

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
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«16» июня 2021 г. № 8

Рабочая программа дисциплины

Спецпрактикум по биофизике

(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 (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.06 «Спецпрактикум по биофизике» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины, модули» ООП по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

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-2: Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.	ПК-2.1. Знает: - стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике; ПК-2.2. Умеет: - подбирать методики, эксплуатировать современное оборудование 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.	<i>Знает</i> принципы методов исследования биоэлектrogenеза растений, основные принципы радиометрии и дозиметрии; принципы методов исследования в области мембранологии; принципы работы современной аппаратуры, применяемой при проведении экспериментов в области биофизики; <i>Умеет</i> использовать современную аппаратуру при работе с биологическими объектами в лабораторных условиях; <i>Владеет</i> навыками работы с современным оборудованием при проведении лабораторного биофизического эксперимента, в том числе в ходе его коррекции и анализа полученных данных.	Тесты, контрольные вопросы
ПК-5: Способен применять базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии, способов обработки и синтеза биологической информации при разработке и реализации проектов в разных сферах профессионально	ПК-5.1. Знает: - основные понятия по теории и методам в области биологии, способам обработки и синтеза биологической информации; ПК-5.2. Умеет: - применять базовые знания в области биологии при формулировании тематики проекта, подборе методов и подходов при обработке и синтезе биологической информации; ПК-5.3. Владеет: - приемами формирования тематики проекта, подбора методов и подходов при обработке и синтезе	<i>Знает</i> механизмы биофизических процессов на различных уровнях организации и физико-химические основы методов исследования; <i>Умеет</i> применять знания основ биофизики на этапе формулирования тематики проекта, подборе методов и подходов при обработке и синтезе биологической информации; <i>Владеет</i> навыками подбора адекватных методов и подходов при обработке и синтезе биологической информации.	Контрольные вопросы

й деятельности (под руководством или самостоятельно).	биологической информации.		
ПК-6: Способен применять правила составления отчетной документации, использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности выполнения проекта.	<p>ПК-6.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила составления отчетной документацией, нормативные базы, необходимые для организации проекта; <p>ПК-6.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составлять и вести отчетную документацию, используя нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности выполнения проекта; <p>ПК-6.3. Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками составления отчетной документации с использованием нормативных документов, определяющих организацию и технику безопасности выполнения проекта 	<p><i>Знает</i> правила составления отчетной документацией, нормативные базы, необходимые для организации проекта в области биофизики;</p> <p><i>Умеет</i> составлять и вести отчетную документацию, используя нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности выполнения проекта в области биофизики;</p> <p><i>Владеет</i> навыками составления отчетной документации с использованием нормативных документов, определяющих организацию и технику безопасности выполнения проекта в области биофизики.</p>	Отчеты к лабораторным работам

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	8 ЗЕТ
Часов по учебному плану	288
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	192 (96+96)
- занятия лабораторного типа	192 (96+96)
самостоятельная работа	94 (47+47)
КСР	2 (1+1)
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе						Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы						
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа		Всего		
Радиометрия и дозиметрия	71,5			48		48	23,5	

Биоэлектрогенез растений	71,5			48		48	23,5
Мембранология	143			96		96	47
Итого	286			192		192	94

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций. Промежуточный контроль осуществляется на зачетах (в 7 и 8 семестрах).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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
- подготовка к устному опросу на семинарских и лабораторных занятиях;
- подготовка к тестам;
- подготовка к зачету.

Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Спецпрактикум по биофизике»

Подготовка к устному опросу, тестированию

Все перечисленные виды самостоятельной работы 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 ним студенту 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 зачету

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **зачета**. Подготовка к зачету является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Спецпрактикум по биофизике».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету 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.

