

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Павлов Валентин Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 01.06.2026 12:43:05

Уникальный программный код:

a562210a8a161d1bc9a34c4a0a3e820ac76b9d73665849e6d6db2e5a4e71d6ee


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(ФГБОУ ВО БГМУ МИНЗДРАВА РОССИИ)

*Кафедра медицинской физики и информатики*



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 / В.Е. Изосимова

« 27 » *июня* 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОБЩАЯ БИОФИЗИКА**

Уровень образования

Высшее – *специалитет*

Специальность

30.05.02 *Медицинская биофизика*

Квалификация

*Врач-биофизик*

Форма обучения

*Очная*

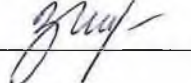
Год начала подготовки: 2026

Уфа – 2026


При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

- 1) ФГОС ВО по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования РФ № 1002 от 13 августа 2020 г.
- 2) Профессиональный стандарт «Врач-биофизик», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от «04» августа 2017 г. №611н.
- 3) Учебный план по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный Ученым советом ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России от «25» ноября 2025 г., протокол № 10.

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры медицинской физики и информатики от «13» октября 2025 г., протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой  / Г.Т. Закирьянова

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена Учебно-методическим советом Центра инновационных образовательных программ от «19» ноября 2025 г., протокол № 3.

Председатель Учебно-методического совета  
Центра инновационных образовательных программ  Т.И. Титова

Разработчик:  
Доцент кафедры медицинской физики и информатики, д.ф.м-н. Гайнуллин И.А.

Оглавление	
1. Пояснительная записка.....	4
1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций .....	4
2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины .....	5
2.1. Типы задач профессиональной деятельности .....	5
3. Содержание рабочей программы.....	6
3.1. Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы.....	6
3.2. Перечень разделов учебной дисциплины и компетенций с указанием соотнесенных с ними тем разделов дисциплины.....	7
3.3. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля .....	12
3.5. Название тем лабораторных занятий учебной дисциплины (модуля).....	14
3.6. Практические занятия .....	14
3.7. Самостоятельная работа обучающегося .....	18
3.7.1. Виды СР (АУДИТОРНАЯ РАБОТА) .....	18
3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов и задач .....	18
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. ....	21
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по учебной дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.....	23
5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины (модуля) .....	24
5.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины.....	24
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной дисциплины.....	24
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля).....	24
6.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля).....	24
6.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы .....	25

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

**Цель.** Овладение знаниями в области биофизических основ функционирования клеток, органов и тканей организма человека в норме и о сдвигах в этих показателях при патологических состояниях. Обучающиеся должны также овладеть принципами методов диагностики патологических состояний, основанных на исследовании биофизических характеристик клеток, органов и тканей организма человека.

Дисциплина «Общая биофизика» изучается в течение 5 и 6 семестра 3 курса и относится к основной части учебного плана. Дисциплина является теоретическим и практическим основанием для подготовки специалистов по профилю «Медицинская биофизика». Изучение дисциплины «Общая биофизика» базируется на знаниях, умениях, навыках, сформированных в процессе изучения дисциплин «Высшая математика», «Механика, электричество», «Биология» и «Нормальная физиология». Освоение данной дисциплины является основой для последующего изучения дисциплин: «Физические основы визуализации медицинских изображений», «Лучевая диагностика», «Медицинская биофизика», «Иммунология» а также для последующего прохождения педагогической практики, подготовки к итоговой государственной аттестации.

### 1.2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по учебной дисциплине (модулю)
ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Использует знания о современных актуальных проблемах, основных открытиях и методологических разработках в области биологических и смежных наук, понимает междисциплинарные связи и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности.	<b>Знать</b> основные законы и представления в области естественных и прикладных дисциплин медико-биологического профиля. <b>Уметь</b> оценивать, анализировать, обобщать и применять профессиональную информацию на теоретико-методологическом уровне. <b>Владеть</b> основными методами исследования в области наук медико-биологического профиля.
	ОПК-1.2. Анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в избранной сфере профессиональной деятельности, формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку.	

		ОПК-1.3. Способен планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские работы в области биотехнологии, проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы.	
ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.	ПК-4.1. Понимает теоретические и методические основы фундаментальных и медико-биологических наук	<p><b>Знать</b> основные фундаментальные и частные закономерности медико-биологического профиля, методы планирования, формулирования и решения научно-исследовательских задач в области биологии и медицины.</p> <p><b>Уметь</b> активно применять основные фундаментальные и частные закономерности медико-биологического профиля для формулирования, планирования и решения исследовательских научных задачи в области биологии и медицины.</p> <p><b>Владеть</b> анализом и оценкой научной информации, формулировки выводов по итогам исследований, наблюдений и экспериментов.</p>	
	ПК-4.2. Обосновывает научное исследование, выбирать объект и использовать современные биофизические, физико-химические и медико-биологические методы исследования		
	ПК-4.3. Способен проводить экспериментальных исследований, направленных на получение новых фундаментальных знаний о физико-химических механизмах функционирования человеческого организма в норме и при патологии		

## 2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

### 2.1. Типы задач профессиональной деятельности

Задачи профессиональной деятельности, которые лежат в основе преподавания учебной дисциплины: научно-исследовательский.

### 2.2. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и индекса трудовой функции

*Изучение учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:*

п/№		Индекс	Перечень	Оценочные
-----	--	--------	----------	-----------

	Номер/ индекс компетенции (или его части) и ее содержание	Номер индикатора компетенции и (или его части) и его содержание	трудо вой функции и ее содержание	практических навыков по овладению компетенцией	средства
1	2	3	4	5	6
1.	ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальны е и прикладные медицинские, естественнонауч ные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональн ой деятельности.	ОПК-1.1-1.3		основными методами исследования в области наук медико- биологического профиля	Устный опрос, письменная работа, тесты, контрольные работы, практическая задача.
2	ПК-4. Выполнение фундаментальны х научных исследований в области медицины и биологии.	ПК-4.1-4.3	В/01.7 Выполнение фундаментальн ых научных исследований в области медицины и биологии.	формулирования , планирования и решения исследовательск их научных задач в области биологии и медицины	Устный опрос, письменная работа, тесты, контрольные работы, практическая задача.

