

**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**  
**МЕХАНИКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	3 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 93,5 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> Тестирование Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	3 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щугорев А.В.
	Идентификатор	Rd634188c-ShchugorevAV-95366a

А.В. Щугорев

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

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

В.Э. Цой

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	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:** Целью дисциплины является изучение основных положений механики композиционных материалов, необходимых в профессиональной деятельности по выбранному профилю..

### Задачи дисциплины

- Освоение основных конструкционных и технологических свойств композиционных материалов.;
- Изучение методов и моделей механики композиционных материалов к прикладным задачам статики и динамики.;
- Освоение методов численного решения задач механики композиционных материалов, реализованными в современных математических программных комплексах..

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 Готов участвовать в научных и расчетно-экспериментальных исследованиях объектов профессиональной деятельности с целью обеспечения их прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, безопасности и надежности	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Способен решать сложные инженерные задачи, применяя теории механики разрушения, композиционных материалов, пластичности, ползучести, физики прочности, учитывать физически- и геометрически-нелинейное деформирование	знать: - Терминологию механики композиционных материалов, типы, строение и физико-механические свойства композиционных материалов, основы теории упругости анизотропных и слоистых сред.;	- Математическую постановку и решение задачи об изгибе пластин и балок из композиционных материалов.;	- Основы механики разрушения композитов..	уметь: - Проводить анализ напряженно-деформированного состояния и рассчитывать на прочность элементы конструкций из композиционных материалов, в том числе с применением метода конечных элементов..

## 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 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	Введение в механику композиционных материалов	16	3	2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 43-108 [3], 1-44	
1.1	Введение в механику композиционных материалов	16		2	-	4	-	-	-	-	-	10	-		
2	Механика композитов	38		6	-	10	-	-	-	-	-	22	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 9-61 [2], 8-38
2.1	Механика композитов	38		6	-	10	-	-	-	-	-	22	-		
3	Расчет композитов методом конечных элементов	28		4	-	10	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 112-209	
3.1	Расчет композитов методом конечных элементов	28		4	-	10	-	-	-	-	-	14	-		
4	Механика разрушения композитов	26		4	-	8	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 285-348	
4.1	Механика разрушения композитов	26		4	-	8	-	-	-	-	-	14	-		
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>60</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>93.5</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. Введение в механику композиционных материалов

##### 1.1. Введение в механику композиционных материалов

Появление композиционных материалов. Определение композиционного материала. Типы композитов. Композиты, армированные волокном. Композиты с дисперсными частицами..

#### 2. Механика композитов

##### 2.1. Механика композитов

Композит как механическая система. Строение композитов. Правило смесей. Теория ячеек. Теория ортотропных материалов. Композиты, армированные дискретными волокнами. Оценка значений для верхней и нижней границ модуля упругости энергетическим методом. Механика слоистых пластин. Характеристики слоистых пластин. Определение и классификация композитов. Поведение композитных материалов. Приложения. Теория упругости анизотропных и слоистых сред. Температурные и гидротермические воздействия. Слои композитных материалов. Пластины и панели из композитных материалов. Уравнения равновесия пластины. Изгиб пластин из композитных материалов. Граничные условия для пластины. Решение Навье для пластин из композитных материалов. Решение Навье для равномерно нагруженной шарнирно опертой пластины. Решение Леви для пластин из композитных материалов. Решение задачи изгиба композитной пластины со срединной плоскостью симметрии. Анализ изгиба композитной пластины с учетом изгибно-крутильных эффектов методом возмущения. Балки, стойки и стержни из композитных материалов. Основы теории. Некоторые простые решения задач для балок из композитных материалов. Изгиб слоистых балок - уточненная теория. Осевое нагружение шарнирно опертых балок. Задачи на собственные значения для композитных балок..

#### 3. Расчет композитов методом конечных элементов

##### 3.1. Расчет композитов методом конечных элементов

Метод конечных элементов. Принцип виртуальных работ. Матрица жесткостей элементов. Функция перемещений и матрица деформаций. Матрица напряжений-деформаций. Матрица жесткостей. Примеры использования метода конечных элементов. Микроподход. Макроподход. Расчет слоистых пластин..

