

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Наименование образовательной программы: Радиозлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 5; 2 семестр - 2; всего - 7
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>252 часа</b>
<b>Лекции</b>	1 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	1 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 32 часа; всего - 34 часа
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 113,5 часов; 2 семестр - 35,7 часа; всего - 149,2 часа
<b>в том числе на КП/КР</b>	2 семестр - 35,7 часа;
<b>Иная контактная работа</b>	2 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b> Тестирование Коллоквиум Домашнее задание Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
Экзамен Защита курсового проекта	1 семестр - 0,5 часа; 2 семестр - 0,3 часа; всего - 0,8 часа

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c

Г.В. Жихарева


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c

Г.В. Жихарева

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

Е.В. Шалимова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Формирование у студентов базовых знаний о современных приборах, системах и комплексах медицинского назначения, ознакомление студентов со структурной организацией и основными принципами функционирования диагностической, терапевтической аппаратуры, а также других типов приборов, аппаратов, систем и комплексов, используемых в медицине

### Задачи дисциплины

- Обучение основным физическим принципам, особенностям структурной организации, алгоритмам функционирования наиболее распространенных и перспективных медицинских приборов, аппаратов, систем и комплексов;

- Формирование навыков в решении задач многокритериального выбора медицинской техники по заданным медико-техническим требованиям и умению анализировать достоинства и недостатки существующей и разрабатываемой медицинской техники при решении конкретных медицинских задач с выдачей рекомендаций по их приобретению и эксплуатации;

- Изучение методов воздействия на биообъект и технический анализ получаемых результатов;

- Формирование навыков аргументированно защищать результаты своих работ в области медицинских систем различного назначения.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способность проводить исследования в области создания биотехнических систем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Анализирует состояние науднотехнических задач на основе изучения технической литературы в области биотехнических систем	знать: - Основные типы приборов для клинического лабораторного анализа, их разработчиков и производителей.  уметь: - Проводить научно-технический анализ современного состояния приборов для лабораторного анализа.
ПК-1 Способность проводить исследования в области создания биотехнических систем	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Выполняет математическое моделирование процессов и объектов биотехнических систем	знать: - Структурные схемы и принципы работы биохимических, иммунохимических и электрофоретических анализаторов.  уметь: - Выполнять математическое моделирование биологических процессов и объектов биотехнических систем.
ПК-1 Способность проводить исследования в области создания биотехнических систем	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования для создания биотехнических систем	знать: - Структурные схемы и принципы работы анализаторов форменных элементов и функций крови и анализаторов мочи; - Математические основы внутрилабораторного и внешнего

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>контроля качества лабораторных исследований.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Разрабатывать алгоритмы обработки сигналов лабораторных анализаторов и проводить исследования биопроб;</li> <li>- Осуществлять контроль качества клинических лабораторных исследований.</li> </ul>
ПК-2 Способность проектировать биотехнические системы	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные схемы для биотехнических систем и их компонентов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Структуру, назначение, основные схемы построения и работы типовых узлов медицинской аппаратуры ультразвуковой диагностики.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Использовать приобретенные знания в проектировании существующих узлов УЗ аппаратуры и разработке новых.</li> </ul>
ПК-2 Способность проектировать биотехнические системы	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает компоненты биотехнических систем с использованием методов обработки сигналов, медикобиологических данных и изображений	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основы линейной акустики жидкостей и газов, а также принципы возбуждения и приема ультразвуковых волн в биотехнических системах и особенности распространения ультразвуковых волн в биотканях.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Рассчитывать параметры ультразвуковых волн и акустические параметры биотканей.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиозлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах (далее – ОПОП), направления подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Знания на уровне бакалавриата
- уметь Умения на уровне бакалавриата

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Медицинские приборы и системы для лабораторного анализа	70	1	15	-	15	-	-	-	-	-	40	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по темам "Медицинские приборы и системы для лабораторного анализа". Подготовка к коллоквиумам.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, подготовка к практическим занятиям.</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Медицинские приборы и системы для лабораторного анализа" материалу. Дополнительно студенту необходимо осуществить поиск и изучение научно-технической литературы. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Контроль качества клинических лабораторных исследований" и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Медицинские приборы и системы для</p>
1.1	Контроль качества клинических лабораторных исследований	4		1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Анализаторы крови и мочи	34		7	-	7	-	-	-	-	-	20	-	
1.3	Биохимические, иммунохимические и электрофоретические анализаторы	32		7	-	7	-	-	-	-	-	18	-	

