

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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Клеточная нейрофизиология

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
06.04.01 - Биология

Направленность образовательной программы
Нейробиология

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Клеточная нейрофизиология относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен к постановке и разработке актуальной научной проблемы, научному анализу данных и их обобщению в контексте ранее накопленных в мировой науке знаний, аргументированному выбору методов исследования, формулированию выводов и практических рекомендаций на основе проведенного анализа (в соответствии с направленностью программы магистратуры)	<p>ПК-1.1: Знает: основные достижения и проблемы в современной биологической науке, принципы проведения научного исследования и подходы к организации и осуществлению поиска научной информации в базах данных по тематике исследования</p> <p>ПК-1.2: Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить поиск и анализ информации в современных базах данных по избранной теме исследования, подбор методов исследования в соответствии с научными задачами. <p>ПК-1.3: Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками поиска и анализа научной информации, выбора методов исследования, формулировки выводов и рекомендаций. 	<p>ПК-1.1:</p> <p>Знает об особенностях строения центральной нервной системы на клеточном уровне, а также о роли отдельных типов клеточных элементов</p> <p>ПК-1.2:</p> <p>Умеет пользоваться научной литературой, правильно оформлять доклады и информацию. Подвергать критическому анализу данные литературы</p> <p>ПК-1.3:</p> <p>Владеет понятиями нейробиологии и навыками интерпретации данных и подготовки презентаций</p>	<p>Дискуссия</p> <p>Доклад</p> <p>Опрос</p> <p>Тест</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>
ПК-2: Способен использовать современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований, современную аппаратуру и информационно-коммуникационные технологии	<p>ПК-2.1: Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методические подходы при выполнении биологических, биомедицинских и экологических исследований, обработке и интерпретации полученных результатов; устройство и правила эксплуатации полевого и лабораторного оборудования 	<p>ПК-2.1:</p> <p>Знать основные экспериментальные методы, применяемые для изучения физиологических процессов в нервной системе на клеточном уровне</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Уметь использовать теоретические знания для самостоятельного</p>	<p>Дискуссия</p> <p>Доклад</p> <p>Опрос</p> <p>Тест</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

при выполнении полевых и лабораторных биологических, экологических работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры)	ПК-2.2: Умеет: - использовать современную приборную базу для биологических, биомедицинских и экологических исследований, методически грамотного применения статистических и аналитических подходов в обработке результатов	планирования биологического эксперимента и подбора классических и современных методов нейробиологии, необходимых для решения научной задачи		
--	---	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	24
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	36
- КСР	2
самостоятельная работа	10
Промежуточная аттестация	36 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Введение. Основные тенденции развития нейробиологии в начале 21 века.	4	2	2	4	
Регуляция физиологических функций: основные принципы и способы регуляции, механизмы и уровни регуляции физиологических функций; Физиологические константы. Обратная связь.	5	2	2	4	1
Особенности молекулярной организации клеток нервной системы.	9	4	4	8	1
Физиология нервных центров. Три принципа взаимодействия нейронов.	5	2	2	4	1
Закономерности проведения возбуждения по нервной сети мозга.	7	2	4	6	1
Межклеточные контакты в возбудимых и невозбудимых элементах сетей мозга.	7	2	4	6	1

Нейрон-глиальные взаимодействия.	7	2	4	6	1
Эндоваскулярные факторы.	5	2	2	4	1
Роль внеклеточного матрикса в синаптической передаче.	7	2	4	6	1
Глиотрансмитеры, их синтез, регуляция высвобождения.	7	2	4	6	1
Клеточные механизмы дифференцировки и развития отделов головного и спинного мозга.	7	2	4	6	1
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	108	24	36	62	10

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

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 10 ч.

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.

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- работа с основной и дополнительной литературой в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к устному опросу работам;
- подготовка докладов;
- подготовка к тестированию;
- подготовка к дискуссии;
- подготовка к экзамену.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Дискуссия) для оценки сформированности компетенции ПК-1

Принципиальна ли роль глии в передаче и регулировании синаптической передачи? Что такое латеральная диффузия нейромедиатора и какую роль она играет в передаче нервного импульса? Какую роль в синаптической передаче играет энергетическое снабжение мозга? Может ли существовать глюкозолактатный шатл между нейроном и астроцитом? Экспрессируют ли астроциты рецепторы нейротрансмитеров? В чем роль данных астроцитарных рецепторов? Регулируют ли астроциты синаптическую пластичность?

Может ли внеклеточный матрикс мозга рассматриваться как полноценный компонент синапса?

Чем отличается синаптический матрикс от перинейрональных сетей? Все ли типы нейронов окружены перинейрональными сетями? Влияет ли структура внеклеточного матрикса на синаптическую

активность? Какие ферменты участвуют в метаболизме перинеурональных сетей? Какие ключевые элементы внеклеточного матрикса играют роль в синаптической трансмиссии? Особенности строения внеклеточного матрикса мозга? Регулирует ли внеклеточный матрикс активность астроцитов?

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Дискуссия) для оценки сформированности компетенции ПК-2

Нейронные сети – основная функциональная единица нервной системы.

