

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: Радиоэлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИМЕДИЦИНСКОЙ И
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 75,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крамм М.Н.
	Идентификатор	R07fd3885-KrammMN-8d6314d0

(подпись)

М.Н. Крамм

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Г.В. Жихарева

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Е.В. Шалимова

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных проблем, направлений и достижений современной биомедицинской инженерии.

Задачи дисциплины

- освоение основных направлений современной биомедицинской инженерии;
- приобретение навыков анализа современного состояния проблем в биомедицинской инженерии;

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 Способен проводить исследования в области создания биотехнических систем	ИД-1 _{ПК-1} Анализирует состояние научнотехнических задач на основе изучения технической литературы в области биотехнических систем	знать: - – типы биомедицинских микросистем; - – методы роботизированной хирургии, электрохирургии и реабилитационной медицины; - – принципы бионанотехнологий и характеристики флуоресцентных нанокристаллов; - – основные направления биомедицинской инженерии и принципы зондовой микроскопии. уметь: - – анализировать способы использования биомедицинских микросистем; - – анализировать современное состояние разработок в области медицинских роботических и хирургических систем и способы реабилитационной медицины; - – анализировать приемы бионанотехнологий и способы использования квантовых точек; - – сравнивать способы сканирования в зондовых микроскопах.

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 Дисциплина базируется на дисциплине Медицинские приборы и системы

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	Предмет и направления развития биомедицинской инженерии	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Предмет и направления развития биомедицинской инженерии и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.24-30, 70-73 [4], стр. 11-12</p>		
1.1	Предмет и направления развития биомедицинской инженерии	5		2	-	-	-	-	-	-	-	3	-			
2	Бионанотехнологии	39		14	-	-	-	-	-	-	-	-	25		-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Бионанотехнологии и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр.118-128, 179-185 [4], стр.17-30</p>
2.1	Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ)	16		6	-	-	-	-	-	-	-	-	10		-	
2.2	Бионанотехнологии	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-	
2.3	Биосенсоры	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-	
2.4	Флуоресцентные нанокристаллы (квантовые точки)	11		4	-	-	-	-	-	-	-	-	7		-	
3	Биомедицинские микросистемы	17		6	-	-	-	-	-	-	-	-	11		-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Биомедицинские микросистемы и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p>
3.1	Капсульная эндоскопия	5		2	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-	
3.2	Микроэлектромеханические системы	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8		-	

												<u>источников:</u> [4], стр.33-40	
4	Медицинские робототехнические системы	19	6	-	-	-	-	-	-	-	13	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу
4.1	Микророботы	4	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	Медицинские робототехнические системы и подготовка к контрольной работе
4.2	Роботы в общей хирургии	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 184-205 [4], стр. 42-51
4.3	Роботы в медицине	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
5	Методы неинвазивной диагностики	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Методы неинвазивной диагностики и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 58-62
5.1	Методы бесконтактной регистрации физиологических показателей	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
6	Проблемы реабилитационной медицины	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Проблемы реабилитационной медицины и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 112-131
6.1	Проблемы реабилитационной медицины	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	32	-	-	-	-	-	-	0.3	58	17.7	
	Итого за семестр	108.0	32	-	-	-	-	-	-	0.3	75.7		

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. Предмет и направления развития биомедицинской инженерии

1.1. Предмет и направления развития биомедицинской инженерии

Структура системы здравоохранения. Виды медицинской помощи. Медицинское изделие. Определение биомедицинской инженерии. Направления биомедицинской инженерии. Примеры применения достижений науки и техники в БМИ. Современные тенденции в развитии БМИ.

2. Бионанотехнологии

2.1. Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ)

Принцип работы СЗМ. Сканирующие элементы. Трубчатый пьезосканер. Шаговый электродвигатель. Защита от вибраций. Формирование и обработка изображений СЗМ: вычитание постоянного наклона, фильтрация изображений, центрирование по строкам, фурье-фильтрация. Основы сканирующей туннельной микроскопии (СТМ). Туннельный эффект, зависимость плотности туннельного тока от величины зазора. Схема организации обратной связи. Два способа сканирования, их сравнение. Объяснение реализации атомарного разрешения в СТМ. Изготовление зондов (два способа). Структурная схема системы управления СТМ. Атомно-силовой микроскоп (АСМ). Принцип работы, энергия взаимодействия и сила взаимодействия атомов. Регистрация силы взаимодействия, кантилевер. Схема организации обратной связи. Собственные частоты колебаний изгиба консоли. Способы сканирования. Изготовление кантилевера. Структурная схема системы управления АСМ.