													лабораторного анализа" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 273-312 [4], стр. 31-37 [5], стр. 7-23 [6], стр. 39-50
2	Применение ультразвука в медицине	72	16	-	16	-	-	-	-	-	40	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу 2. Применение ультразвука в медицине, тема 4 и подготовка к контрольной работе 4
2.1	Уравнения линейной акустики	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу 2. Применение ультразвука в медицине, тема 3 и подготовка к контрольной работе 3
2.2	Распространение ультразвуковых волн в присутствии границы раздела акустически разнородных сред	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу 2. Применение ультразвука в медицине, тема 2 и подготовка к контрольной работе 2
2.3	Излучатели ультразвука и их основные характеристики	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу 2. Применение ультразвука в медицине, тема 1 и подготовка к контрольной работе 1
2.4	Ультразвуковая диагностика в медицине	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 219-230, 324-337 [4], стр. 61-68
3	Курсовое проектирование	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:
3.1	Курсовое проектирование	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Изучение материалов литературных</u></b>

													<b>источников:</b> [2], стр. 24-49, 85-113, 255-272
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>		<b>32</b>	-	<b>32</b>	-	<b>2</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>80</b>	<b>33.5</b>
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>		<b>32</b>	-	<b>32</b>	<b>2</b>		<b>-</b>		<b>0.5</b>	<b>113.5</b>	
	Курсовой проект (КП)	72.0	2	-	-	-	32	-	4	-	0.3	35.7	-
	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>		-	-	-	<b>32</b>	-	<b>4</b>	-	<b>0.3</b>	<b>35.7</b>	-
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>		-	-	-	<b>32</b>	<b>4</b>			<b>0.3</b>	<b>35.7</b>	
	<b>ИТОГО</b>	<b>252.0</b>	-	<b>32</b>	-	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>4</b>			<b>0.8</b>	<b>149.2</b>	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Медицинские приборы и системы для лабораторного анализа

#### 1.1. Контроль качества клинических лабораторных исследований

Внутрилабораторный контроль качества результатов лабораторных исследований. Правильность и воспроизводимость. Контрольные карты Леви-Дженинга. Правила Вестгарда. Контрольные карты *cusum*. Межлабораторный контроль качества. Относительный коэффициент вариации и индекс среднеквадратического отклонения. Внешний контроль качества результатов лабораторных исследований.

#### 1.2. Анализаторы крови и мочи

Классификация гематологических анализаторов. Измеряемые показатели. Кондуктометрические гематологические анализаторы. Метод измерения. Структурная схема и принцип действия прибора. Гематологические анализаторы, использующие проточную цитометрию и цитофлуориметрию. Структурные схемы и принципы действия приборов. Измеряемые показатели. Гематологические микроскопы-анализаторы. Структурная схема и принцип действия. Измеряемые показатели. Определение гемостаза. Три основных механизма остановки кровотечения. Классификация коагулометров. Измеряемые показатели. Механические и оптико-механические коагулометры. Структурная схема и принцип действия прибора. Агрегометры. Метод Борна. Структурная схема и принцип действия прибора. Лазерные агрегометры. Метод регистрации агрегации тромбоцитов по флуктуации светопропускания (ФСП-метод). Структурная схема и принцип действия прибора. Импедансные агрегометры – назначение, принцип действия. Анализ агрегатограммы. Механический тромбоэластограф – схема анализатора, принцип действия. Анализ тромбоэластограммы. Оптико-механический тромбоэластограф – схема анализатора, принцип действия. Анализ тромбоэластограммы. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ). Ручной метод измерения СОЭ. Основные принципы измерения в автоматических анализаторах СОЭ. Схемы и принцип действия анализатора СОЭ с вертикальным расположением пробирок и пипеток. Схемы и принцип действия анализаторов СОЭ с наклонным расположением пробирок. Преимущество наклонного расположения пробирок. Схемы и принцип действия анализаторов СОЭ с видеокамерой. Классификация анализаторов мочи. Анализируемые параметры. Анализаторы мочи, использующие проточную цитофлуориметрию. Структурная схема и принцип действия прибора. Анализируемые параметры. Анализаторы мочи, использующие тест-полоски. Структурная схема и принцип действия прибора. Анализируемые параметры..

