

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Биофизика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

06.03.01 - Биология

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.39 Биофизика относится к обязательной части 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
ОПК-2: Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания;	ОПК-2.1: Знает: основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у живых объектов, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии, биофизики ОПК-2.2: Умеет: - осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи; - выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды ОПК-2.3: Владеет: - навыками применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов	ОПК-2.1: Знать и понимать взаимосвязи строения и функционирования биологических систем всех уровней организации. ОПК-2.2: Уметь применять знания основ биофизики для решения теоретических и практических задач. ОПК-2.3: Владеть навыками планирования и проведения биофизического исследования.	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-2: Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских	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	ПК-2.1: Знать основные принципы методов биофизических исследований. ПК-2.2: Уметь использовать современную аппаратуру при работе с биологическими объектами на основе понимания действия	Задачи	Зачёт: Отчет по лабораторным работам Контрольные вопросы Экзамен: Контрольные вопросы

полевых и лабораторных биологических работ	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	всех узлов экспериментальной установки. ПК-2.3: Владеть навыками работы с современным оборудованием при дополнительной мотивации изменения схемы эксперимента для соблюдения правил использования оборудования.		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	6
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	58
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	58
- КСР	3
самостоятельная работа	61
Промежуточная аттестация	36 Экзамен, Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование 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
Раздел 1: Введение	2	2	0	2	0
Раздел 2: Термодинамика биологических процессов	20	8	4	12	8
Раздел 3: Кинетика биологических процессов	20	8	4	12	8
Раздел 4: Биофизика фотобиологических процессов	38	10	14	24	14
Раздел 5: Биофизика клетки	52	18	18	36	16

Раздел 6: Радиационная биофизика	45	12	18	30	15
Аттестация	36				
КСР	3			3	
Итого	216	58	58	119	61

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1: Введение.

Цель и задачи биофизики. История становления биофизики.

Раздел 2: Термодинамика биологических процессов.

Термодинамика и ее задачи. Особенности приложения законов термодинамики к биологическим системам. Первый закон термодинамики. Его значение в биофизике. Методы изучения приложимости I закона термодинамики к биосистемам. Доказательства приложимости I закона термодинамики к биосистемам. Второй закон термодинамики и его приложимость к биосистемам. Значение функции энтропии в биосистемах. Свободная энергия и работоспособность биосистем. Функции Гиббса и Гельмгольца. Расчет стандартной свободной энергии в биосистемах исходя из связи свободной энергии и химического потенциала. Энергия активации. Связь скорости процесса с энергией активации. Уравнение Аррениуса. Энергетическое сопряжение процессов. Биологические системы как открытые системы. Уравнение Пригожина. Соотношения Онзагера. Стационарное состояние биосистемы. Свойства стационарных состояний.

Раздел 3: Кинетика биологических процессов.

Кинетика биологических процессов. Основные подходы к анализу. Кинетический критерий устойчивости стационарных состояний. Критерий Ляпунова. Модель проточного культиватора как пример стационарной системы с различными состояниями. Метод фазовой плоскости. Типы особых точек. Колебательные системы. Модель Вольтерра. Триггерные свойства биосистем. Стационарная кинетика ферментативных процессов. Уравнение Михаэлиса-Ментон. Линеаризация зависимости. Конкурентное и неконкурентное ингибирование.

Раздел 4: Биофизика фотобиологических процессов.

Основные характеристики электромагнитного излучения. Оптический диапазон электромагнитного излучения. Поглощение света. Схемы электронных возбужденных состояний. Схема Яблонского. Синглетное и триплетное возбужденные состояния. Пути реализации энергии возбужденного состояния. Флуоресценция. Флуоресцентный анализ в биологических исследованиях. Миграция энергии в биосистемах. Индуктивно-резонансный механизм миграции энергии (FRET). Хемилюминесценция. Химические и физические активаторы. Биolumинесценция. Люциферин-люциферазная система. Молекулярные основы зрительной рецепции. Восприятие кванта света и возникновение электрического ответа. Механизмы прерывания сигнала и восстановление рецепторной системы. Роль ионов кальция. Фоторегуляторные процессы. Фитохромная система. Фототропизм. Деструктивное действие УФ-излучения. Основные акцепторы УФ-излучения в биологических системах.

