

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ

Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института  
Вениг С.Б.

2022 г.

Рабочая программа дисциплины  
МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Направление подготовки бакалавриата

03.03.02 Физика

Профиль подготовки бакалавриата

"Физика живых систем"

Квалификация (степень) выпускника

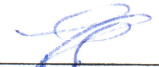


Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов,

2022

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Янина И.Ю.		23.05.22
Председатель НМК	Скрипаль А.В.		24.05.22
Заведующий кафедрой	Тучин В.В.		23.05.22
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Медицинская электроника» являются приобретение навыков и умений применения медицинской техники, овладение знаниями классификации, физико-технических принципов работы и примеров применения основных видов лечебно-диагностической аппаратуры используемой в современной медицине, что соответствует основным целям бакалавриата в части получения высшего образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности в РФ и за рубежом, обладать общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями, способствующими его социальной мобильности, востребованности на рынке труда и успешной профессиональной карьере.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Медицинская электроника» относится к дисциплинам по выбору Блока1 «Дисциплины (модули)» в части, формируемой участниками образовательных отношений. Изучение данной дисциплины запланировано в 7 семестре.

Для успешного освоения данной дисциплины обучаемый должен владеть знаниями о строении и функционировании основных систем человеческого организма (дисциплина «Основы физиологии клетки и организма», 2 курс 4 семестр), биохимических процессах (дисциплина «Основы физической химии», 2 курс 3 семестр; дисциплина «Основы биохимии», 3 курс 5 семестр) и оптических явлениях (дисциплина «Оптика», 2 курс 4 семестр) в средах, близких по строению к биологическим тканям (дисциплина «Основы оптики биотканей», 3 курс 6 семестр), а также о физических методах исследований (дисциплина «Электричество и магнетизм», 2 курс 3 семестр; дисциплина «Физические методы исследования макромолекул и биологических сред», 3 курс 6 семестр; дисциплина «Схемотехника биомедицинских устройств», 3 курс 5 семестр) в медицинской фотонике, что и обеспечивается предварительным или параллельным освоением вышеперечисленных дисциплин.

Знания, умения и навыки, сформированные в рамках дисциплины «Медицинская электроника», могут быть непосредственно применены обучающимися в их будущей профессиональной деятельности, а при продолжении ими обучения в магистратуре по направлению 03.04.02 «Физика» (профиль «Биофотоника») являются частью базовых знаний по таким курсам как «Оптика биотканей», «Методы медицинской томографии», «Основы оптической биопсии», «Методы спектроскопии биологических сред», «Спектрально-поляризационная диагностика биотканей» и «Управление оптическими свойствами биотканей».

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
--------------------------------	---	---------------------

<p><b>ПК-1</b> Способен применять фундаментальные знания в теоретических и прикладных разработках в области физики живых систем</p>	<p><b>ПК-1.1.</b> Проводит критический анализ современной технической литературы и информационных ресурсов. <b>ПК-1.2.</b> Анализирует результаты теоретических и экспериментальных исследований, определяет элементы новизны в последних разработках оборудования, применяемого в области физики живых систем.</p>	<p>Знать базовый математический аппарат, используемый для формализации прикладных задач в области физики живых систем; основные физические принципы функционирования аппаратуры медицинского назначения, их основные параметры и технические характеристики; современные проблемы медицинской электроники. Уметь анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований на основе применения цифровой техники, статистической обработки информации и результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; определять элементы новизны в последних разработках оборудования, применяемого в области физики живых систем. Владеть информационными средствами для получения, обработки и анализа результатов измерений на оборудовании в профессиональной деятельности.</p>
<p><b>ПК-2</b> Способен к проведению экспериментальных измерений и наблюдений, составлению описания результатов проводимых исследований в области физики живых систем</p>	<p><b>ПК-2.1.</b> Понимает физические основы методов и физиологических процессов, относящихся к живым системам. <b>ПК-2.2.</b> Знаком с принципами действия измерительных приборов, аппаратно программных комплексов, автоматизированного и метрологического оборудования в области физики живых систем. <b>ПК-2.3.</b> Применяет методики проведения</p>	<p>Знать физические основы методов и физиологических процессов, относящихся к живым системам; экспериментальные основы и технику проведения современного научного эксперимента в этих областях; современные методы измерений и приборную базу. Уметь проводить измерения характеристик живых систем; осуществлять приготовление образцов и подготовку приборов для</p>

