

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  
«31» мая 2023 г. № 6

**Рабочая программа дисциплины**

***Биофизика***

(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)

Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.38 «Биофизика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины, модули» ООП по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

**Целью освоения дисциплины является:**

- сформировать у студентов современные представления о физике биологических структур молекулярного, клеточного и организменного уровней организации, рассмотреть область применения физических методов при исследовании биологических систем, изучить основные проблемы, стоящих перед различными разделами биофизики.

## 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	
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.	<i>Знать</i> и понимать взаимосвязи строения и функционирования биологических систем всех уровней организации жизни; <i>Уметь</i> применять знания основ биофизики для решения теоретических и практических задач; <i>Владеть</i> навыками планирования и проведения биофизического исследования.	Контрольные вопросы, тесты
ПК-2. Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-	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;	<i>Знать</i> основные принципы методов биофизических исследований; <i>Уметь</i> использовать современную аппаратуру при работе с биологическими объектами на основе понимания действия всех узлов экспериментальной установки; <i>Владеть</i> навыками работы с современным оборудованием при дополнительной мотивации изменения схемы эксперимента для соблюдения правил использования оборудо-	Ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам

исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.	ПК-2.3. Владеет: методиками обработки материалов, имеет опыт использования современного оборудования при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике.	вания.	
---	---	--------	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	6 ЗЕТ
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	116
- занятия лекционного типа	58 (32+26)
- занятия лабораторного типа	58 (32+26)
самостоятельная работа	61 (43+18)
КСР	3 (1+2)
Промежуточная аттестация – зачет, экзамен	36

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1 Предмет и задачи биофизики.	2	2			2	
Тема 2 Термодинамика биологических процессов.	23	8			8	15
Тема 3 Кинетика биологических процессов.	29	4		14	18	9
Тема 4 Биофизика фотобиологических процессов.	53	16		16	32	20
Тема 5 Биофизика мембран и транспортных процессов.	25	12		8	20	5
Тема 6 Биоэлектрогенез.	25	10		10	20	6
Тема 7 Основы радиационной биофизики.	20	6		10	16	6
Итого	177	58		58	116	61

### Наименование работ лабораторного практикума

- 1) Определение констант диссоциации и рК аминокислот потенциометрическим методом.
- 2) Исследование длительного послесвечения листьев растений.
- 3) Дисперсия электропроводности и коэффициент поляризации биологических объектов.
- 4) Исследование спектров поглощения хлорофилла.
- 5) Исследование биоэлектрических потенциалов высших растений методом экстраклеточной регистрации.
- 6) Устройство и работа радиометра. Снятие счетной характеристики и нахождение рабочего напряжения счетчика Гейгера-Мюллера.
- 7) Изучение условий, влияющих на скорость счета радиоактивных препаратов.
- 8) Определение абсолютной активности радиоактивного препарата.
- 9) Исследование спектров поглощения растворов аминокислот, облученных ультрафиолетом.
- 10) Электромиография и время реакции.

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.

Практическая подготовка предусматривает: выполнение практических заданий (лабораторных работ, решение задач), написание тестов и контрольных работ, оформление отчета.

На проведение практических занятий (лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 58 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

**Практических навыков** в соответствии с перечнем задач профессиональной деятельности ОП:

Выполнение научно-исследовательских задач профессиональной деятельности:

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

### Компетенций

*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.

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

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа и индивидуальных консультаций.

#### 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;
- подготовка к экзамену.

#### Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Биофизика»

##### Подготовка к устному опросу, тестированию, решению ситуационных задач

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 и экзамену

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

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

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

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

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося 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, без ошибок.	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 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 владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	<b>превосходно</b>	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
<b>зачтено</b>	<b>отлично</b>	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»

