

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

---

Направление подготовки/специальность: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Наименование образовательной программы: Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

<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.05</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 77,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Лабораторная работа</b> <b>Реферат</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Истомина Т.В.
	Идентификатор	Rae715166-IstominaTV-b697334f

Т.В. Истомина

**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 обучающихся системного подхода к изучению процессов и принятию технических решений в области анализа и синтеза сложных биотехнических систем

### Задачи дисциплины

- приобретение навыков и знаний о назначении, составе и технических характеристиках основных видов биотехнических систем и комплексов медицинского назначения;
- изучение свойств биологического объекта и биотехнических систем;
- формирование математических моделей биотехнических систем;
- синтез и анализ работоспособности биотехнических систем.

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 участвовать в научных исследованиях в области создания биотехнических систем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных	знать: - свойства биологического объекта и биотехнических систем с точки зрения системного анализа; - основные характеристики и принципы построения биотехнических систем и комплексов медицинского назначения; - аксиомы и принципы общей теории систем.  уметь: - определять мониторинговые характеристики жизненно-важных параметров для диагностики состояния человека в мониторинговых системах; - осуществлять поиск и анализ научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта в области создания биотехнических систем.
ПК-2 Способность участвовать в проектировании биотехнических систем	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает функциональные и структурные схемы биотехнических систем в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования	знать: - теоретические методы и программные средства проектирования и конструирования биотехнических систем; - основные характеристики и режимы работы биотехнических систем медицинского назначения (мониторных систем и систем искусственного жизнеобеспечения).  уметь: - использовать программные средства проектирования и конструирования биотехнических систем; - разрабатывать функциональные и

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		структурные схемы биотехнических систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Биотехнические и медицинские аппараты и системы (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 4 зачетных единицы, 144 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	Основные понятия и принципы общей теории систем и теории биотехнических систем	24	7	8	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основные понятия и принципы общей теории систем и теории биотехнических систем" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные понятия и принципы общей теории систем и теории биотехнических систем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия и принципы общей теории систем и теории биотехнических систем"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 11-17 [2], 19-35 [3], 145-167 [9], 78-89</p>	
1.1	Основные понятия и принципы общей теории систем и теории биотехнических систем	24		8	-	4	-	-	-	-	-	-	12		-
2	Классификация	36		8	8	4	-	-	-	-	-	-	16		-



	назначения													медицинского назначения" материалу. <u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u> Изучение материала по разделу "Биотехнические системы медицинского назначения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Биотехнические системы медицинского назначения" <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u> [4], 5-9 [5], 12-27 [6], 18-31 [7], 15-23 [8], 4-19 [10], 5-17, 38-46
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	144.0	32	16	16	-	2	-	-	0.5	44	33.5		
	Итого за семестр	144.0	32	16	16		2	-		0.5		77.5		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Основные понятия и принципы общей теории систем и теории биотехнических систем

##### 1.1. Основные понятия и принципы общей теории систем и теории биотехнических систем

Общая теория систем. Задачи общей теории систем. Основные понятия и принципы теории систем. Понятие "Система", "Цель". Четыре аксиомы теории систем. Простая системная функциональная единица. Составная СФЕ. Простой блок управления. Сложный блок управления. Самообучающийся блок управления. Сигнальные системы. Иерархия целей и систем. Функциональное состояние системы. Биологические системы. Упрощенная схема многоуровневого управления организма. Функциональные системы. Примеры биологических систем. Рассмотрение организма с позиций системного анализа. Гомеостаз. История развития, основные определения и свойства БТС. Основные сведения по системному подходу при сопряжении элементов живой и неживой природы. Системные закономерности искусственного жизнеобеспечения. Управление в биологических системах. Бионическая методология изучения живых организмов. Бионические принципы синтеза БТС.

#### 2. Классификация биотехнических систем

##### 2.1. Классификация биотехнических систем

Основные понятия и классификация биотехнических систем. Определение, общие свойства и принципы синтеза биотехнических систем. Классификация биотехнических систем по их целевой функции. Биотехнические системы медицинского назначения. Биотехнические системы эргатического типа. Биотехнические системы управления поведением биологических объектов. Системные аспекты управления. Биотехнические информационно-измерительные системы медицинского назначения. Классификация биотехнических технологий. Основы моделирования биотехнических систем. Искусственные нейронные сети как основной инструмент моделирования БТС. Метод поэтапного моделирования. Основы нечеткой логики в контексте проектирования БТС. Свойство суперадаптивности БТС. Определение, общие свойства и принципы синтеза биотехнических систем. Структуры и принципы действия биотехнических систем различного вида в соответствии с их классификацией.

#### 3. Биотехнические системы медицинского назначения

##### 3.1. Биотехнические системы медицинского назначения

Общие проблемы синтеза БТС. Синтез медицинских биотехнических систем терапевтического типа. Медицинские мониторинговые системы. Медицинские системы поддержки принятия решений врача. Медицинские роботизированные и робот-ассистированные комплексы. Медицинские системы для замещения утраченных функций. Нейронные сети и моделирование биотехнических систем. Искусственный интеллект и биотехнические системы. Биотехнические технологии. Классификация технологий на основе биотехнических систем. Классификация. Примеры. Области применения.

