

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 № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы прикладной нейробиологии

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

06.03.01 - Биология

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.07 Основы прикладной нейробиологии 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 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	<p>ПК-1.1.: Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила сбора и анализа информации по теме исследования, способы и правила представления результатов в письменной и устной формах <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>ПК-1.3.: Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования 	<p>ПК-1.1:</p> <p>Знает основные правила сбора и анализа научно-технической литературы в области нейробиологии, способы и правила представления результатов в письменной и устной формах</p> <p>ПК-1.2:</p> <p>Умеет планировать, осуществлять поиск и представлять научную информацию в области нейробиологии</p> <p>ПК-1.3:</p> <p>Владеет навыками поиска, анализа, представления и обсуждения научно-технической литературы в области нейробиологии</p>	<p>Дискуссия</p> <p>Опрос</p> <p>Практическое задание</p> <p>Тест</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>
ПК-2: Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских	<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>ПК-2.2: Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подбирать методики, эксплуатировать современное оборудование 	<p>ПК-2.1:</p> <p>Знает стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении исследований в области нейробиологии</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Умеет работать с литературными и интернет</p>	<p>Опрос</p> <p>Практическое задание</p> <p>Тест</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

полевых и лабораторных биологических работ	при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике. ПК-2.3: Владеет: - методиками обработки материалов, имеет опыт использования современного оборудования при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике.	источниками, эксплуатировать оборудование, необходимое при проведении исследований в области нейробиологии ПК-2.3: Владеет навыками применения методики и эксплуатации оборудования при проведении исследований в области нейробиологии		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 зачёт

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/ лабора торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Основные принципы проведения биологического эксперимента и работы с мелкими лабораторными животными	8	2	2	4	4
Методы моделирования ишемии и гипоксии головного мозга млекопитающих in vivo	9	2	2	4	5
Световая и флуоресцентная микроскопия	9	2	2	4	5

Культивирование клеточных линий позвоночных	10	2	3	5	5
Основные принципы иммуноцитохимических исследований	9	2	2	4	5
Прижизненное исследование функциональной кальциевой и биоэлектрической активности возбудимых клеток	8	2	1	3	5
Определение жизнеспособности и метаболической активности клеток	9	2	2	4	5
Основные понятия генной инженерии	9	2	2	4	5
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	16	33	39

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

Самостоятельная работа студентов включает работу в библиотеке, в учебных кабинетах и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки ко всем видам контроля. Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет
- самоподготовка к занятиям семинарского типа (устный опрос);
- подготовка к тестам;
- подготовка к зачету.

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

1. Современные методы оптического имиджинга и их применение в нейробиологических исследованиях.
2. Стоит ли развивать направление оптогенетики для нейробиологии?
3. Каким должен быть культуральный бокс? (особенности помещения и его оснащение (оборудование)).
4. Предложите новый подход к терапии ишемического поражения головного мозга. Оцените преимущества метода перед ныне существующими терапевтическими подходами.
5. Для чего нужно осуществление «глобальных нейробиологических проектов»?

Критерии оценивания (оценочное средство - Дискуссия)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50-100% правильных ответов

Оценка	Критерии оценивания
не зачтено	менее 50% правильных ответов

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

1. Основные правила постановки биологического эксперимента.
2. Особенности молекулярной организации синаптического аппарата.
3. Формирование нейрон-глиальных взаимодействий в первичных клеточных культурах.
4. Строение синаптического аппарата. Принципы синаптической передачи.
5. Потенциал действия. Внеклеточные потенциалы действия. Методы регистрации изменений мембранных потенциалов возбудимых клеток.
6. Типы клеточной гибели. Апоптоз, некроз, аутофагия.
7. Основные достижения генной инженерии в 20-ом веке. Способы модификации генома про- и эукариотических клеток.
8. Ишемия головного мозга. Основные закономерности развития ишемического процесса.
9. Гипоксия. Виды гипоксии.
10. Понятия: антиген, антитело, формирования иммунного ответа Строение антитела. Принцип метода иммуноцитохимического окрашивания.

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

1. Основные правила составления отчета о проведенном научном исследовании. Основные разделы.
2. Материалы для проведения экспериментальных нейробиологических исследований in vitro.
3. Правила ухода и работы с мелкими лабораторными животными.
4. Основные правила работы в культуральном боксе.
5. Основные правила асептики и антисептики.
6. Правила работы с едкими, горючими и пр. веществами, опасные для жизни и здоровья.
7. Методы определения жизнеспособности и метаболической активности клеток в культуре.
8. Понятия: антиген, антитело, формирования иммунного ответа Строение антитела. принцип метода иммуноцитохимического окрашивания.
9. Различия постоянных клеточных линий и первичных клеточных культур. Основные принципы культивирования клеточных культур. Принципы криоконсервации.
10. Основные принципы световой микроскопии. Широкопольная микроскопия, принципы фазового контраста.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

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

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

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Основные принципы проведения биологического эксперимента и работы с мелкими лабораторными животными.
2. Культивирование клеточных линий позвоночных.
3. Основные принципы иммуноцитохимических исследований.