	<b>очень хорошо</b>	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»
	<b>хорошо</b>	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»
	<b>удовлетворительно</b>	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»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	<b>плохо</b>	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.	Предмет биофизики. История становления.	ОПК-2
2.	Термодинамика и ее задачи. Основные понятия и определения. Особенности приложения законов термодинамики к биологическим системам.	ОПК-2
3.	Первый закон термодинамики. Его значение в биофизике. Методы изучения приложимости I закона термодинамики к биосистемам. Доказательства приложимости I закона термодинамики к биосистемам.	ОПК-2
4.	Второй закон термодинамики и его приложимость к биосистемам. Значение функции энтропии в биосистемах.	ПК-2
5.	Свободная энергия и работоспособность биосистем. КПД биологических процессов.	ОПК-2
6.	Расчет стандартной свободной энергии в биосистемах исходя из связи свободной энергии и химического потенциала.	ПК-2
7.	Свободная энергия активации в биосистемах.	ОПК-2
8.	Биологические системы как открытые системы. Уравнение Пригожина.	ОПК-2
9.	Соотношения Онзагера.	ОПК-2
10.	Стационарное состояние биосистемы. Свойства стационарных состояний.	ОПК-2
11.	Кинетика биологических процессов. Основные подходы к анализу.	ПК-2
12.	Стационарная кинетика ферментативных процессов. Уравнение Михаэлиса-Ментон.	ПК-2

13.	Кинетический критерий устойчивости стационарных состояний (критерий Ляпунова).	ПК-2
14.	Модель проточного культиватора как пример стационарной системы с различными состояниями.	ПК-2
15.	Типы особых точек в биосистемах. Колебательные системы. Модель Вольтерра.	ПК-2
16.	Триггерные свойства биосистем.	ОПК-2
17.	Схемы электронных возбужденных состояний. Схема Яблонского. Синглетное и триплетное возбужденные состояния, их особенности. Пути реализации возбужденного состояния.	ОПК-2
18.	Флуоресценция. Флуоресцентный анализ в биологических исследованиях.	ПК-2
19.	Миграция энергии в биосистемах. Индуктивно-резонансный механизм миграции энергии (FRET).	ПК-2
20.	Молекулярные основы зрительной рецепции. Восприятие кванта света и возникновение электрического ответа.	ОПК-2
21.	Молекулярные основы зрительной рецепции. Механизмы прерывания сигнала и восстановление рецепторной системы. Роль ионов кальция.	ОПК-2
22.	Хемилюминесценция.	ОПК-2
23.	Биолюминесценция. Люциферин-люциферазная система.	ПК-2
24.	Фоторегуляторные реакции. Фитохром. Фототропизм.	ОПК-2
25.	Деструктивное действие УФ-излучения.	ПК-2
26.	Основы структурно-функциональной организации биологических мембран.	ПК-2
27.	Электрохимический градиент как движущая сила потока вещества.	ОПК-2
28.	Пассивный транспорт. Простая диффузия незаряженных соединений.	ОПК-2
29.	Облегченная диффузия. Особенности в сравнении с простой диффузией.	ОПК-2
30.	Транспорт заряженных соединений и генерация мембранного потенциала. Уравнение Нернста для равновесного потенциала.	ОПК-2
31.	Уравнение Гольдмана.	ОПК-2
32.	Активный транспорт соединений через мембрану. Критерий Юссинга.	ОПК-2
33.	Типы транспортных АТФаз. Структура и механизм работы $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФазы.	ОПК-2
34.	Мембранный потенциал в покое как совокупность пассивной и активной компонент.	ОПК-2
35.	Процесс возбуждения. Характерные черты потенциала действия.	ОПК-2
36.	Ионная природа потенциала действия. Экспериментальные исследования природы ПД.	ОПК-2
37.	Возбудимые ионные каналы.	ОПК-2



38.	Математическая модель ПД. Уравнение Ходжкина-Хаксли.	ПК-2
39.	Распространение нервного импульса.	ОПК-2
40.	Радиационный фон. Основные источники.	ПК-2
41.	Типы ионизирующих излучений, их характеристика.	ОПК-2
42.	Закон радиоактивного распада. Типы распадов.	ОПК-2
43.	Дозы в радиобиологии. Единицы измерения.	ПК-2
44.	Механизмы ионизации при действии различных типов ионизирующих излучений.	ОПК-2
45.	Принципы количественной радиобиологии. Теория попаданий и концепция мишеней.	ОПК-2
46.	Прямое действие ионизирующего излучения. Типы повреждения биологических макромолекул.	ОПК-2
47.	Непрямое действие ионизирующего излучения.	ОПК-2
48.	Последовательность стадий лучевого поражения.	ОПК-2
49.	Модификация радиочувствительности.	ПК-2

