

**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**  
**КОНСТРУКЦИОННЫЕ И БИОМАТЕРИАЛЫ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.13
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 2;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	72 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 39,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Лабораторная работа Эссе	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Говоров В.А.
	Идентификатор	R7859ba37-GovorovVA-8052162c

В.А. Говоров

**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:** Получение представлений о современном материаловедении, позволяющее студенту определить траекторию своего дальнейшего развития. Определение взаимосвязи фундаментальной научной деятельности и разработки новых продуктов. Демонстрация применимости фундаментальных представлений из естественно-научной картины мира при разработке новых материалов..

### Задачи дисциплины

- 1. Критика практического применения фундаментальных законов термодинамики.;
- 2. Развитие представлений о симметрии объектов материального мира на примере симметрии кристаллов.;
- 3. Освоение логики исследования и анализа материалов.;
- 4. Освоение логики разработки новых конструкционных материалов.

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
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Применяет знания естественных наук и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	знать: - фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы; - основы представлений о структуре и физико-химических свойствах материалов.  уметь: - демонстрировать знания о физических и математических моделях явлений и процессов,; - применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.

## 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 2 зачетных единицы, 72 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	Применение фундаментальных основ термодинамики при разработке новых конструкционных материалов	26	3	6	6	-	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение фундаментальных основ термодинамики при разработке новых конструкционных материалов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 30-300 [2], 20-400 [4], 150-250</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Методы формования керамических изделий 2. Механизмы высокотемпературного спекания и перекристаллизации частиц при спекании. 3. Технологии 3Д печати керамических изделий 4. Физико-механические свойства огнеупорной</p>
1.1	Термодинамика сплошных сред. Представления о том, что такое работа, энергия, энтальпия, энтропия	13		3	3	-	-	-	-	-	-	7	-	
1.2	Фазовые равновесия.	13		3	3	-	-	-	-	-	-	7	-	
2	Керамические материалы	13		3	3	-	-	-	-	-	-	7	-	
2.1	Керамики на основе оксидных материалов	13		3	3	-	-	-	-	-	-	7	-	

													керамики 5. Электрофизические свойства керамических материалов, Механизмы ионной и электронной проводимости. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 100-200 [5], 30-400
3	Композитные материалы	13	3	3	-	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: 1. Технологии изготовления композитных изделий 2. Принципы формования композитных изделий <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Композитные материалы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], 15-160 [8], 10-60
3.1	Предпосылки создания композитных материалов и их принципиальные преимущества.	13	3	3	-	-	-	-	-	-	7	-	
4	Основы химии и физики дисперсных сред.	11	2	2	-	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы химии и физики дисперсных сред." <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы химии и физики дисперсных сред." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [7], 20-200 [10], 60-300
4.1	Термодинамика дисперсных сред.	11	2	2	-	-	-	-	-	-	7	-	
5	Основы физико-	8.7	2	2	-	-	-	-	-	-	4.7	-	<b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа

	механики жидких и жидкоподобных сред.												выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование: ротационный реометр
5.1	Определение вязкости, текучести, предела текучести и тиксотропии. Определение границы между твердым телом и жидкостью.	8.7	2	2	-	-	-	-	-	-	4.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы физико-механики жидких и жидкоподобных сред." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [9], 20-400
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>39.7</b>	-	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>39.7</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. Применение фундаментальных основ термодинамики при разработке новых конструкционных материалов

1.1. Термодинамика сплошных сред. Представления о том, что такое работа, энергия, энтальпия, энтропия

Фазы, фазовый состав.. Фазовые диаграммы, правила фаз Гиббса.

1.2. Фазовые равновесия.

Представления об эвтектическом и перитектическом равновесии. Монотектика, синтектика.. Разница между индивидуальными соединениями, твердыми растворами, коллоидными (неистинными) растворами. Границы растворимости.

#### 2. Керамические материалы

2.1. Керамики на основе оксидных материалов

Традиционные технологии получения керамических материалов. Технологии изготовления керамических материалов сложной формы. Представление характеристик керамических материалов.

#### 3. Композитные материалы

3.1. Предпосылки создания композитных материалов и их принципиальные преимущества.

Основные характеристики композитных материалов.. Основные технологии изготовления композитных изделий..

#### 4. Основы химии и физики дисперсных сред.

4.1. Термодинамика дисперсных сред.

Роль поверхностно активных соединений в композиции материала. Краткое описание устройства и принципов действия поверхностно активных веществ.

#### 5. Основы физико-механики жидких и жидкоподобных сред.

5.1. Определение вязкости, текучести, предела текучести и тиксотропии. Определение границы между твердым телом и жидкостью.

Определение вязкоупругости и вязкопластичности. Модели описания механики жидкоподобных сред..

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

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Электрофизические свойства диэлектриков;

2. Физика электротехнических материалов.