	теоретических и экспериментальных физических исследований с помощью современной приборной базы.	проведения измерений; обрабатывать полученные экспериментальные данные; проводить необходимые математические преобразования данных. Владеть навыками работы с современным экспериментальным оборудованием; компьютерного управления современными экспериментальными установками с использованием специального программного обеспечения; компьютерной обработки полученных экспериментальных данных.
ПК-3 Способен проводить исследования на базе современных информационных и коммуникационных технологий и технических средств	<b>ПК-3.1.</b> Владеет методологией математического моделирования биофизических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ. <b>ПК-3.2.</b> Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности. <b>ПК-3.3.</b> Применяет современные информационные средства при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций	Знать современные методы измерений и приборную базу; историю развития, основные достижения, современные тенденции и современную экспериментальную базу. Уметь применять цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности. Владеть навыками обработки медицинских данных для получения обоснованных выводов; современными информационными средствами при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций
ПК-4 Способен проводить подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ, связанных с научно-исследовательской	<b>ПК-4.1.</b> Анализирует результаты теоретических и экспериментальных исследований, определяет элементы новизны в разработке медицинской аппаратуры. <b>ПК-4.2.</b> Обладает умениями	Знать основные правила при подготовке элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ, связанных с научно-исследовательской деятельностью в области

деятельностью в области физики живых систем	корректно заносить информацию в базы данных, составлять обзоры, отчеты и готовить научные публикации.	физики живых систем. Уметь анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, определять элементы новизны в разработке медицинской аппаратуры. Владеть навыками работы с электронно-вычислительной техникой для расчетов и презентации полученных результатов; корректного внесения информации в базы данных, составления обзоров, отчетов и подготовки научных публикаций
---	---	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
				лекции	Практические занятия		ИКР		СРС
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка			
1	Медицинская электроника.	6	1,2	2	4	2	7	2	тестирование, устный опрос по практическим заданиям, контрольные вопросы.
2	Приборы структурной и функциональной диагностики 1.	6	3, 4	2	4	2	7	2	тестирование, устный опрос по практическим заданиям, контрольные вопросы.
3	Приборы структурной и функциональной диагностики 2.	6	5,6	2	4	2	7	2	тестирование, устный опрос по практическим заданиям, контрольные вопросы.
4	Терапевтические электронные приборы	6	7,8	2	4	2	7	2	тестирование, устный опрос по практическим заданиям,

									контрольные вопросы.
5	Лазерные установки для терапии. ФДТ.	6	9,10	2	4	2	7	2	тестирование, устный опрос по практическим заданиям, контрольные вопросы.
6	Рентгеновские методы исследований	6	11,12	2	4	2	7	3	тестирование, устный опрос по практическим заданиям, контрольные вопросы.
7	Современная электронная аппаратура.	6	13,14	2	4	2	8	3	тестирование, устный опрос по практическим заданиям, контрольные вопросы; реферат
	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>6</b>							<b>зачет, реферат</b>
	<b>Итого</b>			<b>14</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>50</b>	<b>16</b>	

### 1. Медицинская электроника.

Диагностические электронные приборы. Медицинский прибор. Медицинский аппарат. Основные элементы диагностических приборов.

### 2. Приборы структурной и функциональной диагностики 1.

Основные элементы.

Аудиометрия. Звуковые колебания (простые и сложные тоны, шумы). Простые тоны, их характеристики. Сложные тоны. Понятие спектра сложного тона. Шумы. Спектр шума. Звуковые волны. Уравнение плоской монохроматической волны. Основные характеристики звуковой волны: амплитуда, частота, скорость распространения, длина волны. Поток энергии и плотность потока энергии (интенсивность) звуковой волны. Звуковое (акустическое) давление, его взаимосвязь с интенсивностью. Субъективные характеристики звука: высота звука, тембр звука, громкость звука. Зависимость громкости звука от интенсивности. Порог слухового ощущения. Порог болевого ощущения. Зависимость чувствительности слухового аппарата человека от интенсивности звука. Закон Вебера-Фехнера. Зависимость чувствительности слухового аппарата от частоты. Количественная оценка громкости. Метод сравнения. Кривые равной громкости. Аудиометрия как метод оценки остроты слуха. Аудиограмма.

Поле электрического диполя. Физические основы электрокардиографии. Определение электрического поля. Источники электрического поля. Напряженность электрического поля. Силовые линии (линии напряженности) электрического поля. Потенциал электрического поля. Эквипотенциальные поверхности (линии). Выражение для потенциала точки поля точечного заряда. Понятие диполя, дипольный момент. Выражение для потенциала точки поля диполя. Выражение для разности потенциалов двух точек поля диполя. Понятие токового диполя. Картина силовых линий и эквипотенциальных линий

поля диполя. Понятие биопотенциалов. Физические основы электрокардиографии.