#### 4. Механика разрушения композитов

##### 4.1. Механика разрушения композитов

Линейная и нелинейная механика разрушения. Коэффициент интенсивности разрушения, удельная работа разрушения. Контурный интеграл. Испытания на трещиностойкость. Испытания на трехточечный изгиб..

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

1. Конструкционные и технологические свойства композитов.;
2. Оценка значений для верхней и нижней границ модуля упругости композитов энергетическим методом;
3. Механика слоистых пластин;
4. Изгиб пластин из композитных материалов. Анализ изгиба композитной пластины с учетом изгибно-крутильных эффектов методом возмущения.;
5. Задачи на собственные значения для пластин из композитных материалов:

собственные колебания и упругая устойчивость.;

6. 6. Некоторые простые решения задач для балок из композитных материалов.;

7. 7. Механика разрушения композитов..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **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	
<b>Знать:</b>						
Основы механики разрушения композитов.	ИД-3ПК-1		+			Контрольная работа/КМ-2 Контрольная работа «Свойства армирующих элементов и матрицы»
Математическую постановку и решение задачи об изгибе пластин и балок из композиционных материалов.	ИД-3ПК-1	+				Тестирование/КМ-1 Тест 1 «Механика композиционных материалов»
Терминологию механики композиционных материалов, типы, строение и физико-механические свойства композиционных материалов, основы теории упругости анизотропных и слоистых сред.	ИД-3ПК-1			+		Контрольная работа/КМ-3 Контрольная работа «Применение правила смесей к композитам». Тестирование/КМ-3 Тест 2 «Механика композиционных материалов».
<b>Уметь:</b>						
Проводить анализ напряженно-деформированного состояния и рассчитывать на прочность элементы конструкций из композиционных материалов, в том числе с применением метода конечных элементов.	ИД-3ПК-1				+	Контрольная работа/КМ-4 Контрольная работа «Расчет элементов конструкций из композиционных материалов».



## **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. КМ-1 Тест 1 «Механика композиционных материалов» (Тестирование)
2. КМ-2 Контрольная работа «Свойства армирующих элементов и матрицы» (Контрольная работа)
3. КМ-3 Контрольная работа «Применение правила смесей к композитам». (Контрольная работа)
4. КМ-3 Тест 2 «Механика композиционных материалов». (Тестирование)
5. КМ-4 Контрольная работа «Расчет элементов конструкций из композиционных материалов». (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (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. Болотин, В. В. Механика многослойных конструкций / В. В. Болотин, Ю. Н. Новичков. – М. : Машиностроение, 1980. – 375 с.;
2. Васильев, В. В. Механика конструкций из композиционных материалов / В. В. Васильев. – М. : Машиностроение, 1988. – 268 с. – (Б-ка расчетчика).;
3. Степанова Л. В. - "Математические методы механики разрушения", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2009 - (336 с.)  
[https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59534](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59534).

### **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. 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. 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	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-303, Лекционная аудитория	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

### Механика композиционных материалов

(название дисциплины)

#### 3 семестр

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

- КМ-1 КМ-1 Тест 1 «Механика композиционных материалов» (Тестирование)  
 КМ-2 КМ-2 Контрольная работа «Свойства армирующих элементов и матрицы» (Контрольная работа)  
 КМ-3 КМ-3 Тест 2 «Механика композиционных материалов». (Тестирование)  
 КМ-4 КМ-3 Контрольная работа «Применение правила смесей к композитам». (Контрольная работа)  
 КМ-5 КМ-4 Контрольная работа «Расчет элементов конструкций из композиционных материалов». (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	12	12	16
1	Введение в механику композиционных материалов						
1.1	Введение в механику композиционных материалов		+				
2	Механика композитов						
2.1	Механика композитов			+			
3	Расчет композитов методом конечных элементов						
3.1	Расчет композитов методом конечных элементов				+	+	
4	Механика разрушения композитов						
4.1	Механика разрушения композитов						+
Вес КМ, %:			20	20	17,5	17,5	25