

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 от  
«16» июня\_2021 г. № 8\_\_

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)**

### **Общая биофизика**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**Специалитет**

Направление подготовки / специальность

**30.05.02 Медицинская биофизика**

Квалификация (степень)

**Врач-биофизик**

Форма обучения

**Очная**

Нижегород

2021 год

## 1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплин «Общая биофизика» относится к обязательной части ООП направления подготовки **30.05.02 Медицинская биофизика**

## 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	
<b>ОПК-1.</b> Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области медицинских и естественнонаучных дисциплин.	<i>Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области биофизики.</i>	- вопросы при устном и письменном опросе  -тесты
	ОПК-1.2. Критически рассматривает возможные варианты решения задач профессиональной деятельности.	<i>Умеет критически рассматривать возможные варианты решения задач профессиональной деятельности в области биофизики.</i>	-задачи
	ОПК-1.3. Умеет грамотно применять знания в области медицинских и естественнонаучных дисциплин для решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности.	<i>Умеет грамотно применять знания в области биофизики для решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности.</i>	
<b>ПК-13.</b> Способность анализировать, оценивать, подбирать оптимальные технологии и оформлять отчетные материалы по результатам исследований,	ПК-13.1. Владеет знаниями в области современных технологий и правил оформления отчетных материалов	<i>Владеет знаниями в области современных технологий биофизики и правил оформления отчетных материалов</i>	- вопросы при устном и письменном опросе -тесты -задачи - задания на лабораторном практикуме
	ПК-13.2. Умеет анализировать, оценивать, подбирать	<i>Умеет анализировать, оценивать, подбирать оптимальные технологии</i>	-отчеты по

научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.	оптимальные технологии и оформлять отчетные материалы по результатам исследований.	<i>решения задач в области биофизики и оформлять отчетные материалы по результатам исследований.</i>	лабораторному практикуму
	ПК-13.3. Владеет методами выбора оптимальных технологических решений для выполнения научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.	<i>Владеет методами выбора оптимальных технологических решений для выполнения научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области биофизики.</i>	

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>9 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>324</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>64</b>
- занятия семинарского типа	<b>144</b>
( практические занятия / лабораторные работы)	
<b>самостоятельная работа</b>	<b>77</b>
<b>КСР</b>	<b>3</b>
<b>Промежуточная аттестация –</b>	
<b>5 семестр зачет</b>	
<b>6 семестр экзамен</b>	<b>36</b>

### 3.2 Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Лекционные занятия	Практические занятия	Занятия лабораторного типа	Всего	
		Очная	Очная	Очная	Очная	
<b>Модуль 1: Введение в общую биофизику</b> <i>Тема 1.</i> Введение. <i>Тема 2.</i> Термодинамика биологических процессов. <i>Тема 3.</i> Кинетика биологических процессов.	68	14	16	18	48	20
<b>Модуль 2: Специальные вопросы биофизики</b> <i>Тема 4.</i> Биофизика фотобиологических процессов. <i>Тема 5.</i> Физико-химические механизмы транспортных процессов. <i>Тема 6.</i> Электрические свойства биосистем. <i>Тема 7.</i> Радиационная биофизика.	75	20	16	22	58	17
<b>Модуль 3: Молекулярная биофизика</b> <i>Тема 8.</i> Пространственная организация биополимеров. <i>Тема 9.</i> Динамические свойства глобулярных белков. <i>Тема 10.</i> Электронные свойства биополимеров.	72	16	16	20	52	20
<b>Модуль 4. Биофизика мембранных процессов</b> <i>Тема 11.</i> Структурно-функциональная организация биологических мембран. <i>Тема 12.</i> Транспорт веществ и биоэлектrogenез. <i>Тема 13.</i> Трансформация энергии в биомембранах.	70	14	16	20	50	20
<b>Итого</b>	285	64	64	80	208	77

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 (включая освоение навыков работы на специальном оборудовании, освоение методов расчета фармакокинетических показателей, поглощенной дозы излучения и др.), написание тестов и контрольных работ, подготовка отчетов.