Раздел 5: Биофизика клетки.

Структурно-функциональная организация биологических мембран.

Химический состав мембран. Липиды, входящие в состав биологических мембран. Типы слабых взаимодействий. Взаимодействия Ван-дер-Ваальса. Водородные связи. Гидрофобное взаимодействие. Роль гидрофобного взаимодействия в поддержании структуры биологических мембран. Упаковка липидных молекул. Типы агрегатов. Критический параметр упаковки. Особенности структурной

организации интегральных мембранных белков. Динамические свойства биологических мембран. Фазовые переходы. Факторы, влияющие на фазовый переход.

Мембранный транспорт

Электрoхимический градиент как движущая сила потока вещества. Уравнение интенсивности потока. Пассивный транспорт. Простая диффузия незаряженных соединений через мембрану. Пассивный транспорт. Облегченная диффузия. Особенности в сравнении с простой диффузией. Активный транспорт соединений через мембрану. Структура и механизм работы Na^+/K^+ -АТФазы. Электрический мембранный потенциал. Уравнение Нернста для равновесного потенциала. Мембранный потенциал. Уравнение Гольдмана. Потенциал покоя как совокупность пассивной и активной компонент мембранного потенциала. Потенциал действия. Характерные черты потенциала действия. Ионная природа потенциала действия. Математическая модель нервного импульса. Распространение нервного импульса. Кабельная постоянная. Структура и механизм работы возбудимых ионных каналов.

Раздел 6: Радиационная биофизика.

Радиационный фон. Основные источники. Типы ионизирующих излучений, их характеристика. Закон радиоактивного распада. Типы распадов. Дозы в радиобиологии. Единицы измерения. Механизмы ионизации при действии различных типов ионизирующих излучений. Принципы количественной радиобиологии. Теория попаданий и концепция мишеней. Прямое действие ионизирующего излучения. Типы повреждения биологических макромолекул. Непрямое действие ионизирующего излучения. Последовательность стадий лучевого поражения. Модификация радиочувствительности.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Биофизика. Лабораторный практикум. Раздел «Радиационная биофизика»: учебно-методическое пособие / Шилягина Н. Ю., Масленникова А. В., Юдина Л. М., Мысягин С. А., Шерстнева О. Н., Сороко С. С., Здобнова Т. А., Воденев В. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. - 50 с.

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 - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Изолированная термодинамическая система – это...

1. система, которая обменивается с окружающей средой веществом;
2. система, которая обменивается с окружающей средой энергией;
3. система, которая обменивается с окружающей средой веществом и энергией;
4. система, которая не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией.

2. Внутренняя энергия системы – это...

1. свободная и связанная энергия в данной системе;
2. только связанная энергия в данной системе;
3. только свободная энергия в данной системе;
4. тепловая энергия в данной системе.

3. Потенциал покоя — это:

1. заряд белков, входящих в состав мембраны клетки;
2. заряд ядра клетки;
3. разница потенциалов между внешней и внутренней поверхностями мембраны клетки;
4. разница потенциалов между органеллами клетки и внутренней поверхностью ее мембраны.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований.

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

1. Усилитель биопотенциалов предназначен для измерения разности потенциалов в биологических системах.

Задание 1. Вы используете усилитель (МУЛЬТИТЕСТ ИПЛ-113) с макроэлектродами для регистрации электрических сигналов у растения. Поместив электрод сравнения в раствор, омывающий корни, а измерительный электрод в зону интереса, прибор показал значение в мВ. Что показывают эти цифры?

- 1) трансмембранную разность потенциалов
- 2) разность потенциалов между измерительным электродом и электродом сравнения
- 3) разность потенциалов между цитоплазмой и электродом сравнения

Задание 2. Вы используете прибор МУЛЬТИТЕСТ ИПЛ-113 с макроэлектродами для регистрации электрических сигналов у растений, регистрируете потенциал внеклеточно с помощью усилителя. На экране прибора значения изменились с -20 мВ до -50 мВ. Какой тип реакции вы зарегистрировали?