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки компетенции ОПК-2

#### Примеры тестовых заданий

- Изолированная термодинамическая система – это...
  - система, которая обменивается с окружающей средой веществом;
  - система, которая обменивается с окружающей средой энергией;
  - система, которая обменивается с окружающей средой веществом и энергией;
  - система, которая не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией.
- Закрытая термодинамическая система – это...
  - система, которая не может обмениваться с окружающей средой ни веществом, ни энергией;
  - система, которая может обмениваться с окружающей средой лишь энергией и не может обмениваться веществом;
  - система, которая может обмениваться с окружающей средой и веществом, и энергией;
  - система, которая может обмениваться с окружающей средой лишь веществом и не может обмениваться энергией.
- Открытая термодинамическая система – это...
  - система, которая обменивается с окружающей средой и веществом и энергией;
  - система, которая не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией;
  - система, которая может обмениваться с окружающей средой лишь энергией и не может обмениваться веществом;
  - система, которая может обмениваться с окружающей средой лишь веществом и не может обмениваться энергией.
- Внутренняя энергия системы – это...

- а) свободная и связанная энергия в данной системе;
- б) только связанная энергия в данной системе;
- в) только свободная энергия в данной системе;
- г) тепловая энергия в данной системе.

5. Единицей измерения активности радионуклида в системе СИ является:

- а) Беккерель;
- б) Бэр;
- в) Кюри;
- г) Кулон на метр.

6. К корпускулярным типам ионизирующего излучения относят:

- а) гамма-излучение;
- б) бета-излучение;
- в) рентгеновское излучение;
- г) альфа-излучение.

7. Электропроводность биологических систем имеет следующую природу:

- а) электронную;
- б) дырочную;
- в) ионную;
- г) смешанную.

8. Зависимость импеданса биологической ткани от частоты переменного тока имеет следующий характер:

- а) импеданс уменьшается с уменьшением частоты тока и достигает нулевых значений при высоких частотах;
- б) импеданс не изменяется при увеличении частоты;
- в) импеданс увеличивается до постоянного значения при возрастании частоты;
- г) импеданс уменьшается до постоянного значения на высоких частотах.

9. Однокомпонентные белки и нуклеиновые кислоты поглощают ...:

- а) в ультрафиолетовой;
- б) в инфракрасной;
- в) в видимой;
- г) в ультрафиолетовой и видимой областях спектра.

### **5.2.3. Для оценки компетенции ПК-2 используются ситуационные задачи**

#### **Примеры ситуационных задач**

**I.** Счетчик Гейгера-Мюллера – один из наиболее распространенных газонаполненных детекторов частиц, действие которого основано на возникновении самостоятельного электрического разряда в газе при попадании частицы в его объем. Счетчик Гейгера предназначен для регистрации заряженных частиц, а также для детектирования нейтронов, рентгеновских и гамма-квантов по вторичным заряженным частицам, генерируемым ими.

Высокоэнергетичная частица, влетающая во внутреннее пространство счетчика, производит ионизацию одной или нескольких молекул газа, находящегося в этом пространстве. Под действием напряжения, приложенного между электродами разрядной камеры, образовавшиеся свободные электроны разгоняются, и если до столкновения с другой нейтральной молекулой

они успевают набрать энергию, достаточную для отрыва электрона, то происходит её ионизация. Таким образом, каждый акт ионизации внешним излучением в счётчике Гейгера порождает лавину электронов, которая воспринимается детектором как импульс тока определенной величины.

