

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

---

Направление подготовки/специальность: 15.04.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.13</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 6;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>216 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 129,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>3 семестр - 20 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>3 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,4 часа;</b>
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>3 семестр - 0,4 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цой В.Э.
	Идентификатор	Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4

В.Э. Цой

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

Е.В. Позняк

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883c

И.В. Меркурьев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Цель освоения дисциплины - изучение основ физики прочности, необходимых в профессиональной деятельности по выбранному профилю.

### Задачи дисциплины

- Познакомить обучающихся с основами физики прочности.;
- Научить обоснованно применять полученные знания к прикладным задачам статики и динамики.;
- Познакомить обучающихся с основными подходами, используемыми в науке о прочности 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-10 Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	ИД-1 <sub>ОПК-10</sub> Способен разработать физико-механические модели механики сплошной среды с позиций физики прочности	знать: - Основные положения и методы физики прочности, механические свойства материалов.;- Структуру и механизмы деформации твердых тел; основные положения механики дислокаций.;- Структуру, морфологию и основные физические свойства полимерных материалов..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры (далее – ОПОП), направления подготовки 15.04.03 Прикладная механика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 6 зачетных единиц, 216 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	Структура и механизмы деформации тел. Механика дислокаций	26	3	6	-	7	-	-	-	-	-	13	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Тестирование: Основы физики прочности Тест_1 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 1-42
1.1	Структура и механизмы деформации тел. Механика дислокаций	26		6	-	7	-	-	-	-	-	13	-	
2	Теоретические подходы к описанию прочности полимерных материалов	29		6	-	7	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Контрольная работа №1. Типы дислокаций <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 3-21
2.1	Теоретические подходы к описанию прочности полимерных материалов	29		6	-	7	-	-	-	-	-	16	-	
3	Структура и морфология полимерных материалов	29.7		8	-	6	-	-	-	-	-	15.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Тестирование: Основы физики прочности Тест_2 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 15-55
3.1	Структура и морфология полимерных материалов	29.7		8	-	6	-	-	-	-	-	15.7	-	
4	Основные физические свойства полимерных	29		8	-	8	-	-	-	-	-	13	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Контрольная работа №2. Масса и

	материалов												взаимодействие дислокаций
4.1	Основные физические свойства полимерных материалов	29	8	-	8	-	-	-	-	-	13	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 21-29
5	Текущая и пластическая деформация полимерных материалов	26	4	-	4	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Контрольная работа №3. Текущая и пластическая деформация полимеров <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 29-45
5.1	Текущая и пластическая деформация полимерных материалов	26	4	-	4	-	-	-	-	-	18	-	
	Экзамен	35.9	-	-	-	-	2	-	-	0.4	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	40.4	-	-	-	16	-	4	-	0.4	20	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>95.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>129.2</b>		

**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. Структура и механизмы деформации тел. Механика дислокаций

##### 1.1. Структура и механизмы деформации тел. Механика дислокаций

1.1 Механические свойства материалов: механизмы пластического деформирования, деформирование монокристаллов, особенности деформирования поликристаллов, ползучесть, классификация видов ползучести 1.2. Теория дефектов кристаллического строения: точечные дефекты в кристаллах, дислокации и их классификация, поверхностные дефекты кристаллического строения, дислокации в реальных кристаллических структурах. 2.1. Геометрия дислокаций. Движение дислокаций. Движение дислокаций в кристалле. Поле напряжений вокруг дислокации. 2.2. Энергия упругой деформации, линейное натяжение, и масса дислокаций. Сила, действующая на дислокацию. 2.3. Критическое напряжение необходимое для движения дислокации. Дислокационные реакции. Размножение дислокаций. Границы кручения и наклона. Сцепление дислокаций. 2.4. Виды пластической деформации, отличные от скольжения. 2.5. Образование и подвижность точечных дефектов в решетке. Роль термической активации в пластической деформации..

#### 2. Теоретические подходы к описанию прочности полимерных материалов

##### 2.1. Теоретические подходы к описанию прочности полимерных материалов

3.1 Основные подходы, используемые в науке о прочности материалов. Теория дислокаций и другие атомистические подходы. 3.2. Подход с позиций структуры материала. Подход с позиций механики сплошных сред. Феноменологический подход, включающий математические исследования. 3.3. Термодинамический и статистико-механический подход Вероятностно-статистический подход. Подход, учитывающий влияние окружающей среды. 3.4. Методы испытаний. Расчетные методы. Основные факторы, влияющие на механическое поведение и прочность полимерных материалов. Расчет прочности. Анализ причин разрушения полимерных материалов.

#### 3. Структура и морфология полимерных материалов

##### 3.1. Структура и морфология полимерных материалов

4.1. Структура полимерных материалов. Молекулярная структура. Поперечные связи и разветвленность. 4.2. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение. Кристаллизация. Ориентация. 4.3. Структура и морфология кристаллических полимерных материалов. Монокристаллы и дефекты кристаллической решетки. 4.5. Сферолитная структура. Ориентированные кристаллические структуры. Волокнистая структура. Структура и морфология аморфных полимеров..

#### 4. Основные физические свойства полимерных материалов

##### 4.1. Основные физические свойства полимерных материалов

5.1. Упругость. Энергетическая и энтропийная составляющие упругости. 5.2. Модуль упругости кристаллических полимеров. Модуль упругости стеклообразных аморфных полимеров. Модуль упругости изотропных твердых кристаллов. Модуль упругости ориентированных твердых полимеров. 5.3. Высокомодульные волокна. Тепловые свойства. Температура плавления. Температура стеклования. 5.3. Вторичные релаксационные переходы. Поверхностные свойства, адсорбция и диффузия. Поверхностная энергия. Адсорбция. Диффузия. Набухание и растворение..