- 1) деполяризация
- 2) гиперполяризация
- 3) реполяризация

2. Центрифугирование применяется для разделения мелкодисперсных многокомпонентных смесей, а также для фракционирования клеточных органелл и определения молекулярного веса высокомолекулярных органических соединений, например белков, нуклеиновых кислот (седиментационный анализ).

Разделение веществ с помощью центрифугирования основано на том, что в центробежном поле частицы, имеющие различные размеры, форму и плотность, осаждаются (седиментируют) с разной скоростью. Величина центробежной силы определяется скоростью вращения ротора и расстоянием от оси вращения. Для сравнения условий центрифугирования на разных центрифугах принято указывать относительное центробежное ускорение (фактор разделения), выраженное в g ($g = 9,8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$).

$$\text{RCF}(g) = 1.12 \times \text{радиус ротора} \times (\text{rpm}/1000)^2$$

Задание 1. Вам необходимо осадить ядра клеток, известно, что ядра осаждаются при 600 g . В вашем распоряжении имеется центрифуга с радиусом ротора 30 см. Какое количество оборотов в минуту необходимо задать на центрифуге (rpm)?

- 1) 134 оборотов/мин
- 2) 1336 оборотов/мин
- 3) 13366 оборотов/мин

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.
не зачтено	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.

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	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	знаний вследствие отказа обучающегося от ответа		много негрубых ошибок	подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	подготовк и. Ошибок нет.	
<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 отдельным 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. 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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован 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 с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Цель и задачи биофизики. История становления биофизики.
2. Термодинамика и ее задачи. Основные понятия и определения. Особенности приложения законов термодинамики к биологическим системам.
3. Первый закон термодинамики. Его значение в биофизике. Методы изучения приложимости I закона термодинамики к биосистемам. Доказательства приложимости I закона термодинамики к биосистемам.
4. Второй закон термодинамики и его приложимость к биосистемам. Значение функции энтропии в биосистемах.
5. Свободная энергия и работоспособность биосистем. Функции Гиббса и Гельмгольца.
6. Энергетическое сопряжение процессов.
7. Биологические системы как открытые системы. Уравнение Пригожина.
8. Соотношения Онзагера.
9. Стационарное состояние биосистемы. Свойства стационарных состояний.
10. Кинетика биологических процессов. Основные подходы к анализу.
11. Метод фазовой плоскости. Типы особых точек.
12. Колебательные системы. Модель Вольтерра.
13. Триггерные свойства биосистем.
14. Основные характеристики электромагнитного излучения. Оптический диапазон электромагнитного излучения.
15. Схемы электронных возбужденных состояний. Схема Яблонского. Синглетное и триплетное возбужденные состояния. Пути реализации энергии возбужденного состояния.
16. Хемилюминесценция. Химические и физические активаторы.
17. Биолюминесценция. Люциферин-люциферазная система.
18. Молекулярные основы зрительной рецепции. Восприятие кванта света и возникновение электрического ответа.
19. Молекулярные основы зрительной рецепции. Механизмы прерывания сигнала и восстановление рецепторной системы. Роль ионов кальция.
20. Фоторегуляторные процессы. Фитохромная система. Фототропизм.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Расчет стандартной свободной энергии в биосистемах исходя из связи свободной энергии и химического потенциала.
2. Энергия активации. Связь скорости процесса с энергией активации. Уравнение Аррениуса.
3. Кинетический критерий устойчивости стационарных состояний (критерий Ляпунова).
4. Модель проточного культиватора как пример стационарной системы с различными состояниями.
5. Стационарная кинетика ферментативных процессов. Уравнение Михаэлиса-Ментон.
6. Конкурентное и неконкурентное ингибирование. Методы определения.
7. Поглощение света.