#### 1.3. Биохимические, иммунохимические и электрофоретические анализаторы

Клиническая биохимия. Определяемые вещества. Образцы для анализа. Технические методы биохимического анализа. Реакции, выполняемые на биохимических анализаторах. Ферментативные реакции: кинетика, активность фермента, влияние температуры и pH на активность фермента. Измерение активности фермента. Биохимические анализаторы. Типы приборов для биохимических исследований: фотометры, полуавтоматические и полностью автоматизированные биохимические анализаторы. Принцип выбора анализатора в соответствии с задачами лаборатории. Иммунохимические методы исследований. Гетерогенные иммунохимические методы: конкурентные, неконкурентные. Гомогенные иммунохимические методы. Приборы для иммунохимического анализа. Оборудование для перемешивания реагентов. Фотометрия в иммунохимическом анализе. Структурные схемы и принцип действия приборов. Иммунохимические экспресс-анализаторы на тест-полосках. Принцип измерения. Электрофоретические анализаторы. Средства плоскостного электрофореза. Структурная схема и принцип действия прибора с горизонтальным расположением пластин. Средства диск-электрофореза. Структурная схема и принцип



действия прибора. Капиллярные электрофоретические анализаторы. Структурная схема и принцип действия прибора. Изотахофорез. Структурная схема и принцип действия прибора. Особенности изоэлектрического фокусирования и мицеллярной электрокинетической хроматографии..

## 2. Применение ультразвука в медицине

### 2.1. Уравнения линейной акустики

Введение. Основные акустические величины. Ультразвук – как один из частотных диапазонов акустических (звуковых) волн. Уравнения гидроакустики. Линейные уравнения гидроакустики. Понятие потенциала скорости. Волновые уравнения для акустических величин. Начальные и граничные условия в гидроакустике. Интенсивность УЗ волн. Закон сохранения акустической энергии в дифференциальной и интегральной формах. Энергетические соотношения для комплексных амплитуд звукового давления и колебательной скорости частиц. Уравнения Гельмгольца для гармонических УЗ волн. Решение уравнения Гельмгольца для одномерного случая. Плоские УЗ волны. Характеристическое сопротивление для плоской волны. Решение уравнения Гельмгольца в сферической системе координат (с учетом центральной симметрии). Сферические УЗ волны. Характеристическое сопротивление для сферической волны.

2.2. Распространение ультразвуковых волн в присутствии границы раздела акустически разнородных сред

Падение плоской гармонической УЗ волны на абсолютно жесткую границу. Падение плоской гармонической УЗ волны на абсолютно мягкую границу. Падение плоской гармонической УЗ волны на границу раздела 2-х сред. (Вывод формул для коэффициента отражения и прохождения). Анализ коэффициентов отражения и преломления падающей плоской УЗ волны на границу раздела 2-х сред. Полное внутреннее отражение. Угол Брюстера. Зависимость коэффициентов отражения и преломления от угла падения. Прохождение плоской гармонической УЗ волны через конечный слой жидкости. (Вывод формул для коэффициента отражения). Полуволновый слой, четвертьволновый слой. Условия полного прохождения. Особенности распространения УЗ волн в биологических средах (скорость распространения, затухание, нелинейные эффекты, тепловые эффекты, дисперсия).