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

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно

(индикатора достижения компетенций)	не зачтено		зачтено				
	Отсутствие знаний теоретическо го материала. Невозможнос ть оценить полноту знаний вследствие отказа обучающего я от ответа	Уровень знаний ниже минималны х требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствую щем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующ ем программе подготовки. Допущено несколько несущественны х ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствую щем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающе м программу подготовки.
<u>Знания</u>							
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальны х умений . Невозможнос ть оценить наличие умений вследствие отказа обучающего я от ответа	При решении стандартных задач не продемонстр ированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстр ированы все основные умения. Решены все типичные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продемонстр ированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстри рованы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстр ированы все основные умения, реше ны все основные задачи с отдельными несуществен ным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстр ированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможнос ть оценить наличие навыков вследствие отказа обучающего я от ответа	При решении стандартных задач не продемонстр ированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальны й набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстр ированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстри рованы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстр ированы навыки при решении нестандартн ых задач без ошибок и недочетов.	Продемонстр ирован творческий подход к решению нестандартн ых 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

№	Вопросы	Код формируемой компетенции
1.	Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.	ПК-2
2.	Виды распада: альфа- и бета-распад, К-захват.	ПК-5
3.	Гамма и рентгеновское излучение.	ПК-5
4.	Радиационные и ионизационные потери.	ПК-5
5.	Закон ослабления бета-излучения в веществе.	ПК-2
6.	Особенности потенциала покоя у растений. Компоненты потенциала покоя.	ПК-2
7.	Диффузионная компонента потенциала покоя у растительных клеток. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана. Роль ионных каналов в формировании диффузионной компоненты потенциала покоя.	ПК-2
8.	Метаболическая компонента потенциала покоя. Роль H^+ -АТФазы.	ПК-5
9.	Взаимодействие диффузионной и метаболической компонент. Уравнения, описывающие обе компоненты потенциала покоя.	ПК-5
10.	Связь лабильности потенциала покоя с H^+ -АТФазой. Изменения мембранного потенциала при постепенном охлаждении.	ПК-2
11.	Химический состав мембран. Типы липидов, входящих в состав биологических мембран. Заряженные и нейтральные липиды. Жирные кислоты в составе липидов. Изменение жирнокислотного состава липидов при адаптации.	ПК-5

12.	Типы слабых взаимодействий. Энергия сильных (валентных) и слабых взаимодействий. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия (ориентационное, индукционное, дисперсионное).	ПК-2
13.	Водородные связи. Энергия водородных связей. Условия образования водородных связей.	ПК-5
14.	Гидрофобное взаимодействие. Энергия гидрофобного взаимодействия.	ПК-5
15.	Монослой липидов на поверхности полярного растворителя. Определение площади, приходящейся на одну липидную молекулу.	ПК-2
16.	Естественная и искусственная радиоактивность.	ПК-5
17.	Радиационный фон и его компоненты.	ПК-5
18.	Биологически значимые радиоактивные изотопы.	ПК-5
19.	Радиоактивный газ радон.	ПК-5
20.	Детекторы ионизирующих излучений. Типы детекторов. Принцип работы.	ПК-2
21.	Бета-спектр. Принцип работы бета-спектрометра.	ПК-2
22.	Закрытые и открытые источники ионизирующего излучения.	ПК-5
23.	Дозы ионизирующего излучения. Принцип формирования доз.	ПК-2
24.	Защита от ионизирующего излучения.	ПК-2
25.	Нормы радиационной безопасности.	ПК-2
26.	Фотоэлектрическая реакция. Ее механизмы.	ПК-5
27.	Функциональная роль потенциала покоя.	ПК-5
28.	Регистрации потенциала покоя у высших растений методом эстраклеточного отведения.	ПК-2
29.	Особенности микроэлектродного отведения биопотенциалов у растений.	ПК-2
30.	Потенциалы возбуждения у растений. Особенности потенциала действия у растительных объектов.	ПК-5
31.	Механизмы генерации потенциала действия у растений (харовые водоросли, ацетабулярия, высшие растения).	ПК-5
32.	Механизмы распространения потенциала действия у растений. Кабельное уравнение.	ПК-5
33.	Особенности переменного потенциала как специфического потенциала возбуждения у растений.	ПК-5
34.	Возможные механизмы генерации и распространения переменного потенциала. Аргументы «за» и «против».	ПК-5
35.	Местные биоэлектрические реакции, их особенности и механизмы.	ПК-5