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

1. Защита рефератов;
2. Конфигурации медицинских мониторинговых систем;
3. Искусственный интеллект и БТС;
4. Классификация и примеры биотехнических технологий;
5. Классификация и примеры БТС;



6. Бионический подход в БТС;
7. Виды и примеры управления в биологических системах;
8. Классификация биологических систем.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Моделирование многослойных нейросетей в пакете Simulink;
2. Распознавание биообъектов с помощью приложения Simulink для нейросетей;
3. Изучение способов создания цифровых моделей узлов БТСМН средствами Simulink;
4. Основы моделирования в пакете Simulink.

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные понятия и принципы общей теории систем и теории биотехнических систем"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Классификация биотехнических систем"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Биотехнические системы медицинского назначения"

### **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	
<b>Знать:</b>					
аксиомы и принципы общей теории систем	ИД-1ПК-1	+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 Реферат/Защита реферата
основные характеристики и принципы построения биотехнических систем и комплексов медицинского назначения	ИД-1ПК-1		+		Реферат/Защита реферата
свойства биологического объекта и биотехнических систем с точки зрения системного анализа	ИД-1ПК-1	+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2
основные характеристики и режимы работы биотехнических систем медицинского назначения (мониторных систем и систем искусственного жизнеобеспечения)	ИД-2ПК-2		+		Реферат/Защита реферата
теоретические методы и программные средства проектирования и конструирования биотехнических систем	ИД-2ПК-2		+		Реферат/Защита реферата
<b>Уметь:</b>					
осуществлять поиск и анализ научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта в области создания биотехнических систем	ИД-1ПК-1		+		Реферат/Защита реферата
определять мониторинговые характеристики жизненно-важных параметров для диагностики состояния человека в мониторинговых системах	ИД-1ПК-1		+		Реферат/Защита реферата
разрабатывать функциональные и структурные схемы биотехнических систем	ИД-2ПК-2			+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3
использовать программные средства проектирования и конструирования биотехнических систем	ИД-2ПК-2			+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 4

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Защита реферата (Реферат)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 2 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 3 (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы № 4 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №7)

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

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

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

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

1. А. В. Горохов, И. В. Петухов- "Основы системного анализа" 2, Издательство: "Поволжский государственный технологический университет", Йошкар-Ола, 2016 - (108 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461572>;
2. А. И. Ракитов- "Историческое познание: Системно-гносеологический подход", Издательство: "Директ-Медиа", Москва, 2014 - (305 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222494>;
3. Вдовин В. М., Суркова Л. Е., Валентинов В. А.- "Теория систем и системный анализ", (3-е изд.), Издательство: "Дашков и К", Москва, 2016 - (644 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/93352>;
4. 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>;
5. 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 .;
6. Корневский, Н. А. Проектирование биотехнических систем медицинского назначения. Общие вопросы проектирования : учебник по дисциплине "Проектирование биотехнических систем 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 .;
7. Корневский, Н. А. Узлы и элементы биотехнических систем : учебник для вузов по направлению 201000 "Биотехнические системы и технологии" / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителев . – Старый Оскол : ТНТ, 2012 . – 448 с. - ISBN 978-5-94178-332-8 .;
8. Корневский, Н. А. Узлы и элементы биотехнических систем : учебник для вузов по направлению 201000 "Биотехнические системы и технологии" / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителев . – Старый Оскол : ТНТ, 2014 . – 448 с. - ISBN 978-5-94178-332-8 .;
9. Попечителев, Е. П. Системный анализ медико-биологических исследований : учебное пособие для вузов по направлению "Биотехнические системы и технологии" / Е. П. Попечителев . – Старый Оскол : ТНТ, 2014 . – 420 с. - ISBN 978-5-94178-409-7 .;
10. Технические основы биомедицинских исследований. Сборник лабораторных работ : методическое пособие по курсам "Теория биотехнических систем", "Акустические медицинские аппараты", "Измерительные преобразователи и электроды" по направлению "Радиотехника" / Б. В. Дворяшин, Т. В. Истомина, Е. В. Истомина, В. Л. Скачков , Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. М. Н. Крамм . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 48 с..

### 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. GNU Octave.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. 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
	А-402, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер

	электроники	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
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	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****Биотехнические системы медицинского назначения**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Защита лабораторной работы № 1 (Лабораторная работа)  
 КМ-2 Защита лабораторной работы № 2 (Лабораторная работа)  
 КМ-3 Защита лабораторной работы № 3 (Лабораторная работа)  
 КМ-4 Защита лабораторной работы № 4 (Лабораторная работа)  
 КМ-5 Защита реферата (Реферат)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	12	16
1	Основные понятия и принципы общей теории систем и теории биотехнических систем						
1.1	Основные понятия и принципы общей теории систем и теории биотехнических систем		+	+			+
2	Классификация биотехнических систем						
2.1	Классификация биотехнических систем						+
3	Биотехнические системы медицинского назначения						
3.1	Биотехнические системы медицинского назначения				+	+	
Вес КМ, %:			15	15	15	15	40