### 3. Содержание рабочей программы

#### 3.1 Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/ зачетных единиц	Семестр	
		№ 5	№ 6
		часов	
1	2	3	4
<b>Контактная работа (всего), в том числе:</b>	164	72	92
Лекции (Л)	42	18	24
Практические занятия (ПЗ)	122	54	68
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа обучающегося (СРО), в том числе:</b>	124	72	52
Подготовка к текущему контролю	40	24	15

Подготовка к промежуточному контролю		40	24	15
Подготовка к аудиторным занятиям		44	24	22
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	экзамен (Э)	36	-	36
<b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>	час.	324	144	180
	з.ед.	9	4	5

### 3.2. Перечень разделов учебной дисциплины и компетенций с указанием соотнесенных с ними тем разделов дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела (темы разделов)
1	2	3	4
1.	ОПК-1, ПК-4	Квантовая биофизика	Предмет и методы биофизики; разделы биофизики. Общие закономерности фотобиологических процессов; прямые и фотосенсибилизированные процессы. Электронные переходы в биомолекулах при поглощении света и люминесценции. Количественные закономерности поглощения света биомолекулами. Особенности поглощения света в биологических объектах: влияние неравномерного распределения поглощающих свет молекул и светорассеяния. Количественные закономерности фотолюминесценции в биологических системах. Спектры фотолюминесценции биомолекул и спектры ее возбуждения. Кинетический перенос энергии электронного возбуждения в биологических объектах, анализ процесса при фотодинамической терапии. Миграция энергии электронного возбуждения в биологических системах. Биолюминесценция и биохемиллюминесценция биологических систем. Кинетика фотохимических превращений биомолекул. Спектры действия фотопревращений биомолекул и фотобиологических процессов. Механизм действия ультрафиолетового излучения на белки, липиды и нуклеиновые кислоты. Биофизические механизмы фотобиологических процессов в коже, вызываемых ультрафиолетовым излучением: эритема, фотосинтез витамина D3, фотоканцерогенез. Начальные биофизические стадии фотосинтеза в зеленых растениях. Современные компьютерные способы обработки биофизических

			экспериментальных данных, получаемых в виде сложных количественных зависимостей.
2.	ОПК-1, ПК-4	Молекулярная биофизика	<p>Предмет и методы молекулярной биофизики. История развития. Вклад отечественных ученых в развитие молекулярной биофизики. Сывороточный альбумин человека (САЧ): содержание в крови, основные функции. Этапы транспортной функции белка. Основные физико-химические свойства САЧ: растворимость, молекулярная масса, заряд, изоэлектрическая точка, коэффициент диффузии, вязкость, форма. Структура САЧ. Среднечисленная молекулярная масса. Средневесовая молекулярная масса. Средневискозиметрическая молекулярная масса. Причина невозможности использования методов криоскопии и эбулиоскопии для измерения молекулярных масс макромолекул. Методы определения молекулярных масс биомacroмолекул: осмометрия, гельхроматография, электрофорез в полиакриламидном геле, рассеяние света, вискозиметрия. Конформационная потенциальная энергия белковых макромолекул. Внутри- и межмолекулярные силы и взаимодействия биомacroмолекул: кулоновское взаимодействие, иондипольные взаимодействия, вандерваальсовы силы, водородные силы, стерические силы (силы деформации и напряжения валентных связей и углов, силы заторможенности вращения пептидных групп вокруг простых связей. Гидрофобное взаимодействие. Уникальные (аномальные) физические свойства воды и их роль в биологических процессах. Модели структуры молекулы воды. Структура льда. Структура жидкой воды. Модели структуры жидкой воды: микрокристаллическая, квазикристаллическая (континуальная) и ассоциативная гипотезы. Структура воды в растворах. Ионные растворы. Кинетический и термодинамический подходы для описания сольватации ионов в растворах. Общая модель структуры воды в ионных растворах. Структура раствора неполярных молекул: гидрофобное взаимодействие. Первичная структура. Ионизационное равновесие в белках, полярность белковых аминокислотных остатков. Вторичная структура. Распространенность вторичных структур в белках, влияние электростатических сил и гидрофобных взаимодействий на стабильность вторичной структуры полипептидов и белков. Третичная структура.</p>

		<p>Термодинамическая модель структурной организации белков. Макромолекулярная организация глобулярных белков. "Капельная" модель Бреслера и Талмуда. "Сферическая" модель Фишера.</p> <p>Анализ третичной структуры белка по Фишеру. Плотность упаковки аминокислотных остатков в молекулах белка. Объем и плотность белков.</p> <p>Динамичность третичной структуры. Анализ и предсказание вторичной и третичной структуры белка по первичной. Физические принципы самоорганизации белковых молекул. "Термодинамическая гипотеза самоорганизации" и экспериментальное подтверждение ее. Стадии самосборки белковых молекул по Птицыну О.Б.</p> <p>Связь между структурным и функциональным подобием. Вырожденность конфигурационной информации. Физическая теория структурной организации белков. Основные положения физической теории. Метод теоретического конформационного анализа. Количественный метод теоретического конформационного анализа пептидов. Четвертичная структура. Анализ числа субъединиц и их взаимного расположения. Стабильность четвертичной структуры белков. Методы предсказания структуры белков, построение молекулярных моделей с помощью ЭВМ. Структура нуклеиновых кислот. Конформационный анализ. Углы вращения остова нуклеиновой кислоты и стерические ограничения. Взаимодействия первого и второго порядка. Силы, стабилизирующие упорядоченные конформации. Типы спаривания оснований в кристаллах и в растворе. Стэкинг оснований. Основные силы, обеспечивающие стэкинг-взаимодействия. Третичная структура нуклеиновых кислот. Структура хроматина. Инфракрасная спектроскопия (ИКС) полипептидов и белков. Физические основы ИКС. Основные типы колебания атомов в молекулах. Характеристические частоты колебания атомов пептидной группы белков. Анализ спектров поглощения белков в ИК диапазоне. ИК-дихроизм. Метод дейтерообмена. Анализ вторичной структуры белка методом ИК спектроскопии. Экспериментальное исследование оптической активности полипептидов и белков: ДОВ и КД. Физические основы оптической активности макромолекул. Метод ДОВ. Оценка степени спиральности</p>
--	--	--