### *3. Приборы структурной и функциональной диагностики 2*

Устройства съема информации (преобразователи). Назначение преобразователей (датчиков). Активные (генераторные) и пассивные (параметрические) датчики. Термодатчики (полупроводниковые сопротивления). Зависимость сопротивления термодатчика от температуры. Чувствительность термодатчика. Физический смысл чувствительности. Схема и принцип измерения температуры с помощью термосопротивления. Полупроводниковый электротермометр. Чувствительность электротермометра. Градуировочная кривая электротермометра. Внешний и внутренний фотоэффект. Принцип работы фотоэлемента с запирающим слоем. Фотодатчик (фотоэлемент). Чувствительность фотодатчика. Световая характеристика фотодатчика. Световой поток. Сила света. Освещенность. Единицы их измерения. Определение чувствительности фотодатчика по его световой характеристике.

Электронный усилитель. Примеры медицинских приборов, в состав которых входит усилитель. Полупроводниковый триод (транзистор). Устройство транзистора. Назначение эмиттера, базы и коллектора. Принцип действия транзистора. Коэффициент передачи транзистора. Коэффициент усиления транзистора. Входная и выходная характеристики транзистора. Входное и выходное сопротивления транзистора. Схема простейшего электронного усилителя. Принцип действия усилителя. Коэффициент усиления усилителя. Зависимость коэффициента усиления усилителя от параметров схемы и свойств транзистора (вывод). Амплитудная характеристика усилителя. Зависимость коэффициента усиления усилителя от амплитуды входного напряжения. Частотная характеристика усилителя. Зависимость коэффициента усиления усилителя от частоты входного напряжения. Назначение разделительных конденсаторов в схеме усилителя. Условия усиления сложных сигналов без искажений.

Устройства отображения информации диагностических приборов. Их назначение. Виды устройств отображения информации. Электромеханические самопишущие устройства (самописцы). Устройство самописца. Устройство вибратора самописца. Принцип его действия. Назначение устройство перемещения носителя информации. Принцип получения записи исследуемого сигнала. Чувствительность электромеханического самописца, ее зависимость от частоты исследуемого сигнала. Устройство электронно-лучевой трубки (ЭЛТ). Фокусирующая система ЭЛТ. Отклоняющая система ЭЛТ. Принцип получения изображения исследуемого сигнала на экране ЭЛТ. Чувствительность ЭЛТ, ее зависимость от частоты исследуемого сигнала.

### *4. Терапевтические электронные приборы*

Генератор синусоидальных колебаний. Полупроводниковый триод (транзистор). Устройство транзистора. Назначение эмиттера, базы и коллектора. Принцип действия транзистора. Коэффициент передачи транзистора. Коэффициент усиления транзистора. Физические процессы в колебательном контуре. Дифференциальные уравнения свободных колебаний в контуре. Затухающие и незатухающие колебания. Зависимость частоты

собственных колебаний в контуре от параметров контура. Явление электромагнитной индукции. Электродвижущая сила самоиндукции и взаимной индукции. Схема LC-генератора. Назначение ее элементов. Принцип действия LC-генератора. Амплитудное и фазовое условия генерации. Терапевтический контур аппарата для УВЧ-терапии, его назначение.

Генератор импульсных колебаний (мультивибратор). Импульсы напряжений и импульсы токов. Параметры импульсов напряжений (импульсов токов). Импульсные напряжения и импульсные токи. Параметры импульсных напряжений (импульсных токов). Полупроводниковый триод (транзистор). Устройство транзистора. Назначение эмиттера, базы и коллектора. Принцип действия транзистора. Коэффициент усиления транзистора. Коэффициент передачи транзистора. Назначение мультивибратора. Схема мультивибратора. Цепи заряда и разряда конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$ . Роль сопротивлений  $R_{b1}$  и  $R_{b2}$  в схеме мультивибратора. Роль сопротивлений  $R_{k1}$  и  $R_{k2}$  в схеме мультивибратора. Принцип работы мультивибратора. Зависимость длительности импульсов и пауз от параметров схемы мультивибратора. Назначение конденсатора  $C_p$  в схеме мультивибратора.

Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Формирующие цепи, их назначение. Дифференцирующая цепь. Напряжение на выходе дифференцирующей цепи (вывод формулы). Условия дифференцирования для синусоидального и импульсного напряжений. Интегрирующая цепь. Напряжение на выходе интегрирующей цепи (вывод формулы). Условия интегрирования для синусоидального и импульсного напряжений. Законы заряда и разряда конденсатора через омическое сопротивление. Изменение напряжения на конденсаторе реальной RC-цепи при разных соотношениях постоянной времени цепи и длительности импульсов входного напряжения. Изменение напряжения на омическом сопротивлении реальной RC-цепи при разных соотношениях постоянной времени цепи и длительности импульсов входного напряжения.

5. Лазерные установки для терапии. ФДТ.

6. Рентгеновские методы исследований

Источники рентгеновского излучения. Источники питания, подключение к ним рентгеновских трубок, их охлаждение. Датчики рентгеновского излучения. Законы образования теневых изображений. Методы, основанные на применении рентгеноконтрастных веществ. Дозиметрия.

7. Современная электронная аппаратура

Классификация, обозначение и основные характеристики электронных измерительных приборов. Физиотерапевтическая электронная аппаратура. Оптические квантовые генераторы. Электронные стабилизаторы в мед. технике. Электронные измерительные приборы измерительные приборы. Объекты электронных измерений. Оптико-термические методы диагностики. Спектрофотометрия. Томография. Оптоакустические методы. Пульсоксиметрия. Капнография. Масс-спектрометрия. Жидкостная хроматография биомолекул. Калориметрические методы диагностики. Классификация методов измерений. Погрешности измерений. Вопросы метрологического обеспечения.



## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

При проведении занятий по данному курсу используются следующие активные и интерактивные формы обучения: демонстрация мультимедийных презентаций, дискуссии обсуждение спорных вопросов, метод мозгового штурма, ресурсы ЭИОС СГУ и ЗНБ СГУ. Практические занятия выполняются в форме реализации принципов действия современной медицинской электронной техники, схемах ее использования как источника биологически активных лечебных воздействий на организм человека, как средств выполнения диагностических процедур, как средств проведения медико-биологических научных исследований с применением современной медицинской электронной аппаратуры.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию без барьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве. При этом основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья, т.е. все студенты обучаются в смешенных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, благодаря чему легче адаптируются в социуме.

Профессиональные навыки у студентов формируются при решении на практических занятиях теоретических задач, возникающих при рассмотрении устройства, принципа действия и медико-технических характеристик типовых и новых медицинских приборов и аппаратов (в том числе компьютеризированных и автоматизированных медицинских системах и комплексов), включая их назначение, а также область их практического применения.

Кроме того профессиональные навыки поддерживаются путем ознакомление с правилами технической и функциональной безопасности при эксплуатации основных видов лечебно-диагностической аппаратуры при работе с пациентами, а также изучение студентами основ метрологического контроля средств измерения медицинского назначения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 50% аудиторных занятий в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 03.03.02 Физика.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и по итогам освоения дисциплины.**

*Самостоятельная работа студентов в рамках данного курса включает:*

1. Изучение конспектов лекций и слайдов электронной презентации.

## 2. Изучение дополнительной литературы.

Фонд оценочных средств оформлен в качестве приложения к учебной рабочей программе дисциплине «Медицинская электроника».

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
1	20		20	10	10	10	30	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

7 семестр

Лекции

Посещение и активное участие в обсуждении материалов лекций. Каждое занятие оценивается из расчета от 0 до 3 баллов. Суммарно за лекции студент может получить от 0 до 20 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены

Семинарские (практ.) занятия

Полнота и правильность выполнения практических заданий, самостоятельность при выполнении практических заданий, активность. Каждое выполненное задание оценивается из расчета от 0 до 10 баллов. Суммарно за практические занятия студент может получить от 0 до 20 баллов (2\*средний балл за занятие).

Самостоятельная работа

Полнота, правильность и грамотность оформления отчетов по практическим заданиям; полнота и правильность ответов на контрольные вопросы по темам курса лекций - от 0 до 4 баллов. Таким образом, за семестр студент может получить от 0 до 10 баллов за самостоятельную работу.

Автоматизированное тестирование

Тестирование проводится в конце лекции завершающей изучения текущего раздела дисциплины путем ответа на вопросы из теста по изучаемому разделу, размещенного в системе Moodle (и/или Epsilon). Полнота и правильность ответов на вопросы теста по темам курса лекций - от 0 до 10 баллов. Таким образом, за семестр студент в среднем может получить от 0 до 10 баллов за тестирование.