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки компетенции ПК-2

Примеры тестовых заданий

1. Процесс перехода электрона с одного энергетического уровня на более отдаленный от ядра называется:
 - а) ионизация;
 - б) возбуждение;
 - в) излучение.
2. Самопроизвольное превращение ядер атомов химических элементов в ядра других элементов, сопровождающееся выделением ионизирующих излучений, называется:
 - а) дозой излучения;
 - б) дозой облучения;
 - в) мощностью дозы;
 - г) радиоактивностью.
3. Образующийся при бета-распаде (электронном) элемент смещается относительно исходного в таблице элементов Д.И. Менделеева:
 - а) на 1 клетку влево;
 - б) на 2 клетки влево;
 - в) на 1 клетку вправо;
 - г) на 2 клетки вправо.
4. Количество любого радиоактивного изотопа со временем, вследствие радиоактивного превращения ядер:
 - а) стабилизируется;
 - б) увеличивается в геометрической прогрессии;
 - в) изменяется в зависимости от воздействия физических и химических факторов;
 - г) уменьшается согласно закону радиоактивного распада.
5. Единицей радиоактивности в международной системе (СИ) является:
 - а) кюри;
 - б) зиверт;
 - в) миллиграмм эквивалент радия;
 - г) беккерель.
6. При регистрации фотоэлектрической реакции методом экстраклеточного отведения на освещённом участке листа:
 - А) располагается измерительный электрод
 - Б) располагается электрод сравнения
 - В) электрод не устанавливается
7. Для лучшего контакта с поверхностью растения для отведения биопотенциалов используется:
 - А) электропроводящий гель
 - Б) сухой фитилёк
 - В) сухая фильтровальная бумага
8. Установка для регистрация фотоэлектрической активности включает в себя (выберите несколько правильных ответов):
 - А) светофильтры
 - Б) осветитель
 - В) радиометр
 - Г) электроды
 - Д) лучевую трубку
9. В нормальном состоянии липидный бислой биологическхи мембран находится:
 - А) в жидкокристаллическом состоянии;
 - Б) в твердом аморфном состоянии;
 - В) в жидком аморфном состоянии;
 - Г) в твердом аморфном состоянии;
10. Толщина биологической мембраны приблизительно составляет:
 - А) 10 Å;

- Б) 0.1 мкм;
 - В) 10 нм;
 - Г) 10 мкм.
11. Пробег альфа-частиц в воздухе достигает:
- а) до 25 м;
 - б) до 10 см;
 - в) до 150 м;
 - г) до 1 см.
12. Проникающая способность бета-частицы в мягкой биологической ткани:
- а) до 1 см;
 - б) до нескольких десятков микрометров;
 - в) до 0,5 м;
 - г) пронизывает насквозь.
13. При прохождении через вещество гамма-кванта с энергией не менее 1,022 МэВ проявляется следующий из эффектов:
- а) образование электрон-позитронных пар;
 - б) фотоэффект;
 - в) комптон-эффект;
 - г) К-захват.
14. Доза, характеризующая ионизирующую способность ионизирующего излучения в воздухе, называется:
- а) эквивалентная;
 - б) поглощенная;
 - в) экспозиционная;
 - г) эффективная эквивалентная.
15. Единицами измерения поглощенной дозы излучения являются:
- а) Гр, рад;
 - б) Р, Кл/кг;
 - в) Зв, бэр;
 - г) Ки, Бк
16. В ответ на включение света у растения:
- А) регистрируется ТС-реакция
 - Б) реакции не возникает
 - В) регистрируется СТ-реакция
17. Потенциал действия возникает в ответ на раздражение в виде:
- А) химический ожог
 - Б) растирания ткани растения пластиной
 - В) механический удар стеклянной палочкой
18. Стандартный раствор включает в себя:
- А) 1мМ KCl; 0,5 мМ CaCl₂; 0,1 мМ NaCl
 - Б) 3 мМ KCl; 3 мМ CaCl₂; 3 мМ NaCl
 - В) 1мМ K₂HPO₄; 0,5 мМ FeCl₃; 0,1 мМ NaNO₃
19. При регистрации переменного потенциала электрод сравнения располагается
- А) на кончике раздражаемого листа
 - Б) на стебле
 - В) в омывающем корни растворе
20. В конструкции макроэлектродов для измерения разности потенциалов используется проволока, покрытая:
- А) хлоридом серебра
 - Б) никелем
 - В) тефлоном

5.2.3. Для оценки компетенции ПК-6 используется написание отчетов по лабораторным работам.