		<p>белков методом ДОВ: метод Друде, метод Моффита. Метод КД. Оценка степени спиральности белков методом КД "изодихроичный метод" Рентгеноструктурный анализ белков. Рентгеноструктурный анализ глобулярных белков. Миллеровы плоскости отражения рентгеновских лучей. Закон Брегга-Вульфа. Понятие обратной кристаллической решетки, векторная форма уравнения Брегга-Вульфа. Структурный фактор. Проблема фаз и метод изоморфного замещения. Определение структурных факторов, вычисление электронной плотности. Создание пространственной модели белков. Анализ третичной структуры миоглобина, гемоглобина, лизоцима, рибонуклеазы, карбоксипептидазы. Анализ структуры и функции полипептидов и белков с помощью метода флуоресцентных зондов. Принцип метода. Основные типы флуоресцентных зондов. Параметры поглощения и флуоресценции зондов: положения максимумов поглощения и флуоресценции, полуширина максимума, интенсивность максимума флуоресценции, квантовый выход, время жизни возбужденного состояния, степень поляризации, анизотропия флуоресценции. Применение метода ИРПЭ флуоресценции для оценки расстояний между парами зондов, связанных с биообъектом. Исследование структуры белков и нуклеиновых кислот. Изучение белок-липидных пространственных взаимоотношений в мембранах с помощью ИРПЭ флуоресценции. Методы определения вращательной и латеральной диффузии молекул. Резонансные методы исследования структуры и функции полипептидов и белков: ЯМР, ЭПР. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) высокого разрешения полипептидов белков. Параметры спектров ЯМР: интенсивность, полуширина, химический сдвиг. Отнесение сигналов в спектре ЯМР белка к определенным аминокислотным остаткам полипептидной цепи. Связь параметров спектра ЯМР с физическими характеристиками молекул. ЯМР-спектроскопия биологических систем. <math>^1\text{H}</math>, <math>^{13}\text{C}</math>, <math>^{31}\text{P}</math> - ЯМР-спектры белков. Спектры ЯМР нуклеиновых кислот. Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Физические основы метода. Параметры спектров ЭПР: интенсивность, полуширина. Сверхтонкое взаимодействие. Контактное взаимодействие. Анизотропное сверхтонкое расщепление. ЭПР-спектроскопия</p>
--	--	--

		<p>металлсодержащих белков. Метод спиновых меток и зондов. Время корреляции вращательной диффузии, параметр упорядоченности, параметр гидрофобности. Метод спиновых ловушек: основные принципы и практическое использование. Применение метода ЭПР в медико-биологических исследованиях. Магнитная резонансная томография: физические основы. Использование метода МРТ в биологии и медицине. Другие виды томографии: КТ, ПЭТ, ангиография. Взаимодействие биомакромолекул с лигандами в условиях равновесия. Равновесное связывание лигандов с макромолекулами. Типы связывания. Взаимодействие между центрами связывания. Кооперативное связывание кислорода гемоглобином. Кривая оксигенации. Анализ равновесия связывания кислорода. Константа Хилла и энергия взаимодействия гем-гем. Эффект Бора. Взаимодействие двуокиси углерода с гемоглобином. Связь между структурой и механизмом функционирования гемоглобина. Конформационное равновесие в полипептидах и белках. Участие белков теплового шока (шаперонов) в репарации структуры денатурированных белков. Механизмы удаления поврежденных белков; протеосомы, их строение и пути активации. Структурные переходы в нуклеиновых кислотах. Структура и стабильность одноцепочечных нуклеиновых кислот. Равновесие между одно- и двухцепочечными структурами. Температура плавления и стабильность. Влияние рН на структуру полинуклеотидов. Гидродинамические исследования плавления двойной спирали. Влияние ионной силы на термостабильность двойной спирали и на плавление полинуклеотидов. Плавление ДНК. Ренатурация комплементарных цепей. Связывание нуклеиновых кислот с лигандами. Основные механизмы связывания. Термодинамическая модель самоорганизации белковой молекулы. Нелинейная неравновесная термодинамика. Теория Пригожина: теория диссипативных систем, теория бифуркаций. Феноменологическая бифуркационная модель самосборки белка. Физическая теория структурной организации белка. Ближние, средние, дальние внутримолекулярные невалентные взаимодействия. Количественная оценка энергии всех видов взаимодействий белка. Фрагментарный метод теоретического</p>
--	--	---

			конформационного анализа пептидов и белков. Расчет трехмерной структуры бычьего панкреатического трипсिनного ингибитора.
--	--	--	--

### 3.3. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра)
			Л	ЛР	ПЗ*, ПП	СР	Контроль	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	5	Квантовая биофизика	18	-	54	72	-	144	письменная работа, тестирование
2.	6	Молекулярная биофизика	24	-	68	52	-	144	письменная работа, тестирование
3.	6	Подготовка к промежуточной аттестации	-	-	-	-	36	36	Экзамен
Итого			42	-	122	124	36	324	

\*Примечание: в том числе практическая подготовка (ПП)

### 3.4. Название тем лекций и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).

№ п/п	Название тем лекций учебной дисциплины (модуля)	Часы	Семестр
1	2	3	4
Раздел 1. Квантовая биофизика			
1.	Предмет и методы биофизики. Общие закономерности фотобиологических процессов. Электронные переходы в биомолекулах при поглощении света и люминесценции. Количественные закономерности поглощения света биомолекулами. Особенности поглощения света в биологических объектах: влияние неравномерного распределения поглощающих свет молекул и светорассеяния. Особенности поглощения света в биологических объектах: зависимость от ориентации молекул.	2	5
2.	Количественные закономерности фотолюминесценции в биологических системах. Спектры люминесценции и спектры возбуждения люминесценции биомолекул. Кинетический перенос энергии электронного возбуждения в биологических объектах.	2	5