На проведение практических занятий (лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 144 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

### **Практических навыков**

в соответствии с перечнем задач профессиональной деятельности ОП:

- организация и проведение научного исследования по актуальной проблеме;
- подготовка и публичное представление результатов научных исследований

### **Компетенций**

**ОПК-1.** Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

**ПК-13.** Способность анализировать, оценивать, подбирать оптимальные технологии и оформлять отчетные материалы по результатам исследований, научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий практического и 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 лабораторных занятиях;
- подготовка к тестам;
- подготовка к контрольным и коллоквиумам
- оформление лабораторных журналов (альбомов);
- подготовка к экзамену.

**Методические указания для обучающихся по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Общая биофизика»**

Самостоятельная работа направлена на изучение всех тем, рассмотренных на занятиях лабораторного и практического типа (согласно таблице Содержание дисциплины) и включает работу в читальном зале библиотеки и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет, а так же подготовка обучающимися докладов и презентаций по темам, представленным в таблице Содержание дисциплины (модуля).

Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который выполняет ряд дидактических функций: способствует формированию диалектического мышления, вырабатывает высокую культуру умственного труда, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело.

### **Изучение понятийного аппарата дисциплины**

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут учебники, монографии, справочники и интернет-ресурсы, указанные в списке литературы.

### **Изучение тем самостоятельной подготовки по учебно-тематическому плану**

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем по изучаемой дисциплине. В ходе самостоятельной работы студенты разрабатывают доклад и форму презентации изучаемого материала, что способствует увеличению объема знаний, выработке умений и навыков всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

### **Работа над основной и дополнительной литературой**

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников, что может использоваться не только в рамках данного курса, но и для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

### **Самоподготовка к практическим занятиям**

При подготовке к практическому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с ранее изучаемыми дисциплинами.

На практических занятиях студент должен уметь последовательно излагать свои мысли и аргументировано их отстаивать. Для достижения этой цели необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- 3) изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал;
- 5) ознакомиться с вопросами очередного практического занятия;

б) подготовить краткое выступление по каждому из вынесенных на практическое занятие вопросу.

Изучение вопросов очередной темы требует глубокого усвоения теоретических основ дисциплины, раскрытия сущности основных положений, проблемных аспектов темы и анализа фактического материала.

При презентации материала на практическом занятии можно воспользоваться следующим алгоритмом изложения темы: название, актуальность исследования, цели и задачи предмета исследования, оценка современного состояния вопроса, используемые материалы и методы исследования, выводы, перспективы развития и возможности внедрения. Время доклада – 7-10 минут. Презентация должна быть выполнена в программе PowerPoint. Презентация должна быть хорошо иллюстрирована (рисунками, схемами, таблицами), логически согласована с докладом. Желательно свободное изложение доклада без зачитывания печатного текста.

#### **Самостоятельная работа студента при подготовке к экзамену**

Итоговой формой контроля успеваемости студентов является экзамен.

Для успешного прохождения итоговой аттестации рекомендуется в начале семестра изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения материалы, разработанные в ходе подготовки к практическим занятиям. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение существа того или иного вопроса за счет:

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

#### **Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет**

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

#### **Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам:**

Все отчеты должны быть оформлены в форме единого документа (в одной тетради либо отдельные листы сшиты в единый документ). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Раздел “Результаты” должен включать первичные данные и их обработку в объеме, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Работы, включающие качественный анализ биомолекул, должны быть проиллюстрированы схемами необходимого оборудования (при использовании установок или приборов), содержать словесное описание и/или изображение полученных результатов качественных реакций. Работы, включающие количественный анализ, должны включать расчетные формулы, первичные данные (в том числе – калибровочную таблицу и калибровочный график), расчет требуемых величин по собственным первичным данным. Вывод по итогам работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные лабораторные работы к проверке не допускаются.