### 2.3. Излучатели ультразвука и их основные характеристики

Излучение акустических волн. Сопротивление излучения. Примеры расчета сопротивления излучения для поршня в трубе с жесткими стенками и пульсирующей сферы. Характеристики направленности излучателей. Примеры простейших акустических излучателей и их характеристики. Энергетические характеристики пульсирующей сферы. Монополь. Производительность источника УЗ волн. Электроакустические преобразователи. Излучатели ультразвука. Прямой, обратный пьезоэффект. Определение толщины пьезопреобразователя. Материалы, используемые при изготовлении электроакустических преобразователей различных частотных диапазонов. Обобщенная структурная схема сканирующего устройства на основе фазированной матрицы. Назначение основных функциональных блоков. Решетки акустических излучателей: линейные, плоские. Множитель направленности линейной решетки. Дифракционные лепестки. Управление (сканирование) ДН антенных решеток. Классификация УЗ излучателей. Типы УЗ датчиков. Основные характеристики УЗ сканеров. Продольная и поперечная разрешающая способность, чувствительность, динамический диапазон.

### 2.4. Ультразвуковая диагностика в медицине

Использование УЗ волн в медицинской диагностике. Основные принципы ультразвуковой визуализации. Эхо-импульсные методы визуализации: А-М эхограммы, В эхограммы. Области применения.Arteфакты, классификация, примеры. Методы оценки качества изображения УЗ сканеров. Фантомы. Эффект Доплера в акустике. Допплеровские приборы УЗ диагностики в непрерывном и импульсном режимах.

### 3. Курсовое проектирование

#### 3.1. Курсовое проектирование

Разработка технического задания с учетом характеристик по измеряемым и подводимым физическим параметрам. Разработка структурной схемы устройства. Разработка алгоритма программы устройства. Разработка схемы электрической принципиальной. Разработка конструкции печатной платы. Разработка конструкции корпуса. Расчет себестоимости устройства. Разработка макета устройства (с действующей программой). Оформление проекта по ГОСТ 7.32 и ГОСТ ЕСКД.

#### **3.3. Темы практических занятий**

1. Энергетические соотношения в акустике;
2. Допплеровские приборы непрерывного и импульсного излучения ультразвука;
3. Ультразвуковая визуализация;
4. Ультразвуковые датчики;
5. Решетки акустических излучателей;
6. Отражение и преломление ультразвуковых волн в слоистых средах;
7. Изучение структуры и принципов работы биохимического анализатора SINNOWA;
8. Уравнения линейной акустики;
9. Моделирование гексокиназного метода определения глюкозы в крови с помощью биохимического анализатора в приложениях Simbiology и Simulink;
10. Моделирование прохождения сигналов в глюкометре АККУ-ЧЕК АКТИВ в приложении Simulink;
11. Обработка сигналов в лазерном анализаторе агрегации тромбоцитов АЛАТ БИОЛА в MatLab;
12. Моделирование прохождения сигналов в лазерном анализаторе агрегации тромбоцитов АЛАТ БИОЛА в приложении Simulink;
13. Элементарные акустические излучатели;
14. Контроль качества лабораторных измерений.

#### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

#### **3.5 Консультации**

##### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Курсовой проект"

##### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультация перед экзаменом по разделу "Медицинские приборы и системы для лабораторного анализа"
2. Консультация перед экзаменом по разделу "Применение ультразвука в медицине"

##### Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации направлены на обсуждение особенностей индивидуального задания и снятие возникающих вопросов

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 2 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Проектирование медицинских измерительных приборов

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2	2, 3, 4, 5	6	7	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	20	40	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	40	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Анализ технического задания. Анализ рынка. Выводы и предложение по характеристикам нового устройства. Уровни измеряемых физических величин, и ограничения по уровням воздействиям.
2	Структурная схема устройства. Подробный алгоритм программы устройства
3	Схема электрическая принципиальная. Миркоконтр. узел, узел датчиков, узел исполнения, узел управления индикации, интерфейс, узел электропитания
4	Конструкция печатной платы. Конструкция корпуса
5	Экономический раздел. Расчет себестоимости устройства
6	Прототипирование и отладка программ создаваемого устройства
7	Оформление документации по ГОСТ и ЕСКД