	Миграция энергии электронного возбуждения в биологических системах. Хемилюминесценция биологических систем.		
3.	Кинетика фотохимических превращений биомолекул. Спектры действия фотолиза биомолекул и фотобиологических процессов.	2	5
4.	Механизм действия ультрафиолетового излучения на белки. Механизм действия ультрафиолетового излучения на нуклеиновые кислоты.	2	5
5.	Биофизические механизмы фотобиологических процессов в коже. Механизм индукции эритемы кожи ультрафиолетовым излучением.	2	5
6.	Механизм действия ультрафиолетового излучения на липиды.	2	5
7.	Механизм фотоканцерогенеза в коже под действием ультрафиолетового излучения. Механизм фотосинтеза витамина D3 в коже.	2	5
8.	Механизм фотозагара, фотопревращения билирубина в коже при фототерапии желтухи новорожденных. Механизм фоторецепции. Фотофизические стадии зрения у позвоночных, механизм фотосинтеза в галобактериях.	2	5
9.	Сенсибилизированные фотобиологические процессы. Кинетика фотопревращений псораленов. Реакции фотоприсоединения псораленов к пиримидиновым основаниям. Механизм сенсибилизирующего действия псораленов при фототерапии псориаза. Начальные стадии фотосинтеза в зеленых растениях.	2	5
Раздел 2. Молекулярная биофизика			
10.	Предмет и методы молекулярной биофизики. Вклад отечественных ученых в развитие молекулярной биофизики.	2	6
11.	Структура белка. Расчет потенциальной энергии в белках. Потенциал Леннарда-Джонса.	2	6
12.	Белковая кристаллография. Индексы рефлекса. Элементарная ячейка. Выращивание белковых кристаллов.	2	6
13.	Закон Брегга-Вульфа. Уравнение (ограничение) Лауэ. Вектор рассеяния.	2	6
14.	Обратное пространство. Структурный фактор. Уравнение электронной плотности. Построение Харкера.	2	6
15.	Структура воды в растворах.	2	6
16.	Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Физические принципы. Медико-биологическое применение.	2	6
17.	ЯМР и МРТ. Физические принципы. Медико-биологическое и клиническое применение.	2	6
18.	Терагерцовая спектроскопия белков. Физические основы. Применение для оценки структуры белков.	2	6
19.	Эффект Бора. Взаимодействие двуокиси углерода с гемоглобином. Связь между структурой и механизмом функционирования гемоглобина. Конформационное равновесие в полипептидах и белках. Участие белков теплового шока (шаперонов) в репарации структуры денатурированных белков. Механизмы удаления поврежденных белков; протеосомы, их строение и пути активации.	2	6
20.	Влияние pH на структуру полинуклеотидов. Гидродинамические исследования плавления двойной спирали. Влияние ионной силы на термостабильность двойной спирали и на плавление полинуклеотидов.	2	6

	Плавление ДНК. Ренатурация комплементарных цепей. Связывание нуклеиновых кислот с лигандами. Основные механизмы связывания. Термодинамическая модель самоорганизации белковой молекулы.		
21.	Нелинейная неравновесная термодинамика. Теория Пригожина: теория диссипативных систем, теория бифуркаций. Феноменологическая бифуркационная модель самосборки белка. Физическая теория структурной организации белка. Ближние, средние, дальние внутримолекулярные невалентные взаимодействия.	2	6
	<b>Итого:</b>	<b>42</b>	

### 3.5. Название тем лабораторных занятий учебной дисциплины (модуля).

Не предусмотрены

### 3.6. Практические занятия

№ п/п	Название тем практических занятий учебной дисциплины (модуля)	Часы	Семе стр
1	2	3	4
Раздел 1. Квантовая биофизика			
1.	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Вводное занятие.	2	5
2.	Спектральные методы исследования в биологии и медицине. Методы обработки результатов биофизических измерений.	2	5
3.	Спектральные методы исследования в биологии и медицине. Методы обработки результатов биофизических измерений.	2	5
4.	Электронные переходы в биомолекулах при поглощении света и люминесценции.	2	5
5.	Общие закономерности фотобиологических процессов; прямые и фотосенсибилизированные процессы.	2	5
6.	Общие закономерности фотобиологических процессов; прямые и фотосенсибилизированные процессы.	2	5
7.	Электронные переходы в биомолекулах при поглощении света и люминесценции.	2	5
8.	Электронные переходы в биомолекулах при поглощении света и люминесценции.	2	5
9.	Количественные закономерности поглощения света биомолекулами.	2	5
10.	Контрольная работа (коллоквиум)		5
11.	Особенности поглощения света в биологических объектах: влияние неравномерного распределения поглощающих свет молекул и светорассеяния.	2	5
12.	Количественные закономерности фотолюминесценции в биологических системах.	2	5
13.	Спектры фотолюминесценции биомолекул и спектры ее возбуждения.	2	5
14.	Кинетический перенос энергии электронного возбуждения в биологических объектах, анализ процесса при фотодинамической терапии.	2	5
15.	Миграция энергии электронного возбуждения в биологических системах.	2	5
16.	Миграция энергии электронного возбуждения в биологических системах	2	5

17.	Биолюминесценция и биохемилюминесценция биологических систем.	2	5
18.	Биолюминесценция и биохемилюминесценция биологических систем.	2	
19.	Кинетика фотохимических превращений биомолекул.	2	5
20.	Контрольная работа (коллоквиум)	2	5
21.	Спектры действия фотопревращений биомолекул и фотобиологических процессов.	2	5
22.	Механизм действия ультрафиолетового излучения на белки, липиды и нуклеиновые кислоты.	2	5
23.	Механизм действия ультрафиолетового излучения на белки, липиды и нуклеиновые кислоты.	2	5
24.	Биофизические механизмы фотобиологических процессов в коже, вызываемых ультрафиолетовым излучением: эритема, фотосинтез витамина D <sub>3</sub> , фотоканцерогенез.	2	5
25.	Начальные биофизические стадии фотосинтеза в зеленых растениях.	2	5
26.	Современные компьютерные способы обработки биофизических экспериментальных данных, получаемых в виде сложных количественных зависимостей.	2	5
27.	Контрольная работа (коллоквиум)	2	5
Раздел 2. Молекулярная биофизика			
1.	Сывороточный альбумин человека (САЧ): содержание в крови, основные функции. Этапы транспортной функции белка. Основные физико-химические свойства САЧ: растворимость, молекулярная масса, заряд, изоэлектрическая точка, коэффициент диффузии, вязкость, форма.	2	6
2.	Средневесовая молекулярная масса. Средневискозиметрическая молекулярная масса. Причина невозможности использования методов криоскопии и эбулиоскопии для измерения молекулярных масс макромолекул.	2	6
3.	Методы определения молекулярных масс биомолекул: осмометрия, гельхроматография, электрофорез в полиакриламидном геле, рассеяние света, вискозиметрия.	2	6
4.	Конформационная потенциальная энергия белковых макромолекул. Внутри- и межмолекулярные силы и взаимодействия биомолекул: кулоновское взаимодействие, иондипольные взаимодействия, вандерваальсовы силы, водородные силы, стерические силы (силы деформации и напряжения валентных связей и углов, силы заторможенности вращения пептидных групп вокруг простых связей).	2	6
5.	Контрольная работа (коллоквиум)	2	6
6.	Гидрофобное взаимодействие. Уникальные (аномальные) физические свойства воды и их роль в биологических процессах.	2	6
7.	Модели структуры молекулы воды. Структура льда. Структура жидкой воды. Модели структуры жидкой воды: микрористаллическая, квазикристаллическая (континуальная) и ассоциативная гипотезы.	2	6
8.	Структура воды в растворах. Ионные растворы. Кинетический и термодинамический подходы для описания сольватации ионов в растворах. Общая модель структуры воды в ионных растворах.	2	6