#### 5. Текучесть и пластическая деформация полимерных материалов

5.1. Текучесть и пластическая деформация полимерных материалов

6.1. Феноменологическая теория текучести. Предел текучести при растяжении и сжатии. Деформационное размягчение и деформационное упрочнение. 6.2. Влияние температуры и скорости деформирования на текучесть. 6.3. Механические критерии текучести. Неоднородная текучесть. Неоднородная текучесть при растяжении. Неоднородная текучесть при сжатии..

### 6. Курсовой проект (работа)

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

1. Текучесть и пластическая деформация полимерных материалов и т.д.;
2. Вероятностно-статистический подход.;
3. Термодинамический и статистико-механический подход.;
4. Феноменологический подход, включающий математические исследования.;
5. Подход с позиций механики сплошных сред.;
6. Подход с позиций структуры материала.;
7. Механика дислокаций.;
8. Структура и механизмы деформации твердых тел..

#### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

#### **3.5 Консультации**

#### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ** **3 Семестр**

Курсовая работа (КР)

##### **График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 10	11 - 13	14	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	2	3	5	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	20	20	20	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	40	60	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Постановка задачи и выбор расчётной схемы
2	Численно-аналитическое решение задачи
3	Анализ полученных результатов
4	Оценка достоверности полученных результатов
5	Рекомендации по практическому внедрению результатов

### 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>							
Структуру, морфологию и основные физические свойства полимерных материалов.	ИД-1 <sub>ОПК-10</sub>		+	+			Контрольная работа/Контрольная работа №1. Типы дислокаций
Структуру и механизмы деформации твердых тел; основные положения механики дислокаций.	ИД-1 <sub>ОПК-10</sub>	+			+	+	Контрольная работа/Контрольная работа №2. Масса и взаимодействие дислокаций Контрольная работа/Контрольная работа №3. Текучесть и пластическая деформация полимеров Тестирование/Основы физики прочности, Тест 2
Основные положения и методы физики прочности, механические свойства материалов.	ИД-1 <sub>ОПК-10</sub>			+			Тестирование/Основы физики прочности, Тест 1

## **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: Письменная работа

1. Контрольная работа №1. Типы дислокаций (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2. Масса и взаимодействие дислокаций (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3. Текучесть и пластическая деформация полимеров (Контрольная работа)
4. Основы физики прочности, Тест 1 (Тестирование)
5. Основы физики прочности, Тест 2 (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

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

Экзамен (Семестр №3)

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

Курсовая работа (КР) (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. Мурзаханов, Г. Х. Методы оценки конструкционной прочности трубопроводов : учебное пособие по курсам "Конструкционная прочность", "Динамика и прочность машин" по направлениям "Прикладная механика" и "Энергомашиностроение" / Г. Х. Мурзаханов, В. Н. Щугорев ; Ред. В. П. Чирков ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 72 с. - ISBN 978-5-383-00410-4 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=1467>;

2. Мурзаханов, Г. Х. Экспериментальная механика: Сборник лабораторных работ : Методическое пособие по курсам "Прикладная механика", "Экспериментальная механика" по направлению "Прикладная механика" / Г. Х. Мурзаханов, В. Н. Щугорев, В. Н. Комарова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 49 с.;

3. А. Г. Горшков, Э. И. Старовойтов, Д. В. Тарлаковский- "Теория упругости и пластичности", Издательство: "Физматлит", Москва, 2002 - (417 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76683>.

### **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).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-112, Лаборатория вычислительной механики	стол, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-112, Лаборатория вычислительной механики	стол, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-112, Лаборатория вычислительной механики	стол, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	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	Б-110/1, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-06а, Учебная лаборатория	стеллаж для хранения книг

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Основы физики прочности**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Основы физики прочности, Тест 1 (Тестирование)  
 КМ-2 Контрольная работа №1. Типы дислокаций (Контрольная работа)  
 КМ-3 Основы физики прочности, Тест 2 (Тестирование)  
 КМ-4 Контрольная работа №2. Масса и взаимодействие дислокаций (Контрольная работа)  
 КМ-5 Контрольная работа №3. Текучесть и пластическая деформация полимеров (Контрольная работа)

**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	13	14
1	Структура и механизмы деформации тел. Механика дислокаций						
1.1	Структура и механизмы деформации тел. Механика дислокаций				+	+	+
2	Теоретические подходы к описанию прочности полимерных материалов						
2.1	Теоретические подходы к описанию прочности полимерных материалов			+			
3	Структура и морфология полимерных материалов						
3.1	Структура и морфология полимерных материалов		+	+			
4	Основные физические свойства полимерных материалов						
4.1	Основные физические свойства полимерных материалов				+	+	+
5	Текучесть и пластическая деформация полимерных материалов						
5.1	Текучесть и пластическая деформация полимерных материалов				+	+	+
6	Курсовой проект (работа)						
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20

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

**Основы физики прочности**

(название дисциплины)

**3 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Структура и механизмы деформации тел. Механика дислокаций
- КМ-2 Теоретические подходы к описанию прочности полимерных материалов
- КМ-3 Структура и морфология полимерных материалов
- КМ-4 Основные физические свойства полимерных материалов
- КМ-5 Текучесть и пластическая деформация полимерных материалов

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	13	14
1	Постановка задачи и выбор расчётной схемы		+				
2	Численно-аналитическое решение задачи			+	+		
3	Анализ полученных результатов					+	
4	Оценка достоверности полученных результатов						
5	Рекомендации по практическому внедрению результатов						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20