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	
<b>Знать:</b>					
Основные типы приборов для клинического лабораторного анализа, их разработчиков и производителей	ИД-1ПК-1	+			Домашнее задание/Научно-технический обзор современных приборов для лабораторного анализа
Структурные схемы и принципы работы биохимических, иммунохимических и электрофоретических анализаторов	ИД-2ПК-1	+		+	Коллоквиум/Биохимические, иммунохимические и электрофоретические анализаторы
Математические основы внутрилабораторного и внешнего контроля качества лабораторных исследований	ИД-3ПК-1	+			Тестирование/Контроль качества результатов лабораторных исследований
Структурные схемы и принципы работы анализаторов форменных элементов и функций крови и анализаторов мочи	ИД-3ПК-1	+		+	Коллоквиум/Анализаторы крови и мочи
Структуру, назначение, основные схемы построения и работы типовых узлов медицинской аппаратуры ультразвуковой диагностики	ИД-1ПК-2		+	+	Контрольная работа/Контрольная работа по УЗИ 3 Контрольная работа/Контрольная работа по УЗИ 4
Основы линейной акустики жидкостей и газов, а также принципы возбуждения и приема ультразвуковых волн в биотехнических системах и особенности распространения ультразвуковых волн в биотканях	ИД-2ПК-2		+		Контрольная работа/Контрольная работа по УЗИ 1 Контрольная работа/Контрольная работа по УЗИ 2
<b>Уметь:</b>					
Проводить научно-технический анализ современного состояния приборов для лабораторного анализа	ИД-1ПК-1	+			Домашнее задание/Научно-технический обзор современных приборов для лабораторного анализа
Выполнять математическое моделирование биологических процессов и объектов биотехнических систем	ИД-2ПК-1	+		+	Коллоквиум/Биохимические, иммунохимические и электрофоретические

					анализаторы
Осуществлять контроль качества клинических лабораторных исследований	ИД-3ПК-1	+			Тестирование/Контроль качества результатов лабораторных исследований
Разрабатывать алгоритмы обработки сигналов лабораторных анализаторов и проводить исследования биопроб	ИД-3ПК-1	+			Коллоквиум/Анализаторы крови и мочи
Использовать приобретенные знания в проектировании существующих узлов УЗ аппаратуры и разработке новых	ИД-1ПК-2		+	+	Контрольная работа/Контрольная работа по УЗИ 3 Контрольная работа/Контрольная работа по УЗИ 4
Рассчитывать параметры ультразвуковых волн и акустические параметры биотканей	ИД-2ПК-2		+	+	Контрольная работа/Контрольная работа по УЗИ 1 Контрольная работа/Контрольная работа по УЗИ 2

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа по УЗИ 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа по УЗИ 2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа по УЗИ 3 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа по УЗИ 4 (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контроль качества результатов лабораторных исследований (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Научно-технический обзор современных приборов для лабораторного анализа (Домашнее задание)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Анализаторы крови и мочи (Коллоквиум)
2. Биохимические, иммунохимические и электрофоретические анализаторы (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 1 семестр и за курсовой проект.

#### Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ». В приложение к диплому выносятся оценка за 1 семестр и за курсовой проект.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Корневский, Н. А. Биотехнические системы медицинского назначения : учебник для вузов по направлению "Биотехнические системы и технологии" / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей . – Старый Оскол : ТНТ, 2014 . – 688 с. - ISBN 978-5-94178-352-6 .;
2. Корневский, Н. А. Проектирование биотехнических систем медицинского назначения. Общие вопросы проектирования : учебник по дисциплине "Проектирование биотехнических