9.	Структура раствора неполярных молекул: гидрофобное взаимодействие. Первичная структура. Ионизационное равновесие в белках, полярность белковых аминокислотных остатков.	2	6
10.	Физические принципы самоорганизации белковых молекул. "Термодинамическая гипотеза самоорганизации" и экспериментальное подтверждение ее. Стадии самосборки белковых молекул по Птицину О.Б. Связь между структурным и функциональным подобием.	2	6
11.	Контрольная работа (коллоквиум)	2	6
12.	Вырожденность конфигурационной информации. Физическая теория структурной организации белков. Основные положения физической теории. Метод теоретического конформационного анализа. Количественный метод теоретического конформационного анализа пептидов. Четвертичная структура. Анализ числа субъединиц и их взаимного расположения.	2	6
13.	Стабильность четвертичной структуры белков. Методы предсказания структуры белков, построение молекулярных моделей с помощью ЭВМ. Структура нуклеиновых кислот. Конформационный анализ. Углы вращения остова нуклеиновой кислоты и стерические ограничения.	2	6
14.	Взаимодействия первого и второго порядка. Силы, стабилизирующие упорядоченные конформации. Типы спаривания оснований в кристаллах и в растворе. Стэкинг оснований. Основные силы, обеспечивающие стэкинг-взаимодействия. Третичная структура нуклеиновых кислот. Структура хроматина.	2	6
15.	Инфракрасная спектроскопия (ИКС) полипептидов и белков. Физические основы ИКС. Основные типы колебания атомов в молекулах. Характеристические частоты колебания атомов пептидной группы белков. Анализ спектров поглощения белков в ИК диапазоне. ИК-дихроизм. Метод дейтерообмена. Анализ вторичной структуры белка методом ИК спектроскопии.	2	6
16.	Экспериментальное исследование оптической активности полипептидов и белков: ДОВ и КД. Физические основы оптической активности макромолекул. Метод ДОВ. Оценка степени спиральности белков методом ДОВ: метод Друде, метод Моффита. Метод КД. Оценка степени спиральности белков методом КД "изодихроичный метод"	2	6
17.	Контрольная работа (коллоквиум)	2	6
18.	Рентгеноструктурный анализ белков. Рентгеноструктурный анализ глобулярных белков. Миллеровы плоскости отражения рентгеновских лучей. Закон Брегга-Вульфа. Понятие обратной кристаллической решетки, векторная форма уравнения Брегга-Вульфа.	2	6
19.	Применение метода ИРПЭ флуоресценции для оценки расстояний между парами зондов, связанных с биообъектом. Исследование структуры белков и нуклеиновых кислот. Изучение белок-липидных пространственных взаимоотношений в мембранах с помощью ИРПЭ флуоресценции. Методы определения вращательной и латеральной диффузии молекул.	2	6
20.	Резонансные методы исследования структуры и функции полипептидов и белков: ЯМР, ЭПР.	2	6

21.	Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Физические основы метода. Параметры спектров ЭПР: интенсивность, полуширина. Сверхтонкое взаимодействие. Контактное взаимодействие. Анизотропное сверхтонкое расщепление. ЭПР-спектроскопия металлсодержащих белков. Метод спиновых меток и зондов. Время корреляции вращательной диффузии, параметр упорядоченности, параметр гидрофобности.	2	6
22.	Контрольная работа (коллоквиум)	2	6
23.	Метод спиновых ловушек: основные принципы и практическое использование. Применение метода ЭПР в медико-биологических исследованиях. Магнитная резонансная томография: физические основы. Использование метода МРТ в биологии и медицине. Другие виды томографии: КТ, ПЭТ, ангиография. Взаимодействие биомакромолекул с лигандами в условиях равновесия. Равновесное связывание лигандов с макромолекулами.	2	6
24.	Типы связывания. Взаимодействие между центрами связывания. Кооперативное связывание кислорода гемоглобином. Кривая оксигенации. Анализ равновесия связывания кислорода. Константа Хилла и энергия взаимодействия гем-гем. Эффект Бора. Взаимодействие двуокиси углерода с гемоглобином.	2	6
25.	Связь между структурой и механизмом функционирования гемоглобина. Конформационное равновесие в полипептидах и белках. Участие белков теплового шока (шаперонов) в репарации структуры денатурированных белков.	2	6
26.	Механизмы удаления поврежденных белков; протеосомы, их строение и пути активации. Структурные переходы в нуклеиновых кислотах. Структура и стабильность одноцепочечных нуклеиновых кислот. Равновесие между одно- и двухцепочечными структурами.	2	6
27.	Контрольная работа (коллоквиум).	2	6
28.	Температура плавления и стабильность. Влияние pH на структуру полинуклеотидов. Гидродинамические исследования плавления двойной спирали.	2	6
29.	Влияние ионной силы на термостабильность двойной спирали и на плавление полинуклеотидов.	2	6
30.	Плавление ДНК. Ренатурация комплементарных цепей. Связывание нуклеиновых кислот с лигандами. Основные механизмы связывания.	2	6
31.	Термодинамическая модель самоорганизации белковой молекулы. Нелинейная неравновесная термодинамика. Теория Пригожина: теория диссипативных систем, теория бифуркаций. Феноменологическая бифуркационная модель самосборки белка. Физическая теория структурной организации белка.	2	6
32.	Ближние, средние, дальние внутримолекулярные невалентные взаимодействия. Количественная оценка энергии всех видов взаимодействий белка.	2	6
33.	Фрагментарный метод теоретического конформационного анализа пептидов и белков. Расчет трехмерной структуры бычьего панкреатического трипсинового ингибитора	2	6
34.	Контрольная работа (коллоквиум)	2	6

### 3.7. Самостоятельная работа обучающегося

#### 3.7.1. Виды СР (АУДИТОРНАЯ РАБОТА)

Не предусмотрено.