Требования к отчетам по лабораторным работам

В отчете по лабораторной работе должны быть приведены данные о самостоятельно выполненной исследовательской работе студента и результаты, оформленные в виде результатов и обсуждений с последующими выводами. Основными структурными элементами отчета должны быть: титульный лист, основная часть и выводы. На титульном листе должна быть отражена следующая информация: наименование образовательного учреждения; наименование кафедры, к которой относится учебная лаборатория, где выполнялась лабораторная работа; наименование документа; название лабораторной работы; дисциплина, по которой выполнена лабораторная работа; должность фамилии и инициалы преподавателя, принимающего отчет, и студента – исполнителя, сдающего отчет; номер студенческой группы; город и год выполнения работы. В основной части отчета должны приводиться данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненной работы. Заключение должно содержать краткие выводы по результатам работы (конкретные результаты работы с перечислением полученных численных значений, характера изменения зависимостей, особых режимов работы и т.п. с их пояснением) и оценку полноты решений поставленной цели. Отчет должен быть выполнен любым печатным способом на одной стороне листа формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков не менее 1,8 мм (кегель не менее 12), гарнитура шрифта Times. Допускается выполнение ручным способом - чернилами черного или синего цвета, разборчивым почерком с межстрочным интервалом 7–10 мм. Запрещается выполнение текста отчета совмещением ручного и печатного способа. Отчет при необходимости должен быть проиллюстрирован рисунками, таблицами, подписи и разъяснения к иллюстрациям должны быть подробными и понятными без привязки к тексту отчета. Отчеты, включающие какие-либо вычисления, должны включать расчетные формулы, первичные данные, расчет требуемых величин по собственным первичным данным.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Артюхов В.Г., Ковалева Т.А., Наквасина М.А., Башарина О.В., Путинцева О.В. Биофизика. М.: Академический проект, 2013. (20 экз. в библиотеке ННГУ)
2. Артюхов В.Г., Башарина О.В. Молекулярная биофизика: механизмы протекания и регуляции внутриклеточных процессов. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2012. (5 экз.)
3. Антонов В.Ф., Козлова Е.К., Черныш А.М. Физика и биофизика. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970416440.html>)

б) дополнительная литература:

1. Воденеев В.А., Оприлов В.А., Мысягин С.А., Пятыхин С.С. Дистанционные электрические сигналы у растений. Н.Новгород: 2007. (<http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2007/36.pdf>)
2. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующее облучение). М.: Физматлит, 2004. (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922103881.html>)
3. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных. М.: Высшая школа, 1984. (12 экз. в библиотеке ННГУ)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://photobiology.info>

Журнал « Photochemical and Photobiological Sciences»

Журнал «Photochemistry and Photobiology»

<http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/79.pdf>.

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>,

ЭБС «ZNANIUM.COM»<http://znanium.com/>,
ЭБС «Юрайт»<https://www.biblio-online.ru/>,
Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary»<http://www.studentlibrary.ru/>,
Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук), экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеется лабораторное оборудование: иономер «Мультитест», наборы хлорсеребряных макроэлектродов, подставки для растений, чашки Петри, набор раздражителей, комплект химической посуды, реактивов, дозаторов, радиометр МКС/СРП-08А, сцинтилляционный бета-спектрометр МКС-01А с программным обеспечением «Прогресс», радиометр радона РРА-01М-03, радиометр СРП-88Н.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ.

Авторы _____ к.б.н., доц. каф. биофизики Шилягина Н.Ю.,

_____ к.б.н., доц. каф. биофизики Юдина Л.М.

Рецензент _____ к.б.н., доц. каф. биохимии и биотехнологии Сеницына Ю.В.

Заведующий кафедрой _____ д.б.н., доцент Воденев В.А.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 24.02.2021 года, протокол № 4.