### **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.	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 несущественным 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 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	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 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 формируемых компетенций
Предмет биофизики, ее подразделение, методы. Роль русских и зарубежных ученых в развитии биофизики.	ОПК-1, ПК-13
Биоэнергетика и ее задачи. Особенности приложения законов термодинамики к биологическим системам.	ОПК-1, ПК-13
Первый закон термодинамики. Его значение в биофизике. Методы изучения приложимости I закона термодинамики к биосистемам. Доказательства приложимости I закона термодинамики к биосистемам	ОПК-1, ПК-13
Второй закон термодинамики и его приложимость к биосистемам. Значение функции энтропии в биосистемах.	ОПК-1, ПК-13
Свободная энергия и работоспособность биосистем. КПД биологических процессов.	ОПК-1, ПК-13
Расчет стандартной свободной энергии в биосистемах исходя из связи свободной энергии и химического потенциала.	ОПК-1, ПК-13
Свободная энергия активации в биосистемах.	ОПК-1, ПК-13
Биологические системы как открытые системы. Уравнение Пригожина.	ОПК-1, ПК-13
Соотношения Онзагера.	ОПК-1, ПК-13

Стационарное состояние биосистемы. Свойства стационарных состояний.	ОПК-1, ПК-13
---	--------------

### **5.2.2. Примеры вопросов к практическим занятиям для проверки компетенции**

#### **ОПК-1:**

- 1. Введение.** Предмет и задачи биофизики. Значение биофизического подхода для развития биологии. Современная классификация биофизики. Методологические вопросы биофизики. Методы биофизики.
- 2. Термодинамика биологических процессов.** Биоэнергетика 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.
- 3. Кинетика биологических процессов.** Основные методы решения моделей. Стационарная кинетика ферментативных процессов. Критерий устойчивости стационарных состояний по Ляпунову. Модель проточного культиватора как пример стационарной системы с различными стационарными состояниями.
- 4. Биофизика фотобиологических процессов.** Схема электронных возбужденных состояний макромолекул. Синглетные и триплетные возбужденные уровни. Переходы между ними. Типы реализации электронных возбужденных состояний в биосистемах.
- 5. Физико-химические механизмы транспортных процессов.** Основы структурно-функциональной организации биологических мембран. Принципы организации интегральных мембранных белков. Пассивный и активный транспорт, их критерии.
- 6. Электрические свойства биосистем.** Общая характеристика биопотенциалов. Их классификация. Потенциал покоя. Роль диффузионных явлений в генерации потенциала покоя. Мембранная теория происхождения биопотенциалов.

### **5.2.3. Примеры задач для оценки компетенции ПК-13:**

- 1) Бета-радиоактивный изотоп I-131 используется в медицине для лечения опухолей щитовидной железы. Постоянная распада I-131, равна  $9.93 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1}$ 
  - а) Напишите уравнение бета-электронного распада I-131
  - б) Рассчитайте период полураспада I-131 в днях
- 2) Два важнейших радионуклида, которые попали в биосферу в результате Чернобыльской аварии, Cs-137 ( $T_{1/2} = 30$  лет) и I-131 ( $T_{1/2} = 8$  дней)
  - а) Какой нуклид образуется в результате бета-электронного распада Cs-137?
  - б) Рассчитайте время, за которое активность Cs-137 уменьшится на 10%.
- 3) Ниже представлена схема радиоактивного распада радия (периоды полураспада частиц указаны над стрелками, тип распада – под стрелками).
$$\begin{array}{ccccccccccc}
 \text{Ra} & \xrightarrow[\alpha]{>1500 \text{ лет}} & \text{Rn} & \xrightarrow[\alpha]{3,83 \text{ суток}} & \text{RaA} & \xrightarrow[\alpha]{3,05 \text{ мин}} & \text{RaB} & \xrightarrow[\beta]{26,8 \text{ мин}} & \text{RaC} & \xrightarrow[\beta]{19,7 \text{ мин}} & \text{RaC'} \\
 & & & & & & & & & & \\
 \text{RaC'} & \xrightarrow[\alpha]{1,63 \cdot 10^{-4} \text{ с}} & \text{RaD} & \xrightarrow[\beta]{27,1 \text{ лет}} & \text{RaE} & \xrightarrow[\beta]{5 \text{ суток}} & \text{Po} & \xrightarrow[\alpha]{138 \text{ суток}} & \text{Pb (стабилен)} & & 
 \end{array}$$

Напишите уравнения приведенных в схеме радиоактивных превращений с использованием современных обозначений, указывая заряды и массовые числа всех участвующих в превращениях ядер
- 4) Какой нуклид образуется при альфа-распаде Gd-148?
- 5) Какова активность (без учета дочерних продуктов)
  - а) 1 г Ra-226,  $T_{1/2} = 1600$  лет.