#### 3.7.2. Виды СР (ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА)

№ п/п	№ семестра	Тема СР	Виды СР	Всего часов
			- подготовка к практическим занятиям; - подготовка к лекциям; - выполнение практических заданий (решение задач, разбор ситуации) - выполнение внеаудиторной контрольной работы; - конспектирование источников; - аннотирование, рецензирование текста; - работа с электронными ресурсами; - чтение учебной литературы, текстов лекций; - подготовка ко всем видам промежуточной аттестации (зачетам, экзаменам, в том числе итоговым аттестационным испытаниям); - подготовка отчетов о прохождении практик; - подготовка и написание рефератов, курсовых работ, выпускной квалификационной работы; - подготовка к участию в научно-практических конференциях; - оформление мультимедийных презентаций учебных разделов; - иные формы.	
1	2	3	4	5
1.	5	Квантовая биофизика	Работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;	72
2.	6	Молекулярная биофизика	поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.	52
<b>ИТОГО часов:</b>				<b>124</b>

#### 3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов и задач

Вопросы к промежуточной аттестации в форме экзамена:

1. Предмет и методы биофизики. Общие закономерности фотобиологических процессов. Электронные переходы в биомолекулах при поглощении света и люминесценции.
2. Количественные закономерности поглощения света биомолекулами. Особенности поглощения света в биологических объектах: влияние неравномерного распределения поглощающих свет молекул и светорассеяния.
3. Особенности поглощения света в биологических объектах: зависимость от ориентации молекул.

4. Количественные закономерности фотолюминесценции в биологических системах. Спектры люминесценции и спектры возбуждения люминесценции биомолекул.
5. Кинетический перенос энергии электронного возбуждения в биологических объектах.
6. Миграция энергии электронного возбуждения в биологических системах.
7. Хемилюминесценция биологических систем.
8. Кинетика фотохимических превращений биомолекул.
9. Спектры действия фотолиза биомолекул и фотобиологических процессов.
10. Механизм действия ультрафиолетового излучения на белки.
11. Механизм действия ультрафиолетового излучения на нуклеиновые кислоты.
12. Механизм действия ультрафиолетового излучения на липиды.
13. Биофизические механизмы фотобиологических процессов в коже. Механизм индукции эритемы кожи ультрафиолетовым излучением.
14. Механизм фотоканцерогенеза в коже под действием ультрафиолетового излучения. Механизм фотосинтеза витамина D<sub>3</sub> в коже.
15. Механизм фотозагара, фотопревращения билирубина в коже при фототерапии желтухи новорожденных.
16. Механизм фоторецепции.
17. Фотофизические стадии зрения у позвоночных, механизм фотосинтеза в галобактериях.
18. Сенсibilизированные фотобиологические процессы.
19. Кинетика фотопревращений псораленов. Реакции фотоприсоединения псораленов к пиримидиновым основаниям. Механизм сенсibilизирующего действия псораленов при фототерапии псориаза.
20. Вклад отечественных ученых в развитие молекулярной биофизики. Сывороточный альбумин человека (САЧ): содержание в крови, основные функции. Этапы транспортной функции белка. Основные физико-химические свойства САЧ: растворимость, молекулярная масса, заряд, изоэлектрическая точка, коэффициент диффузии, вязкость, форма. Структура САЧ.
21. Среднечисленная молекулярная масса. Средневесовая молекулярная масса. Средневискозиметрическая молекулярная масса. Причина невозможности использования методов криоскопии и эбулиоскопии для измерения молекулярных масс макромолекул.
22. Методы определения молекулярных масс биомолекул: осмометрия, гельхроматография, электрофорез в полиакриламидном геле, рассеяние света, вискозиметрия.
23. Конформационная потенциальная энергия белковых макромолекул. Внутри- и межмолекулярные силы и взаимодействия биомолекул: кулоновское взаимодействие, иондипольные взаимодействия, вандерваальсовы силы, водородные силы, стерические силы (силы деформации и напряжения валентных связей и углов, силы заторможенности вращения пептидных групп вокруг простых связей). Гидрофобное взаимодействие.
24. Уникальные (аномальные) физические свойства воды и их роль в биологических процессах. Модели структуры молекулы воды. Структура льда. Структура жидкой воды. Модели структуры жидкой воды: микрористаллическая, квазикристаллическая (континуальная) и ассоциативная гипотезы.
25. Структура воды в растворах. Ионные растворы. Кинетический и термодинамический подходы для описания сольватации ионов в растворах. Общая модель структуры воды в ионных растворах. Структура раствора неполярных молекул: гидрофобное взаимодействие.
26. Первичная структура. Ионизационное равновесие в белках, полярность белковых аминокислотных остатков.
27. Вторичная структура. Распространенность вторичных структур в белках, влияние электростатических сил и гидрофобных взаимодействий на стабильность вторичной структуры полипептидов и белков.
28. Третичная структура. Термодинамическая модель структурной организации белков. Макромолекулярная организация глобулярных белков. "Капельная" модель Бреслера и Талмуда. "Сферическая" модель Фишера. Анализ третичной структуры белка по Фишеру.