Счетная характеристика счетчика Гейгера-Мюллера — зависимость скорости счета от приложенного напряжения (при неизменной интенсивности ионизирующего излучения). Счетная характеристика зависит от многих причин: диаметр анода и корпуса счетчика, состав и давление газа и др. На рис. 1 показан пример такой счетной характеристики. Напряжение начала счета (порог счета) соответствует минимальным амплитудам импульсов, регистрируемых электронной схемой. Начальный участок счетной характеристики соответствует области ограниченной пропорциональности. Начиная с некоторой величины, скорость счета почти не зависит от приложенного напряжения; в этой области каждая частица, образовавшая хотя бы одну ионную пару, вызывает импульс с амплитудой, достаточной для регистрации. Такой участок называется областью плато. Протяженность плато обычно составляет несколько сотен вольт. Рабочее напряжение традиционно выбирают в середине плато. Дальнейшее увеличение напряжения приводит к «пробою» счетчика, — прошедшая частица вызывает незатухающую лавину электронов и ионов (за счет вторичных электронов, выбиваемых из стенок катода ионами). Этот участок кривой называется областью непрерывного разряда.

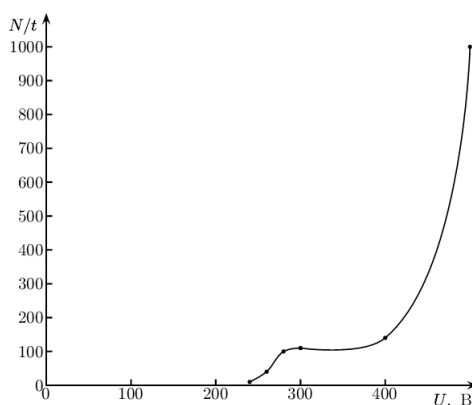


Рис.1. Счетная характеристика счетчика Гейгера-Мюллера

**Задание 1.** При работе со счетчиком Гейгера-Мюллера вам необходимо установить напряжение, при котором все влетающие частицы в пространство счетчика будут вызывать сигнал нужной амплитуды и регистрироваться им. Счетная характеристика этого счетчика представлена на рисунке №1. Рабочее напряжение для данного счетчика составляет

- 1) 250-300 В
- 2) 300-350 В
- 3) 350-400 В
- 4) 400-600 В

**Задание 2.** При каком диапазоне напряжений (рисунок №1) влетевшие в пространство счетчика частицы не будут зарегистрированы?

- 1) 100-220 В
- 2) 200-250 В
- 3) 250-300 В
- 4) 300-400 В

**Задание 3.** При каком напряжении (рисунок №1) счетчик будет выдавать завышенный по сравнению с действительностью результат?

- 1) 250 В
- 2) 350- В
- 3) 450 В
- 4) 550 В

#### **5.2.4. Для оценки компетенции ПК-2 используются отчеты по лабораторным работам**

##### **Требования к оформлению отчетов 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 (модуля)**

##### **а) основная литература:**

1. Рубин А. Б. - Биофизика: учеб. для студентов биол. специальностей вузов: в 2 кн. Кн. 1. - М.: Высшая школа, 1987. 319 с. (108 экз. в библиотеке ННГУ)
2. Рубин А. Б. - Биофизика: учеб. для студентов биол. специальностей вузов: в 2 кн. Кн. 2. - М.: Высшая школа, 1987. 302 с. (90 экз. в библиотеке ННГУ)

##### **б) дополнительная литература:**

1. Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник / Антонов В.Ф., Козлова Е.К., Черныш А.М. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. Доступно на ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970416440.html>

608

с.

##### **в) Интернет-ресурсы:**

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 лабораторного типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук, экран)). Для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеется лабораторное оборудование: радиометр Б-2, спектрофотометр СФ-2000, установка для исследования длительного послесвечения листьев растений (светонепроницаемая камера с фотоумножителем (ФЭУ), блок питания ФЭУ, усилитель, пересчетный прибор, осветитель, набор светофильтров, установка для измерения сопротивлений биологических объектов (мост переменного тока, генератор, осциллограф, магазин емкостей, камера с электродами), установка для исследования электромиографии и времени реакции (Віорас МР35/30), иономер МУЛЬТИТЕСТ ИПЛ-113, магнитная мешалка, лабораторный весы.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ.

Авторы \_\_\_\_\_ д.б.н., зав. кафедры биофизики Воденеев В.А.,

\_\_\_\_\_ к.б.н., доц. кафедры биофизики Шилягина Н.Ю.

Рецензент \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой биофизики \_\_\_\_\_ д.б.н., доцент Воденеев В.А.

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 06.09.2022 года, протокол № 1.