2.2. Бионанотехнологии

Задачи бионанотехнологии. Примеры нанобиологии (молекулярная биология) в природе. Основные определения: пептиды, нуклеотиды, кодон, матричная РНК и транспортная РНК. Основные принципы бионанотехнологий. Конструирование белков с искусственными аминокислотами. Создание лекарств. Самособирающиеся блоки ДНК. ДНК компьютеры (решение задачи о коммивояжере).

2.3. Биосенсоры

Использование фермента оксидаза глюкозы для измерения уровня глюкозы. Использование белка гемолизин для обнаружения определенных ДНК цепочек Биосенсоры с ферментными электродами. Газовые электроды. Ферментные электроды: фермент, субстрат, трансформат. Роль мембраны. Микробные биосенсоры ДНК-зонды.

2.4. Флуоресцентные нанокристаллы (квантовые точки)

Влияние размеров нанокристалла на энергетический спектр и ширину запрещенной зоны. Достоинства оптических характеристик нанокристаллов: узкий пик возбуждения, широкая полоса возбуждения, высокая яркость флуоресценции, уникально высокая фотостабильность (факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции). КТ в медицине и биологии. Адресное связывание. Проникновение через биологические мембраны. Жидкие микрочипы – спектральное кодирование; схема использования.

3. Биомедицинские микросистемы

3.1. Капсульная эндоскопия

Светочувствительные матрицы CMOS (КМОП). Эквивалентная схема ячейки. Достоинства, сравнение с CCD (ПЗС) матрицами. Комплекс для капсульной эндоскопии

ЖКТ: капсула, ресивер, аппликаторы, программное обеспечение и ПК. Классическая эндоскопическая капсула, ее составные части, характеристики. Временные параметры съема. Медицинские аспекты применения капсульной эндоскопии: достоинства, показания и противопоказания к применению..

3.2. Микроэлектромеханические системы

Понятие МЭМС (MEMS). Виды МЭМС. Особенности МЭМС: отличие от классических механических систем и от изделий микроэлектроники. Микроактюаторы: электростатические, магнитные, пьезоэлектрические, гидравлические, тепловые, с использованием сплавов памяти формы.

4. Медицинские робототехнические системы

4.1. Микророботы

Актуальность микророботов. Особенности микророботов. Принципы организации движения микророботов. Принципы передачи энергии микророботам. Требования к микророботам..

4.2. Роботы в общей хирургии

Актуальность минимально инвазивной хирургии (МИХ). Принцип построения роботизированных хирургических комплексов (РХК). РХК Da Vinci: консоль хирурга, модуль пациента. Система обзора InSite. Инструментальная система EndoWrist. Достоинства РХК Da Vinci. Недостатки РХК Da Vinci..

4.3. Роботы в медицине

Роботы-симуляторы пациента для обучения медицинского персонала. Типы роботов, основные функции. Роботы удаленного присутствия..

5. Методы неинвазивной диагностики

5.1. Методы бесконтактной регистрации физиологических показателей

Принципы бесконтактного съема. Регистрация дыхательных движений диэлектрическим методом. Пневмоканал, кардио-канал. Выход двигательной активности..