б) 1 г U-238,  $T_{1/2} = 4,47 \cdot 10^9$  лет.

Во сколько раз активность Ra-226 больше активности U-238?

**Наименования лабораторных работ**

№ п/п	Лабораторная работа
1	Определение констант диссоциации и рК аминокислот потенциометрическим методом.
2	Исследование длительного послесвечения листьев растений.
3	Дисперсия электропроводности и коэффициент поляризации биосистем.
4	Снятие счетной характеристики счетчика Гейгера-Мюллера
5	Условия влияющие на скорость счета
6	Определение абсолютной радиоактивности методом счета поправок
7	Исследование длительного послесвечения листьев растений
8	Дисперсия электропроводности и коэффициент поляризации биологических объектов
9	Определение констант диссоциации и рНі глицина потенциометрическим методом
10	Исследование спектров поглощения растворов аминокислот, облученных ультрафиолетом
11	Исследование спектров поглощения хлорофилла
12	Исследование биоэлектрических потенциалов методом экстраклеточной регистрации
13	Электромиография и время реакции

**Примеры тестовых заданий для оценки компетенции ОПК-1:**

1. Ядра атомов всех химических элементов состоят из:  
протонов  
электронов  
нейтронов
2. Элементарные частицы, имеющие электрический заряд:  
протоны  
электроны  
нейтроны  
позитроны
3. Самое простое строение имеет ядро атома водорода, состоящее из одной элементарной частицы:

нейтрона  
протона  
электрона  
позитрона

### **Примеры тестовых заданий для оценки компетенции ПК-13:**

4. Ядра с одинаковыми зарядами и разными массовыми числами называются ...
5. Общая масса всех протонов и нейтронов ядра называется...
6. Протоны и нейтроны, из которых состоят ядра, называются...
7. Ядра химических элементов, имеющие одинаковое число нуклонов, называются ...
8. Ядра химических элементов, имеющие одинаковое число нейтронов, называются ...
9. Общее название изотопов, изотонов и изобаров:
10. Самопроизвольное превращение нестабильных атомных ядер в другие ядра, сопровождающееся испусканием особого рода лучей, называется ...

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

#### **а) основная литература:**

1. Биофизика: учеб. для вузов / Артюхов В. Г., Ковалева Т. А., Наквасина М. А., Башарина О. В., Путинцева О. В. - М.: Академический Проект, 2013. - 294 с. (19 экземпляров в библиотеке ННГУ)
2. Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник / Антонов В.Ф., Козлова Е.К., Черныш А.М. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970416440.html>.
3. БИОФИЗИКА: В 2 т. Т. 1: Теоретическая биофизика [Электронный ресурс]: учебник / Рубин А.Б. - 3-е изд. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2004. - (Классический университетский учебник). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5211061101.html>

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

Кудряшов Ю. Б. - Радиационная биофизика (ионизирующие излучения): учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Биофизика", "Физика атомного ядра и частиц", "Медицинская физика", "Биохимическая физика". - М.: Физматлит, 2004. - 448 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922103881.html>

#### **б) Интернет-ресурсы:**

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://biblio-online.ru>.

ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>.

ЭБС «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.

ЭБС «Znanium.com». Режим доступа: [www.znanium.com](http://www.znanium.com).

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное 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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по специальности 30.05.02 «Медицинская биофизика».

Авторы: \_\_\_\_\_ д.б.н., доц. Воденеев В.А.,

\_\_\_\_\_ к.б.н., Шилягина Н.Ю.,

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_

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

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