29. Плотность упаковки аминокислотных остатков в молекулах белка. Объем и плотность белков. Динамичность третичной структуры. Анализ и предсказание вторичной и третичной структуры белка по первичной.
30. Физические принципы самоорганизации белковых молекул. "Термодинамическая гипотеза самоорганизации" и экспериментальное подтверждение ее. Стадии самосборки белковых молекул по Птицыну О.Б. Связь между структурным и функциональным подобием. Вырожденность конфигурационной информации. Физическая теория структурной организации белков.
31. Основные положения физической теории. Метод теоретического конформационного анализа. Количественный метод теоретического конформационного анализа пептидов.
32. Четвертичная структура. Анализ числа субъединиц и их взаимного расположения. Стабильность четвертичной структуры белков. Методы предсказания структуры белков, построение молекулярных моделей с помощью ЭВМ.
33. Структура нуклеиновых кислот. Конформационный анализ. Углы вращения остова нуклеиновой кислоты и стерические ограничения. Взаимодействия первого и второго порядка. Силы, стабилизирующие упорядоченные конформации. Типы спаривания оснований в кристаллах и в растворе.
34. Стэкинг оснований. Основные силы, обеспечивающие стэкинг-взаимодействия. Третичная структура нуклеиновых кислот.
35. Структура хроматина.
36. Инфракрасная спектроскопия (ИКС) полипептидов и белков. Физические основы ИКС. Основные типы колебания атомов в молекулах. Характеристические частоты колебания атомов пептидной группы белков. Анализ спектров поглощения белков в ИК диапазоне. ИК-дихроизм.
37. Метод дейтерообмена. Анализ вторичной структуры белка методом ИК спектроскопии. Экспериментальное исследование оптической активности полипептидов и белков: ДОВ и КД. Физические основы оптической активности макромолекул.
38. Метод ДОВ. Оценка степени спиральности белков методом ДОВ: метод Друде, метод Моффита.
39. Метод КД. Оценка степени спиральности белков методом КД "изодихроичный метод" Рентгеноструктурный анализ белков. Рентгеноструктурный анализ глобулярных белков. Миллеровы плоскости отражения рентгеновских лучей. Закон Брегга-Вульфа.
40. Понятие обратной кристаллической решетки, векторная форма уравнения Брегга-Вульфа. Структурный фактор. Проблема фаз и метод изоморфного замещения. Определение структурных факторов, вычисление электронной плотности. Создание пространственной модели белков.
41. Анализ третичной структуры миоглобина, гемоглобина, лизоцима, рибонуклеазы, карбоксипептидазы.
42. Анализ структуры и функции полипептидов и белков с помощью метода флуоресцентных зондов. Принцип метода. Основные типы флуоресцентных зондов. Параметры поглощения и флуоресценции зондов: положения максимумов поглощения и флуоресценции, полуширина максимума, интенсивность максимума флуоресценции, квантовый выход, время жизни возбужденного состояния, степень поляризации, анизотропия флуоресценции.
43. Применение метода ИРПЭ флуоресценции для оценки расстояний между парами зондов, связанных с биообъектом. Исследование структуры белков и нуклеиновых кислот. Изучение белок-липидных пространственных взаимоотношений в мембранах с помощью ИРПЭ флуоресценции.
44. Методы определения вращательной и латеральной диффузии молекул.
45. Резонансные методы исследования структуры и функции полипептидов и белков: ЯМР, ЭПР. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) высокого разрешения полипептидов белков.
46. Параметры спектров ЯМР: интенсивность, полуширина, химический сдвиг. Отнесение сигналов в спектре ЯМР белка к определенным аминокислотным остаткам полипептидной цепи. Связь параметров спектра ЯМР с физическими характеристиками молекул.

47. ЯМР-спектроскопия биологических систем. <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, <sup>31</sup>P - ЯМР-спектры белков. Спектры ЯМР нуклеиновых кислот.

48. Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Физические основы метода. Параметры спектров ЭПР: интенсивность, полуширина. Сверхтонкое взаимодействие. Контактное взаимодействие. Анизотропное сверхтонкое расщепление. ЭПР-спектроскопия металлсодержащих белков.

#### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине.

##### Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

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

Код и формулировка компетенции: ПК-4 Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-1, ПК-4	<i>Знать:</i>	Непонимание сущности излагаемых вопросов, грубые ошибки в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы экзаменаторов.	Знание и понимание основных вопросов программы. Обучающийся правильно отвечает от 51% до 75% вопросов.	Обучающийся правильно отвечает от 76% до 89% вопросов.	Глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, логически последовательные, полные, грамматически правильные и конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов комиссии; использование в необходимой

					<p>мере в ответах языкового материала, представленного в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе</p> <p>Обучающийся отвечает правильно на 90% и более вопросов.</p>
	<i>Уметь:</i>	<p>Обучающийся правильно отвечает менее 50% тестовых вопросов.</p>	<p>Имеет представление о теоретических и экспериментальных зависимостях наноматериалах, но не знает методы их получения, не умеет прогнозировать свойства вещества по зависимостям.</p> <p>Обучающийся правильно отвечает от 51% до 75% вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно отвечает от 76% до 89% вопросов.</p>	<p>Объясняет теоретические и экспериментальные зависимости свойств объёмных наноструктурированных материалов от размера структурного элемента наноматериала.</p> <p>Обучающийся отвечает правильно на 90% и более вопросов.</p>
	<i>Владеть:</i>	<p>Обучающийся правильно отвечает менее 50% тестовых вопросов.</p>	<p>Владеет методами поиска информации, но не может проводить междисциплинарные связи и обобщать данные.</p> <p>Обучающийся правильно отвечает от 51% до 75% вопросов.</p>	<p>Знает основы сбора, хранения, поиска, переработки, преобразования, распространения ме-дицинской информации, способы системной обработки и наглядного представления данных медицинской литературы и собственных наб</p>	<p>Сформировано умение логически и аргументировано анализировать информацию; пользоваться учебной, научной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности.</p>

				людений, нодопускает несущественно шибки. Обучающийся правильно отвечает от 76% до 89% вопросов.	
--	--	--	--	--	--

*Примечание: Выше представлена таблица для формы промежуточного контроля – зачет с оценкой, для зачета указываем критерии оценивания для шкалы: «Зачтено», «Не зачтено».*

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по учебной дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>	<b>Оценочные средства</b>
ОПК-1 (1.1-1.3)	<b>Знать</b> основные законы и представления в области естественных и прикладных дисциплин медико-биологического профиля.	Тест или письменная работа.
	<b>Уметь</b> оценивать, анализировать, обобщать и применять профессиональную информацию на теоретико-методологическом уровне.	Тест или письменная работа.
	<b>Владеть</b> основными методами исследования в области наук медико-биологического профиля.	Тест или письменная работа.
ПК-4 (4.1-4.3)	<b>Знать</b> основные фундаментальные и частные закономерности медико-биологического профиля, методы планирования, формулирования и решения научно-исследовательских задач в области биологии и медицины.	Тест или письменная работа.
	<b>Уметь</b> активно применять основные фундаментальные и частные закономерности медико-биологического профиля для формулирования, планирования и решения исследовательских научных задачи в области биологии и медицины.	Тест или письменная работа.
	<b>Владеть</b> анализом и оценкой научной информации, формулировки выводов по итогам исследований, наблюдений и экспериментов.	Тест или письменная работа.