Что такое нейронные сети? Какие сейчас существуют методы исследования нейронных сетей?

Что такое локальные нейронные сети? Роль глиальных клеток в функционировании нейронных сетей. Является ли объединение нейронных сетей постоянным или временным? Возможна ли реорганизация нейронных сетей во взрослом мозге? Как формируются нейронные сети? Какие типы нейронов входят в состав нейронных сетей? Для чего необходима спонтанная активность нейронных сетей?

Основные современные теории формирования и алокации памяти в головном мозге. Что такое память? Существует ли материальный носитель памяти? Может ли являться носителем памяти один нейрон? Роль синапса в процессе консолидации информации? Какие гипотезы формирования памяти существуют сейчас? Можно ли искусственно активировать конкретное воспоминание? Уровни запоминания? Участвует ли генетический аппарат клетки в процессах запоминания? Существует ли генетическая память?

Критерии оценивания (оценочное средство - Дискуссия)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50-100% правильных ответов
не зачтено	менее 50% правильных ответов

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Доклад) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Различные популяции нейронов. Дофаминергические нейроны – особенности строения и физиологии, локализация, функции.
2. ГАМК-ергическая синаптическая передача. Возрастная инверсия.
3. Типы глутаматных рецепторов нейронов, особенности их строения и функции.
4. Типы глутаматных рецепторов астроцитов, особенности их строения и функции.
5. Шипиковый аппарат. Формирование шипиков. Структурная пластичность.
6. Астроцитарные нейромедиаторы. Участие астроцитов в передаче нервного импульса.
7. Нервные центры: строение, функции, свойства. Пластичность нервных центров.
8. Гены, регулирующие ранние этапы эмбриогенеза головного мозга
9. Невральный комплекс органов. Развитие спинного мозга.
10. Энергетический обмен нейронов. Глюкозо-лактатный шатл.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Доклад) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Современные методы микроскопии сверхразрешения в приложении к исследованию нервной

системы

2. Электрофизиологические методы исследования нейросетевой активности в нейробиологии

1. Методика патч-кламп и ее применение в исследованиях мозга
2. Основные методы исследования строения синаптических контактов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50-100% правильных ответов
не зачтено	менее 50% правильных ответов

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Основные особенности организации постсинаптической мембраны.
2. Роль ионов кальция в передаче сигнала в химических синапсах.
3. Регуляция синаптической пластичности.
4. Особенности проведения в нейронах с электрическими синапсами.
5. Роль шипикового аппарата в синаптической пластичности.
6. Теория стресса, ее развитие в конце 20-начале 21 века. Факторы стресса.
7. Роль гуморальной регуляции в деятельности ЦНС.
8. Роль различных изоформ постсинаптических рецепторов в функционировании нейрона.
9. Мозг как иммунопривилегированный орган.
10. Энергетический обмен клеток головного мозга.

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Современные методы изучения передачи нервного импульса в нейробиологии.
2. Основные сложности изучения нейронных сетей головного мозга.
3. Современные методы исследования нейросетевой активности.
4. Исследование нейрон-глиальных взаимодействий
5. Современные методы моделирования стресс факторов в ЦНС.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
--------	---------------------

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50-100% правильных ответов
не зачтено	менее 50% правильных ответов

5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. При дифференцировке и развитии нейронов

- А. сначала проходит дифференцировка, затем образуются о нейронной сети происходит оконча
- В. Одиночные нейроны могут долгое время сущес
- дифференцированом состоянии без образования контактов зависит от отдела ЦНС

2. Какой отдел мозга отвечает за пространственную память

- А. кора больших полушарий Б. мозжечок
- В. гиппокамп
- Г. ствол мозга

3. Нервная трубка - это

- А. один из ранних этапов формирования нервной системы в онтогенезе Б. один из поздних этапов формирования нервной системы в онтогенезе В. анатомическая структура соединяющая правое и полушарие
- Г. канал проходящий вдоль спинного мозга

4. Химический синапс - это

- А. Контакт между нейроном астроцитом Б. контакт между двумя нейронами
- В. контакт между двумя нейронами, в котором сигнал проходим с помощью нейромедиатора
- Г. контакт между двумя нейронами, в котором сигнал проходим с помощью возбуждающего нейр

5. Мультиполярный нейрон характеризуется наличием

- А. одного аксона и одного дендрита
- Б. одного аксона и множества дендрита
- В. Несколько аксонов и нескольких дендритов Г. Возможно все варианты

6. К тормозным нейромедиаторам относятся

- А. глицин

Б. норадренолин В. глутамат

Г. дофамин

5.1.8 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Минимальной функциональной единицей нервной системы является:

А. Нейрон

Б. Нейронная сеть В. Нервный центр

Г. Зона коры больших полушарий

2. Методика патч-клам применяется для исследования

А. электрофизиологических процессов, протекающих на мембране одиночных нейронов или астроцитов