- медицинского назначения" для реализации образовательной программы высшего образования по направлению "Биотехнические системы и технологии" / Н. А. Корневский, З. М. Юлдашев . – Старый Оскол : ТНТ, 2020 . – 312 с. - ISBN 978-5-94178-562-9 .;
3. Илясов, Л. В. Биомедицинская аналитическая техника : учебное пособие для вузов по направлениям "Биомедицинская техника", "Биомедицинская инженерия" / Л. В. Илясов . – СПб. : Политехника, 2012 . – 350 с. – (Учебное пособие для вузов) . - ISBN 978-5-7325-1012-6 .;
4. И. Ш. Абдуллин, Е. А. Панкова, Ф. С. Шарифуллин- "Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы", Издательство: "Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ)", Казань, 2011 - (106 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258619>;
5. Жихарева, Г. В. Медицинские приборы для лабораторного анализа. Фотометры. Рефрактометры. Поляриметры : учебное пособие по курсу "Медицинские приборы" по направлению "Биотехнические системы и технологии" / Г. В. Жихарева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 46 с. - ISBN 978-5-7046-2052-5 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10327>;
6. Жихарева, Г. В. Медицинские приборы для лабораторного анализа. Часть 1. Абсорбционные фотометры : учебное пособие по курсу "Медицинские приборы" по направлению "Биотехнические системы и технологии" / Г. В. Жихарева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 60 с. - ISBN 978-5-7046-1640-5 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=7711>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Acrobat Reader;
6. Diptrace;
7. Arduino IDE;
8. GNU Octave.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" -  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elibr.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-802/1, Учебная лаборатория "Электродинамики"	стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд информационный, стенд учебный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный
	Е-802/1, Учебная лаборатория "Электродинамики"	стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд информационный, стенд учебный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-815, Преподавательская	стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
	Е-817, Преподавательская	стол, стул, шкаф, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска пробковая, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-802/4, Склад инвентаря и оборудования	стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, сервер
	Е-822, Архив	стеллаж для хранения книг, вешалка для одежды, холодильник, хозяйственный инвентарь



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Медицинские приборы и системы

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Контроль качества результатов лабораторных исследований (Тестирование)
- КМ-2 Анализаторы крови и мочи (Коллоквиум)
- КМ-3 Научно-технический обзор современных приборов для лабораторного анализа (Домашнее задание)
- КМ-4 Биохимические, иммунохимические и электрофоретические анализаторы (Коллоквиум)
- КМ-5 Контрольная работа по УЗИ 1 (Контрольная работа)
- КМ-6 Контрольная работа по УЗИ 2 (Контрольная работа)
- КМ-7 Контрольная работа по УЗИ 3 (Контрольная работа)
- КМ-8 Контрольная работа по УЗИ 4 (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	8	12	15	4	8	12	15
1	Медицинские приборы и системы для лабораторного анализа									
1.1	Контроль качества клинических лабораторных исследований		+							
1.2	Анализаторы крови и мочи			+	+					
1.3	Биохимические, иммунохимические и электрофоретические анализаторы				+	+				
2	Применение ультразвука в медицине									
2.1	Уравнения линейной акустики						+	+		
2.2	Распространение ультразвуковых волн в присутствии границы раздела акустически разнородных сред						+	+		
2.3	Излучатели ультразвука и их основные характеристики								+	+
2.4	Ультразвуковая диагностика в медицине								+	+
3	Курсовое проектирование									

3.1	Курсовое проектирование		+		+	+	+	+	+
Вес КМ, %:		10	15	10	15	10	10	20	10

### 2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

Вид промежуточной аттестации – .

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:
		Неделя КМ:
		Вес КМ, %:

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Медицинские приборы и системы

(название дисциплины)

#### 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- КМ-1 Контроль Аналитической части работы, Структурной схемы устройства и Укрупненного алгоритма работы устройства
- КМ-2 Контроль конструкторской работы в части разработки корпуса и электронных блоков устройства. Экономическая составляющая работы
- КМ-3 Макет устройства на базе отладочных плат. Демонстрация работы кода программы заданного устройства
- КМ-4 Оформление Документации согласно технического задания по ГОСТ 7.32-2017 и правилам ЕСКД чертежей схем спецификаций

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Анализ технического задания. Анализ рынка. Выводы и предложение по характеристикам нового устройства. Уровни измеряемых физических величин, и ограничения по уровням воздействиям.		+			
2	Структурная схема устройства. Подробный алгоритм программы устройства		+	+		
3	Схема электрическая принципиальная. Миркоконтр. узел, узел датчиков, узел исполнения, узел управления индикации, интерфейс, узел электропитания			+		
4	Конструкция печатной платы. Конструкция корпуса			+		
5	Экономический раздел. Расчет себестоимости устройства			+		
6	Прототипирование и отладка программ создаваемого устройства				+	
7	Оформление документации по ГОСТ и ЕСКД					+
Вес КМ, %:			20	20	40	20