### **3.5 Консультации**

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Применение фундаментальных основ термодинамики при разработке новых конструкционных материалов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Керамические материалы"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Композитные материалы"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы химии и физики дисперсных сред."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы физико-механики жидких и жидкоподобных сред."

*Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Применение фундаментальных основ термодинамики при разработке новых конструкционных материалов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Керамические материалы"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Композитные материалы"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы химии и физики дисперсных сред."
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы физико-механики жидких и жидкоподобных сред."

### **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	
<b>Знать:</b>							
основы представлений о структуре и физико-химических свойствах материалов	ИД-2ОПК-1					+	Лабораторная работа/Электрофизические свойства диэлектриков
фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	ИД-2ОПК-1				+		Эссе/Основы термодинамики сплошных сред
<b>Уметь:</b>							
применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	ИД-2ОПК-1		+	+			Эссе/Технологии конструкционных материалов
демонстрировать знания о физических и математических моделях явлений и процессов,	ИД-2ОПК-1	+					Лабораторная работа/Физика электротехнических материалов Лабораторная работа/Электрофизические свойства диэлектриков

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

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

**3 семестр**

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Физика электротехнических материалов (Лабораторная работа)
2. Электрофизические свойства диэлектриков (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Основы термодинамики сплошных сред (Эссе)
2. Технологии конструкционных материалов (Эссе)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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

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

1. Ансельм, А. И. Основы статистической физики и термодинамики : Учебное пособие для физических специальностей вузов / А. И. Ансельм. – М. : Наука, 1973. – 424 с.;
2. Вест, А. Химия твердого тела. Теория и приложения. Ч.1 : пер. с англ. / А. Вест ; ред. Ю. Д. Третьяков. – М. : Мир, 1988 . – 555 с.;
3. Вест, А. Химия твердого тела. Теория и приложения. Ч.2 : пер. с англ. / А. Вест ; ред. Ю. Д. Третьяков. – М. : Мир, 1988. – 334 с.;
4. Базаров, И. П. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем : учебное пособие по специальности "Физика" / И. П. Базаров, Э. В. Геворкян, П. Н. Николаев. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 309 с.;
5. Гаршин, А. П. Композиционные материалы в машиностроении. Керамические материалы : учебное пособие [для вузов] / А. П. Гаршин, Г. П. Зайцев ; общ. ред. А. П. Гаршин. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 412 с. – ISBN 978-5-8114-9983-0.;
6. Андреева, А. В. Основы физикохимии и технологии композитов : Учебное пособие для вузов по направлению "Материаловедение, технология материалов и покрытий" по специальности "Материаловедение в машиностроении" / А. В. Андреева. – М. : Радиотехника, 2001. – 192 с. – ISBN 5-931080-08-2.;
7. Ансельм А. И.- "Основы статистической физики и термодинамики", (2-е изд.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (448 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/167726>;
8. Смердов А. А.- "Основы оптимального проектирования композитных конструкций", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2006 - (88 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=62061](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62061);

9. Виноградов, Г. В. Реология полимеров : [монография] / Г. В. Виноградов, А. Я. Малкин. – М. : Химия, 1977. – 438 с.;
10. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия : учебник для бакалавров, для вузов по специальности и направлению "Химия" / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 7-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2014. – 444 с. – (Бакалавр. Базовый курс). – ISBN 978-5-9916-2741-2..

### 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.

### 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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-320, Учебная аудитория "А"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-317, Учебная лаборатория электротехнических, радиотехнических материалов и материалов электронной техники	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование учебное, инвентарь учебный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-317, Учебная лаборатория электротехнических, радиотехнических материалов и материалов электронной техники	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование учебное, инвентарь 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, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с

		выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-302, Учебная аудитория каф. "ФТЭМК"	парта со скамьей, стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-302/1, Склад "ФТЭМК"	стол

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Конструкционные и биоматериалы

(название дисциплины)

## 3 семестр

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

КМ-1 Физика электротехнических материалов (Лабораторная работа)

КМ-2 Электрофизические свойства диэлектриков (Лабораторная работа)

КМ-3 Основы термодинамики сплошных сред (Эссе)

КМ-4 Технологии конструкционных материалов (Эссе)

**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	16
1	Применение фундаментальных основ термодинамики при разработке новых конструкционных материалов					
1.1	Термодинамика сплошных сред. Представления о том, что такое работа, энергия, энтальпия, энтропия		+	+		
1.2	Фазовые равновесия.		+	+		
2	Керамические материалы					
2.1	Керамики на основе оксидных материалов					+
3	Композитные материалы					
3.1	Предпосылки создания композитных материалов и их принципиальные преимущества.					+
4	Основы химии и физики дисперсных сред.					
4.1	Термодинамика дисперсных сред.				+	
5	Основы физико-механики жидких и жидкоподобных сред.					
5.1	Определение вязкости, текучести, предела текучести и тиксотропии. Определение границы между твердым телом и жидкостью.			+		
Вес КМ, %:			25	25	25	25