Б. сетевых электрофизиологических явлений В. Энергетического обмена в клетках

Г. Содержания свободных радикалов в цитоплазме

3. Ионы кальция являются

А. Первичным мессенджером

Б. Вторичным мессенджером

В. Коферментом нейрон-специфичной енолазы

Г. Нет верного ответа

4. Для исследования динамики концентрации ионов кальция в цитоплазме применяют

А. Потенциал-чувствительные красители

Б. Кальций-связывающие красители

В. Кальций-независимые красители

Д. Фотодитазин

5. Для изучения сетевой биоэлектрической активности используются

А. Магнитно-резонансная томография

Б. Мультиэлектродные системы

В. Метод локальной фиксации потенциала

Г. Спиннинг-диск микроскопия

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50-100% правильных ответов
не зачтено	менее 50% правильных ответов

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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 от ответа	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. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продемонстрированы базовые	Продемонстрированы базовые	Продемонстрированы навыки	Продемонстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	подход к решению нестандартных задач
--	--	--	--	---	---	--	--------------------------------------

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
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

Оценка	Критерии оценивания
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»
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»

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1 (Способен к постановке и разработке актуальной научной проблемы, научному анализу данных и их обобщению в контексте ранее накопленных в мировой науке знаний, аргументированному выбору методов исследования, формулированию выводов и практических рекомендаций на основе проведенного анализа (в соответствии с направленностью программы магистратуры))

1. Понятие синаптической пластичности.
2. Особенности организации нейронных сетей с электрическими синапсами. В каких областях ЦНС они расположены. Основные физиологические функции.
3. Морфологические типы нейронов и глии в ЦНС. Основные функции.
4. Межмембранные взаимодействия глии с другими клетками. Глия – регулятор внеклеточного калия.
5. Строение мембраны. Способы взаимодействия возбудимых клеток (электрический синапс, химический синапс).
6. Основные типы каналов, участвующих в передаче нервного импульса.
7. Особенности строения коры больших полушарий.
8. Основные нейротрансмитеры в период пренатального и постнатального развития.
9. Молекулы внеклеточного матрикса мозга, их рецепторы и фермент биодegradации.
10. Системы эндогенной регуляции мозга. Нейротрофические факторы.
11. Системы эндогенной регуляции мозга. Эндоканнабиноидная система.

12. Межмембранные взаимодействия глиии с другими клетками. Глия – регулятор внеклеточного калия.
13. Основные типы возбуждающий нейромедиаторов и их рецепторы.
14. Основные типы тормозных нейромедиаторов и их рецепторы.
15. Основные типы каналов, участвующих в передаче нервного импульса.
16. Основные нейротрансмитеры в период пренатального и постнатального развития.
17. Нейрон-глиальная сеть – функциональная единица ЦНС. Понятие биологических нейронных сетей. Основные методы изучения нейронных сетей.
18. Закономерности проведения возбуждения в ЦНС. Современные методы исследований электрофизиологической активности клеток ЦНС.
19. Кальциевый гомеостаз нейронов. Современные методы детекции изменений внутриклеточной концентрации кальция.
20. Роль генетических факторов в жизнедеятельности нейрона. Методы генетической трансформации клеток нервной системы.
21. Методы генной инженерии в исследовании активности клеток нервной системы. Оптогенетика, хемогенетика.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-2 (Способен использовать современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований, современную аппаратуру и информационно-коммуникационные технологии при выполнении полевых и лабораторных биологических, экологических работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры))

1. История развития нейробиологии.
2. Обмен лактата и глюкозы в глии и нейронах.
3. Понятие о регуляции физиологических функций. Основные принципы и способы регуляции. Уровни регуляции физиологических функций.
4. Иерархические и локальные нейронные сети. Общие закономерности структурного взаимодействия нейронов в локальных сетях.
5. Обратная связь. Системная организация управления. 6. Функциональная система.
7. Механизмы регуляции физиологических функций – миогенный, гуморальный, нервный.
8. Саморегуляция физиологических функций, понятие гомеостаза. Физиологические константы.
9. Физиология нервных центров. Общие свойства нервных центров.
10. Перечислите факторы эндотелиального происхождения, активно участвующие в функционировании ЦНС.
11. Дифференцировка клеток нервной системы по нейрональному и глиальному пути. Молекулярные механизмы, регулирующие дифференцировку.

12. Строение и функции гематоэнцефалического барьера.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Гайворонский Иван Васильевич. Анатомия центральной нервной системы и органов чувств : учеб. для акад. бакалавриата. - М. : Юрайт, 2016. - 293 с. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-9916-5864-5 : 240.00., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Уилсон К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / Уилсон К.; Уолкер Дж. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 855 с. - ISBN 978-5-00101-786-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=736444&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
2. webofknowledge.com
3. www.scopus.com
4. elsevierscience.ru
5. elibrary.ru

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 06.04.01 - Биология.

Автор(ы): Ведунова Мария Валерьевна, доктор биологических наук, профессор
Митрошина Елена Владимировна, кандидат биологических наук, доцент.

Рецензент(ы): Воденеев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Заведующий кафедрой: Казанцев Виктор Борисович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 06.09.2022, протокол № 1.