## 5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

### 5.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины

#### Основная литература

1. Антонов, Валерий Федорович, Елена Карловна Козлова, Александр Михайлович Черныш. *Физика и биофизика: учебник*. ГЭОТАР-Медиа, 2010.
2. Владимиров, Юрий Андреевич, Александр Яковлевич Потапенко. *Физико-химические основы фотобиологических процессов*. Дрофа, 2006.
3. Рошупкин, Д. И., В. Г. Артюхов. *Основы фотобиофизики*. Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 1997 г.
4. Рубин, Андрей Борисович. *Биофизика*. Автономная некоммерческая организация Ижевский институт компьютерных исследований, 2013.
5. Ремизов, А. Н. *Медицинская и биологическая физика : учебник / А. Н. Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 656 с. : ил. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-4623-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446232.html>*

#### Дополнительная литература

1. Антонов, В. Ф., А. В. Коржуев. "Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских вузов." *М.: Издат. группа ГЭОТАР-Медиа* (2006).
2. Артюхов, В. Г., et al. "БИОФИЗИКА (учебник для вузов)." *Успехи современного естествознания* 2 (2010): 12-13.
3. Журнал «Биофизика» <http://www.biofizika.psn.ru/ru/>
4. Сайт кафедры биофизики МГУ <https://www.biophys.msu.ru/news>

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной дисциплины

1. <https://www.medicinform.net/> (Медицинская информационная сеть)
2. <https://www.studentlibrary.ru/> (Консультант студента)

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)

### 6.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)

Таблица

№ п/п	Наименование вида образования, уровня образования, профессии, специальности, направления подготовки (для профессионального образования), подвида дополнительного образования	Наименование объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, (с указанием номера такого объекта в соответствии с документами по технической инвентаризации)
1	2	3	4
1	Уровень образования: высшее – ( <i>специалитет</i> ) Направление подготовки (специальность): 30.05.02 Медицинская биофизика	Симулятор МРТ РНУWE	Симуляционно-аккредитационный центр, К. Маркса 50.

2	Уровень образования: высшее – <i>(специалитет)</i> Направление подготовки (специальность): 30.05.02 Медицинская биофизика	Симулятор КТ РНУWE	Симуляционно-аккредитационный центр, К. Маркса 50.
---	---	-----------------------	--

## 6.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

1. <http://www.pubmedcentral.nih.gov> - U.S. National Institutes of Health (NIH). Свободный цифровой архив журнальных публикаций по результатам биомедицинских научных исследований.
2. <http://medbiol.ru> - Сайт для образовательных и научных целей.
3. <http://www.biochemistry.org> - Сайт Международного биохимического общества (TheInternationalBiochemicalSociety).
4. <http://www.clinchem.org> - Сайтжурнала Clinical Chemistry. ОрганАмериканскойассооциацииклиническойхимии - TheAmericanAssociationforClinicalChemistry (ААСС). (Международное общество, объединяющее специалистов в области медицины, в сферу профессиональных интересов которых входят: клиническая химия, клиническая лабораторная наука и лабораторная медицина).
5. <http://biomolecula.ru/> - биомолекула - сайт, посвящённый молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии.
6. <https://www.merlot.org/merlot/index.htm> - MERLOT - Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching.
7. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - национальная библиографическая база данных научного цитирования (профессиональная база данных)
8. [www.scopus.com](http://www.scopus.com) - крупнейшая в мире единая реферативная база данных (профессиональная база данных)
9. [www.pubmed.com](http://www.pubmed.com) - англоязычная текстовая база данных медицинских и биологических публикаций (профессиональная база данных).

**6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

№ п/п	Наименование	Описание	Кол-во	Поставщик	Где установлено
1.	Права на программу для ЭВМ система антивирусной защиты персональных компьютеров <b>Dr.Web Desktop Security Suite</b> Комплексная защита + Центр управления	Антивирусная защита (российское ПО)	2500	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервера, кафедры и подразделения Университета
2.	Права на программу для ЭВМ система антивирусной защиты рабочих станций и файловых серверов <b>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 1 year Educational Renewal License</b>	Антивирусная защита (российское ПО)	600	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
3.	Права на программу для ЭВМ Офисное программное обеспечение <b>МойОфис Стандартный</b>	Офисный пакет (российское ПО)	1500	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
4.	Права на программу для ЭВМ Операционная система для образовательных учреждений <b>Астра Linux Special Edition</b>	Операционная система (российское ПО)	1500	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
5.	Права на программу для ЭВМ Система контент-фильтрации <b>SkyDNS</b>	Фильтрация интернет-контента (российское ПО)	1	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер
6.	Права на программу для ЭВМ Система для организации и проведения веб-конференций, вебинаров, мастер-классов <b>Mirapolis Virtual Room</b>	Организация и веб-конференций, вебинаров, мастер-классов	1	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер

		(российско е ПО)			
7.	Права на программу для ЭВМ Система дистанционного обучения <b>Русский Moodle 3KL</b>	Учебный портал (в составе ЭИОС БГМУ) (российско е ПО)	1	«Софтлайн Трейд»	Хостинг на внешнем ресурсе
8.	Права на программу для ЭВМ "АИС «БИТ: Управление вузом»"	Электронн ый деканат (в составе ЭИОС БГМУ) (российско е ПО) (российско е ПО)	1	Компания «Первый БИТ»	Сервер
9.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Внутренний портал учебного заведения» (неогр. кол-во пользователей)	Корпоратив ный портал (в составе ЭИОС БГМУ) (российско е ПО)	1	ООО «ВэбСофт»	Сервер
10.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Управление сайтом - Эксперт»	Сайт ОО (в составе ЭИОС БГМУ) (российско е ПО)	1	ООО «ВэбСофт»	Хостинг на внешнем ресурсе
11.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Сайт учебного заведения»		1	ООО «ВэбСофт»	Хостинг на внешнем ресурсе
12.	Права на программу для ЭВМ "Информационная система управления вузом" (ИСУУ)	в составе ЭИОС БГМУ	1	ФГБОУ ВО «Санкт- Петербургский государственны й морской технический университет»	Кафедры и подразделения Университета