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Методы моделирования ишемии и гипоксии головного мозга млекопитающих in vivo.
2. Световая и флуоресцентная микроскопия.
3. Определение жизнеспособности и метаболической активности клеток.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

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

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

1.	Одним из наиболее эффективных способов борьбы с автофлуоресценцией при иммуноцитохимии является:
	А. Использование нескольких типов фиксаторов Б. Увеличение времени этапа демаскирования
	В. Выбор флуорохромов, флуоресценция которых не связана с низкочастотной областью автофлуоресценции
	Г. Выжигание автофлуоресценции
2.	В электровозбудимых клетках аккумуляция ионов кальция происходит в следующих компартментах:
	А. Ядро и митохондрии

	Б. Ядро и аппарат Гольджи В. ЭПР и аппарат Гольджи Г. ЭПР и митохондрии
3.	В лаборатории Х был проведен эксперимент по определению жизнеспособности клеток в первичной культуре гипоксии путем окрашивания флуоресцентными красителями пропидиумом иодидом и бисбензимином. Ресурсы культур, если среднее количество клеток, визуализируемых на флуоресцентном микроскопе при возбуждении спектра, составило 364, а среднее количество клеток, визуализируемых при возбуждении другого красителя длиной волны 535 нм - 355:
	А. 2,5% Б. 14% В. 97,5% Г. 98,6%
4.	Метод пэтч-кламп позволяет экспериментатору:
	А. Осуществлять локальную фиксацию мембранного потенциала Б. Регистрировать мембранные токи через одиночные ионные каналы В. Регистрировать внеклеточные потенциалы Г. Исследовать изменения функциональной структуры нейронной сети в ответ на воздействия различного характера
5.	Гипоксия, при которой происходит нарушение способности тканей поглощать кислород или протекать кислород в ткани:
	А. Циркуляторная гипоксия Б. Гемическая гипоксия В. Цитологическая гипоксия Г. Субстратная гипоксия
6.	К группе коагуляторов относят:
	А. Метанол Б. Параформальдегид В. Пантотенат Г. Акролеин

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

1.	Возможность внедрения генов не родственных организмов в клетки животных связана с:
	А. Уникальностью генетического материала Б. Универсальностью генетического кода В. Изменчивостью Г. Наличием в геноме специализированных участков для встраивания генов
2.	Бактерии в условиях стресса способны заглатывать кольцевые фрагменты ДНК:
	А. Всегда

	<p>Б. Только когда у бактерии выстроена полная клеточная стенка</p> <p>В. Во время активного деления, когда бактерия не успевает достроить клеточную стенку</p> <p>Г. К поглощению чужеродной ДНК способны только виды бактерий, лишенные клеточной стенки</p>
3.	Оптогенетика — это:

	<p>А. Методика, позволяющая визуализировать расположение генов</p> <p>Б. Метод, позволяющий в клетке нарабатывать огромное количество флюоресцентных белков</p> <p>В. Методика исследования работы нервных клеток, основанная на внедрении в их мембрану специальных веществ</p> <p>Г. Метод исследования работы всех клеток, кроме возбудимых, основанный на появлении в клетке электрического сигнала при возбуждении первого.</p>
4.	Впервые доказали, что носителем наследственной информации является ДНК:
	<p>А. Уотсон и Крик в 1953 году Б. Морган в 1903 году</p> <p>В. Поллинг в 1933 году</p> <p>Г. Эйвери, Мак Леод и Мак Карти в 1944 году</p>
5.	Основные этапы клонирования ДНК:
	<p>А. Создание рекомбинантной молекулы, введение в клетку, отбор Б. Лигирование ДНК, отжиг, упаковка</p> <p>В. Лигирование ДНК, упаковка, отбор</p> <p>Г. Рестрикция ДНК, выбор праймера, лигирование ДНК</p>
6.	Липофекция – это:
	<p>А. Снижение концентрации липидов в клеточной мембране для увеличения ее проницаемости</p> <p>Б. Способ доставки генетического материала через мембрану клетки с помощью липосом</p> <p>В. Процесс связывания чужеродной ДНК с внутриклеточными липидами и Ret белками Г. Реакция на повреждение мембраны</p>

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	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 несущественными 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 базовых навыков. 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 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

Зачёт

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Зачёт)

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

Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции 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)

1. Основные правила постановки биологического эксперимента.
2. Методы моделирования ишемии головного мозга.
3. Основные закономерности развития ишемического процесса.

Особенности ишемии головного мозга.

