

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

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б4.Ч.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	не предусмотрено учебным планом
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 39,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

В.Э. Цой

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Адамов Б.И.
	Идентификатор	R2db20bbf-AdamovBI-4e0d2620

(подпись)

Б.И. Адамов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

И.В. Меркурьев

(расшифровка подписи)

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 расчёт элементов конструкции мехатронных и робототехнических устройств по заданным характеристикам прочности и жёсткости	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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Знакомство с САЕ Fidesys" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Создание геометрических и конечноэлементных моделей" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Создание геометрических и конечноэлементных моделей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Создание геометрических и конечноэлементных моделей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Расчеты на прочность" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчеты на прочность"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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. Основы МКЭ. Знакомство с CAE Fidesys;
2. Создание геометрических и конечно-элементных моделей;
3. Прочностные расчеты.

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	
Знать:					
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
Уметь:					
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.

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. Майнд Видеоконференции.

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
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
---------------	------------------	-----------

	наименование	
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, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	Б-113, Лаборатория "Кафедральная вычислительная лаборатория"	стол, стул, шкаф, 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