8. Флуоресценция. Флуоресцентный анализ в биологических исследованиях.
9. Миграция энергии в биосистемах. Индуктивно-резонансный механизм миграции энергии (FRET).
10. Деструктивное действие УФ-излучения. Основные акцепторы УФ-излучения в биологических системах.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Типы слабых взаимодействий. Взаимодействия Ван-дер-Ваальса. Водородные связи.
2. Гидрофобное взаимодействие. Роль гидрофобного взаимодействия в поддержании структуры биологических мембран.
3. Особенности структурной организации интегральных мембранных белков.
4. Динамические свойства биологических мембран.
5. Электрохимический градиент как движущая сила потока вещества. Уравнение интенсивности потока.
6. Пассивный транспорт. Простая диффузия незаряженных соединений через мембрану.
7. Пассивный транспорт. Облегченная диффузия. Особенности в сравнении с простой диффузией.
8. Активный транспорт соединений через мембрану. Структура и механизм работы Na^+/K^+ -АТФазы.
9. Электрический мембранный потенциал. Уравнение Нернста для равновесного потенциала.
10. Мембранный потенциал. Уравнение Гольдмана.
11. Потенциал действия. Характерные черты потенциала действия. Ионная природа потенциала действия.
12. Распространение нервного импульса. Кабельная постоянная.
13. Структура и механизм работы возбудимых ионных каналов.
14. Типы ионизирующих излучений, их характеристика.
15. Закон радиоактивного распада. Типы распадов.
16. Механизмы ионизации при действии различных типов ионизирующих излучений.
17. Принципы количественной радиобиологии. Теория попаданий и концепция мишеней.
18. Прямое действие ионизирующего излучения. Типы повреждения биологических макромолекул.
19. Непрямое действие ионизирующего излучения.
20. Последовательность стадий лучевого поражения.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Химический состав мембран. Липиды, входящие в состав биологических мембран.
2. Упаковка липидных молекул. Типы агрегатов. Критический параметр упаковки.
3. Фазовые переходы. Факторы, влияющие на фазовый переход.
4. Потенциал покоя как совокупность пассивной и активной компонент мембранного потенциала.
5. Математическая модель нервного импульса.

6. Радиационный фон. Основные источники.
7. Дозы в радиобиологии. Единицы измерения.
8. Модификация радиочувствительности.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа

5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2

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. К каждому отчету должен прилагаться протокол, в котором должны быть отражены первичные экспериментальные данные (Пример протокола лабораторной работы приведен со следующей страницы). 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

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований.

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

Основная литература:

1. Физика и биофизика / Антонов В.Ф., Козлова Е.К., Черныш А.М. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=645573&idb=0>.
2. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения / Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. - Москва : Физматлит, 2008., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=640076&idb=0>.
3. БИОФИЗИКА: В 2 т. Т. 1: Теоретическая биофизика / Рубин А.Б. - Москва : МГУ, 2004., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=638100&idb=0>.
4. Волькенштейн М. В. Биофизика / Волькенштейн М. В. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 608 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-0851-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799815&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Кудряшов Юрий Борисович. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Биофизика", "Физика атомного ядра и частиц", "Медицинская физика", "Биохимическая физика" / под ред. В. К. Мазурика, М. Ф. Ломанова ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Физматлит, 2004. - 448 с. - ISBN 5-9221-0388-1 : 220.00., 9 экз.
2. Биофизика. Лабораторный практикум. Раздел «Радиационная биофизика» : учебно-методическое пособие / Шилягина Н. Ю., Масленникова А. В., Юдина Л. М., Мысягин С. А., Шерстнева О. Н., Сороко С. С., Здобнова Т. А., Воденеев В. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. - 50 с. - Рекомендовано методической комиссией Института биологии и биомедицины для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 «Биология». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Физика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=783190&idb=0>.
3. Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям / Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=644640&idb=0>.
4. Минюк О. Н. Биофизика: раздел «Биофизика фотобиологических процессов» : учебно-

методическое пособие / Минюк О. Н. - Пинск : ПолесГУ, 2022. - 57 с. - Книга из коллекции ПолесГУ - Биология. - ISBN 978-985-516-687-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=830428&idb=0>.

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

Фундаментальная библиотека ННГУ
<https://lib.unn.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: Специализированное оборудование для проведения лабораторных работ

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 подготовки/специальности 06.03.01 - Биология.

Автор(ы): Воденев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук, доцент
Шилягина Наталья Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Воденев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023 г., протокол № 2.