4. Гипоксия. Виды гипоксии.
5. Формирование нейрон-глиальных взаимодействий в первичных клеточных культурах.
6. Понятия: антиген, антитело, формирования иммунного ответа Строение антитела. принцип метода иммуноцитохимического окрашивания.
7. Строение синаптического аппарата. Принципы синаптической передачи
8. Основные закономерности изменений внутриклеточной концентрации кальция в возбудимых клетках. Кальций-чувствительные красители.
9. Потенциал действия. Внеклеточные потенциалы действия. Методы регистрации изменений потенциалов возбудимых клетках.
10. Типы клеточной гибели. Апоптоз, некроз, аутофагия.
11. Основные достижения генной инженерии в 20-ом веке. Способы модификации геному про- и эукариотических клеток.
12. Генетически модифицированные организмы. Принципы вирусной и не вирусной трансформации клеток.
13. Особенности молекулярной организации синаптического аппарата.
14. Основные закономерности синаптической передачи.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции 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)

1. Правила ухода и работы с мелкими лабораторными животными.
2. Основные принципы световой микроскопии. Широкопольная микроскопия, принципы фазового контраста.
3. Основные понятия флуоресцентной микроскопии. Проблема автофлуоресценции биологических объектов. Способы снижения автофлуоресценции. Понятие флуорохром и

флуорофор. Современные способы улучшения разрешения.

4. Различия постоянных клеточных линий и первичных клеточных культур. Основные принципы культивирования

клеточных культур. Принципы криоконсервации.

5. Основные способы обеспечения сохранности и

демаскирование антигенных детерминант. Основные способы визуализации иммуноцитохимических реакций.

6. Основные способы обеспечения сохранности и

демаскирование антигенных детерминант. Основные способы визуализации иммуноцитохимических реакций.

7. Методы определения жизнеспособности и метаболической

активности клеток в культуре.

8. Основные правила составления отчета о проведенном научном исследовании. Основные разделы.

9. Материалы для проведения экспериментальных нейробиологических исследований *in vitro*.

10. Правила ухода и работы с мелкими лабораторными животными.

11. Основные правила работы в культуральном боксе.

12. Основные правила асептики и антисептики.

13. Правила работы с едкими, горючими и пр. веществами, опасные для жизни и здоровья.

14. Основные способы визуализации иммуноцитохимических реакций.

15. Инвазивные методы регистрации биоэлектрической активности

нейронных сетей головного мозга.

16. Неинвазивные методы регистрации биоэлектрической активности

нейронных сетей головного мозга.

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

Основная литература:

1. Фрешни Р. Ян. Культура животных клеток = Culture of Animal Cells : практическое руководство / пер. с 5-го англ. изд. Ю. Н. Хомякова, Т. И. Хомяковой. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 691 с. : ил. - (Методы в биологии). - ISBN 978-5-94774-596-2 : 1232.00., 1 экз.

2. Пособие к практическим занятиям по молекулярной биологии : учебно-методическое пособие.

Ч. 1 : Общелабораторная практика / А. В. Калугин, Д. В. Новиков, Л. Б. Луковникова [и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 39 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850212&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Кольман Я. Наглядная биохимия = Taschenatlas der Biochemie / пер. с нем. Л. В. Козлова и др. ;

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
6. scholar.google.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, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью и демонстрационными средствами обучения (доска, переносное мультимедийное оборудование: проектор, ноутбук, экран). На занятиях практического типа используются:

Дозаторы объема 1-10 мкл, 20-200 мкл, 100-1000 мкл
Оптический комплекс, включающий: флуоресцентный или конфокальный микроскоп; камеру, способную фиксировать флуоресценцию с микрообъектов; компьютер с программным обеспечением.

Холодильник 2-40С.

Реактивы: первичные и вторичные антитела, фосфатный буфер, тритонX100, твин 20, бычий сывороточный альбумин, микробиологические среды, среды для культивирования клеточных линий позвоночных, полиэтиленгликоль, эмбриональная телячья сыворотка, наборы для очистки плазмидных ДНК, наборы реагентов для иммуноферментного анализа, наборы для конденсации белка, диметилсульфоксид, раствор Версена, раствор трипсина, кальциевый краситель Oregon Green, плюрониковая кислота.

Настольная центрифуга

Ламинарно-поточный шкаф CO₂-инкубатор

Планшетный спектрофотометр

Холодильная установка с возможностью поддержания температуры не менее - 1350С

Расходные материалы: Набор пробирок из полипропилена на 15 и 50 мл стерильные, стеклянные чашки Петри, стерильные матрасы для культивирования клеточных линий, насадки на дозаторы одноразовые.

Имеются помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

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 06.03.01 - Биология.

Автор(ы): Мищенко Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, доцент
Ведунова Мария Валерьевна, доктор биологических наук, профессор.

Рецензент(ы): Дерюгина Анна Вячеславовна, доктор биологических наук.

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

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