

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

---

Направление подготовки/специальность: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Наименование образовательной программы: Мехатроника и робототехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ МКЭ В ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТАХ**

<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>Б4.Ч.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 2;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>72 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</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>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 39,7 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>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2024**

**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	Адамов Б.И.
	Идентификатор	R2db20bbf-AdamovBI-4e0d2620

Б.И. Адамов

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:** Изучение основ метода конечных элементов в инженерном проектировании и анализе

### Задачи дисциплины

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-11 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	ИД-бопк-11 Способен производить расчет элементов конструкции мехатронных и робототехнических устройств по заданным характеристикам прочности и жесткости	знать: - основы метода конечных элементов; - принципы разработки цифровых моделей конструкций с применением МКЭ.  уметь: - создавать цифровые модели конструкций в САЕ Fidesys; - проводить прочностной анализ в САЕ Fidesys.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Мехатроника и робототехника (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы теоретической механики
- знать Основы высшей математики
- знать Основы инженерной графики

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	Основы МКЭ. Знакомство с САЕ Fidesys	16	3	-	-	8	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Знакомство с САЕ Fidesys" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 81-85
1.1	Основные этапы метода конечных элементов.	4		-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Знакомство с САЕ Fidesys	12		-	-	6	-	-	-	-	-	6	-	
2	Создание геометрических и конечно-элементных моделей	27		-	-	12	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Создание геометрических и конечноэлементных моделей" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Создание геометрических и конечноэлементных моделей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Создание геометрических и конечноэлементных моделей" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 91-98, 146-157, 195-199
2.1	Создание геометрических и конечно-элементных моделей	27		-	-	12	-	-	-	-	-	15	-	
3	Расчеты на прочность	28.7		-	-	12	-	-	-	-	-	-	16.7	-
3.1	Расчеты на прочность	28.7	-	-	12	-	-	-	-	-	-	16.7	-	

														<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчеты на прочность" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчеты на прочность"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 71-81, 90-91, 143-146, 194-195</p>
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-		
	Всего за семестр	72.0	-	-	32	-	-	-	-	0.3	39.7	-		
	Итого за семестр	72.0	-	-	32	-	-	-	-	0.3	39.7	-		

**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. Основы МКЭ. Знакомство с CAE Fidesys

##### 1.1. Основные этапы метода конечных элементов.

Дискретизация конструкции на конечные элементы. Выбор основных неизвестных. Аппроксимация искомого решения. Основная система разрешающих уравнений МКЭ. Учет граничных условий.

##### 1.2. Знакомство с CAE Fidesys

Возможности CAE Fidesys. Интерфейс CAE Fidesys. Препроцессор CAE Fidesys. Постпроцессор CAE Fidesys.

#### 2. Создание геометрических и конечно-элементных моделей

##### 2.1. Создание геометрических и конечно-элементных моделей

Возможности импорта геометрических моделей. Создание объемов, поверхностей и кривых. Построение конечно-элементной модели.

#### 3. Расчеты на прочность

##### 3.1. Расчеты на прочность

Расчеты на прочность при растяжении (сжатии). Расчеты на прочность при кручении. Расчеты на прочность при изгибе. Расчеты на прочность при сложном нагружении.

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

1. Прочностные расчеты;
2. Создание геометрических и конечно-элементных моделей;
3. Основы МКЭ. Знакомство с CAE Fidesys.

### **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	
<b>Знать:</b>					
принципы разработки цифровых моделей конструкций с применением МКЭ	ИД-6ОПК-11		+		Контрольная работа/Моделирование в CAE Fidesys
основы метода конечных элементов	ИД-6ОПК-11	+			Тестирование/1. Основы МКЭ
<b>Уметь:</b>					
проводить прочностной анализ в CAE Fidesys	ИД-6ОПК-11			+	Контрольная работа/Расчеты на прочность
создавать цифровые модели конструкций в CAE Fidesys	ИД-6ОПК-11		+		Контрольная работа/Моделирование в CAE Fidesys

#### **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: Билеты (письменный опрос)

1. Основы МКЭ (Тестирование)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Моделирование в САЕ Fidesys (Контрольная работа)
2. Расчеты на прочность (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Зачет (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. Мишенков Г. В., Самогин Ю. Н., Чирков В. П.- "Метод конечных элементов в курсе сопротивления материалов", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2015 - (472 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71992](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71992).

##### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Ansys / САЕ Fidesys;
5. 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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

#### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Тип помещения	Номер аудитории,	Оснащение
---------------	------------------	-----------



	<b>наименование</b>	
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	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 лабораторных занятий	Б-112, Лаборатория вычислительной механики	стол, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-412, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	Б-113, Лаборатория "Кафедральная вычислительная лаборатория"	стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
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 МКЭ в прочностных расчетах

(название дисциплины)

#### 3 семестр

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

КМ-1 1. Основы МКЭ (Тестирование)

КМ-2 Моделирование в САЕ Fidesys (Контрольная работа)

КМ-3 Расчеты на прочность (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	3	7	15
1	Основы МКЭ. Знакомство с САЕ Fidesys				
1.1	Основные этапы метода конечных элементов.		+		
1.2	Знакомство с САЕ Fidesys		+		
2	Создание геометрических и конечно-элементных моделей				
2.1	Создание геометрических и конечно-элементных моделей			+	
3	Расчеты на прочность				
3.1	Расчеты на прочность				+
Вес КМ, %:			20	40	40