### Другие виды учебной деятельности

В данном разделе предполагается учитывать участие студентов в научной деятельности кафедр института, в организации ежегодной международной конференции СФМ, участие в качестве исполнителя в проектах РФФИ, РНФ и т.п., реализуемых кафедрой.

Не более 4 баллов за одну активность, в сумме не более 10 баллов за все активности.

### Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы оптики биологических тканей» проходит в форме устных ответов на три вопроса. На подготовку к ответам на вопросы выделяется время 30-40 мин. При ответах на вопросы предполагаются дополнительные вопросы преподавателя, связанные с темами вопросов. При недостаточном уровне ответов на вопросы и ответов на дополнительные вопросы преподавателя предусматриваются дополнительные вопросы по темам из разных разделов программы дисциплины. При низком уровне ответов на вопросы предусматривается обсуждение вопросов из теоретического минимума. Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения. Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в период лекционных и практических занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы. Во время самостоятельной подготовки студент пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине (см. перечень литературы).

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента по дисциплине «Медицинская электроника» составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Медицинская электроника» в оценку (зачтено):

от 0 до 59 баллов	«не зачтено»
от 60 до 100 баллов	«зачтено»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) литература:

- Оптическая биомедицинская диагностика: в 2 т. / [Текст] / Под ред. Тучина В.В. Учебное пособие с грифом Минобробразования. - М., Физматлит, 2007. – 560 с.
- Тучин, В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях. [Текст] /В.В. Тучин. - М: Физматлит, 2010. – 488 с.
- Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика [учебник] [Текст] / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко. - М: ГЭОТАР Медиа, 2016. – 656 с.

б) программное обеспечение (ПО) и Интернет-ресурсы

- ОС Windows (лицензионное ПО) или ОС Unix/Linux (свободное ПО)
- Microsoft Office (лицензионное ПО) или Open Office/Libre Office (свободное ПО)
- Браузеры Internet Explorer, Google Chrome, Opera и др. (свободное ПО)
- Учебно-методические материалы, размещенные на Интернет-сайте кафедры оптики и биофотоники СГУ <http://optics.sgu.ru/library/education>, <https://www.sgu.ru/structure/fiz/kafopt/uchebno-metodicheskie-posobiya>, а также на образовательном портале СГМУ: <http://el.sgmu.ru/>
- Методическое руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике [Электронный ресурс]: учебное пособие [Текст] / Г.А. Козлов, А.Е. Луныков, В.С. Гангнус. – Саратов: Изд-во Саратов. мед. ун-та, 2016. - Режим доступа: <http://el.sgmu.ru/mod/resource/view.php?id=44267>
- Медицинская электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие [Текст] / Г.А. Козлов, И.П. Боровкова, В.С. Гангнус. – Саратов: Изд-во Саратов. мед. ун-та, 2018. - Режим доступа: <http://el.sgmu.ru/mod/resource/view.php?id=44267>
- Физика и биофизика [Электронный ресурс] [учебник] [Текст] / В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М. Черныш; М: ГЭОТАРс Медиа, 2014. - 472 с.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Аудитория с мультимедийным оборудованием с подключение к Internet
2. Оборудование для проведения практических занятий (лабораторная установка, состоящая из генератор электрических колебаний звуковых частот и преобразователь электрических колебаний в звуковые – телефон; электролитическая ванная, потенциометр, вольтметр; лабораторные установки для исследования электротермометра с полупроводниковым термосопротивлением и исследования фотоэлектрического датчика; электронный усилитель; электромеханический самописец электрокардиографа; осциллограф; электронного генератора высокочастотных колебаний; аппарат для УВЧ-терапии; установка состоящая из макета генератора импульсных колебаний (мультивибратора) и электронного осциллографа; RC-цепи; аппарат ультразвукового исследования и определения морфофункциональных параметров кожи, вариант исполнения: DUB SkinScanner (производства trn taberna pro medicum GMBH, Германия)).

Практическая подготовка в рамках занятий осуществляется на кафедре оптики и биофотоники СГУ и кафедре медбиофизики имени В.Д. Зернова СГМУ (на основании договора о сотрудничестве).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО для направления подготовки бакалавриата 03.03.02 "Физика" (профиль "Физика живых систем").

Программа разработана в 2021г. одобрена на заседании кафедры оптики и биофотоники от 14 сентября 2021 года, протокол №13/21.

Программа актуализирована в 2022г. и одобрена на заседании кафедры оптики и биофотоники от 23 мая 2022 года, протокол № 09/22.