Проекционная техника.
4. Видеотехника.
- 5.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ

Авторы _____ к.б.н., доц. Т.А. Мищенко
_____ к.б.н., доц. А.В. Лебедева

Рецензент _____ д.б.н., проф. В.А. Воденев

Заведующий кафедрой нейротехнологий _____ д.ф.-м.н., доц. В.Б. Казанцев

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 06.12.2021 года, протокол № 3.