6. Проблемы реабилитационной медицины

6.1. Проблемы реабилитационной медицины

Социальные аспекты технической реабилитации инвалидов. Ограничение жизнедеятельности. Технические средства реабилитации человека с ограничениями жизнедеятельности (ТСР), типы ТСР. Реабилитационная индустрия, две ее компоненты. Реабилитационная БТС, ее особенности среди БТС, принцип единства и принцип адекватности..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Предмет и направления развития биомедицинской инженерии"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Бионанотехнологии"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Биомедицинские микросистемы"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Медицинские робототехнические системы"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы неинвазивной диагностики"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проблемы реабилитационной медицины"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Предмет и направления развития биомедицинской инженерии"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Бионанотехнологии"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Биомедицинские микросистемы"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Медицинские робототехнические системы"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Методы неинвазивной диагностики"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проблемы реабилитационной медицины"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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	4	5	6	
Знать:								
– основные направления биомедицинской инженерии и принципы зондовой микроскопии	ИД-1 _{ПК-1}	+	+					Контрольная работа/Предмет БМИ и бионанотехнологии
– принципы бионанотехнологий и характеристики флуоресцентных нанокристаллов	ИД-1 _{ПК-1}		+					Контрольная работа/Принципы бионанотехнологий и квантовые точки
– методы роботизированной хирургии, электрохирургии и реабилитационной медицины	ИД-1 _{ПК-1}				+	+	+	Контрольная работа/Робототехнические хирургические системы и проблемы реабилитационной индустрии
– типы биомедицинских микросистем	ИД-1 _{ПК-1}		+	+	+			Контрольная работа/Биомедицинские микросистемы
Уметь:								
– сравнивать способы сканирования в зондовых микроскопах	ИД-1 _{ПК-1}		+					Контрольная работа/Предмет БМИ и бионанотехнологии
– анализировать приемы бионанотехнологий и способы использования квантовых точек	ИД-1 _{ПК-1}		+					Контрольная работа/Принципы бионанотехнологий и квантовые точки
– анализировать современное состояние разработок в области медицинских роботических и хирургических систем и способы реабилитационной медицины	ИД-1 _{ПК-1}				+		+	Контрольная работа/Робототехнические хирургические системы и проблемы реабилитационной индустрии
– анализировать способы использования биомедицинских микросистем	ИД-1 _{ПК-1}			+	+			Контрольная работа/Биомедицинские микросистемы

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Биомедицинские микросистемы (Контрольная работа)
2. Предмет БМИ и бионанотехнологии (Контрольная работа)
3. Принципы бионанотехнологий и квантовые точки (Контрольная работа)
4. Робототехнические хирургические системы и проблемы реабилитационной индустрии (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.

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. Введение в направление подготовки "Биотехнические системы и технологии" : учебное пособие для вузов по направлению 201000 "Биотехнические системы и технологии" / Н. А. Корневский . – Старый Оскол : ТНТ, 2013 . – 360 с. - ISBN 978-5-94178-370-0 .;
2. Корневский, Н. А. Приборы, аппараты, системы и комплексы медицинского назначения. Интроскопическая и хирургическая техника : учебник для реализации образовательной программы высшего образования по направлению "Биотехнические системы и технологии" / Н. А. Корневский, З. М. Юлдашев . – Старый Оскол : ТНТ, 2020 . – 284 с. - ISBN 978-5-94178-642-8 .;
3. "Наноструктуры в биомедицине", (3-е изд. (эл.)), Издательство: "Лаборатория знаний", Москва, 2015 - (538 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70740;
4. Г. Н. Пахарьков- "Биомедицинская инженерия: проблемы и перспективы", Издательство: "Политехника", Санкт-Петербург, 2011 - (234 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129562>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Acrobat Reader;
6. 7-zip.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.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 промежуточной аттестации	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-303, 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
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-822, Архив	стеллаж для хранения книг, вешалка для одежды, холодильник, хозяйственный инвентарь

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные проблемы биомедицинской и экологической инженерии

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Предмет БМИ и бионанотехнологии (Контрольная работа)
- КМ-2 Принципы бионанотехнологий и квантовые точки (Контрольная работа)
- КМ-3 Биомедицинские микросистемы (Контрольная работа)
- КМ-4 Робототехнические хирургические системы и проблемы реабилитационной индустрии (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Предмет и направления развития биомедицинской инженерии					
1.1	Предмет и направления развития биомедицинской инженерии		+			
2	Бионанотехнологии					
2.1	Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ)		+			
2.2	Бионанотехнологии			+	+	
2.3	Биосенсоры			+		
2.4	Флуоресцентные нанокристаллы (квантовые точки)			+		
3	Биомедицинские микросистемы					
3.1	Капсульная эндоскопия				+	
3.2	Микроэлектромеханические системы				+	
4	Медицинские робототехнические системы					
4.1	Микророботы				+	
4.2	Роботы в общей хирургии					+
4.3	Роботы в медицине					+

5	Методы неинвазивной диагностики				
5.1	Методы бесконтактной регистрации физиологических показателей				+
6	Проблемы реабилитационной медицины				
6.1	Проблемы реабилитационной медицины				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25