МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина



Метод конечных элементов

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Механики и приборостроения имени Я.И.Рудаева**

Учебный план Напрвление 15.03.03 - РФ, 650500 - КР Прикладная механика
Профиль "Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг"

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

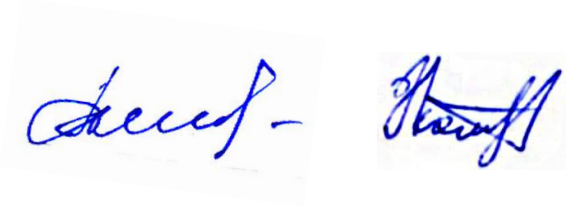
Часов по учебному плану 216
в том числе:
аудиторные занятия 80
самостоятельная работа 97,9
35,7

Виды контроля в семестрах:
зачет 7
экзамен 8
курсовая работа 8

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**7 (4.1)**		**8 (4.2)**		Итого	
Недель	18		11			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16	32	32
Практические	32	32	16	16	48	48
Контактная работа в период теоретического обучения	0,1	0,1	2	2	2,1	2,1
Контактная работа в период экзаменационной сессии			0,3	0,3	0,3	0,3
В том числе инт.	2	2	2	2	4	4
В том числе в форме практ.подготовки	2	2	2	2	4	4
Итого ауд.	48	48	32	32	80	80
Контактная работа	48,1	48,1	34,3	34,3	82,4	82,4
Сам. работа	59,9	59,9	38	38	97,9	97,9
Часы на контроль			35,7	35,7	35,7	35,7
Итого	108	108	108	108	216	216

Программу составил(и):
к.т.н, доцент Джаманкулов А.К., к.ф.-м.н. ,доцент Комарцов Н.М.



Рецензент(ы):
д.ф.-м.н. ,профессор Рычков Б.А.



Рабочая программа дисциплины

Метод конечных элементов

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 729)

составлена на основании учебного плана:

Напрвление 15.03.03 - РФ, 650500 - КР Прикладная механика
Профиль "Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг"

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Протокол от 28,08. 2022 г. № 1
Срок действия программы:2022-2027 уч.г.
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Джаманкулов А.К.



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
22 сентября 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

Протокол от 28 августа 2025 г. № 1
Зав. кафедрой

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
__ _____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Протокол от __ _____ 2026 г. № 1
Зав. кафедрой

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
__ _____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Протокол от __ _____ 2027 г. № __
Зав. кафедрой

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
__ _____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Протокол от __ _____ 2028 г. № __
Зав. кафедрой

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Данная дисциплина предназначена для ознакомления студентов с теорией метода конечных элементов. ,повышение основ знаний, умений и навыков по проектированию и современным методам расчета деталей, сборок и механизмов на прочность, жесткость, устойчивость и колебания при действии статических и динамических нагрузок. приобретение студентами методики построения физических и математических моделей рассчитываемых конструкций освоение практических навыков работы с современными программами CAD+CAE, используя метод конечных элементов (МКЭ). изучение специфики обработки информации в среде прикладных программ; изучение особенностей оформления технологической документации с использованием информационных технологий;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Линейная алгебра
2.1.2	Математический анализ
2.1.3	Физика
2.1.4	Теоретическая механика
2.1.5	Сопротивление материалов
2.1.6	Теория упругости
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Теория функций комплексной переменной
2.2.2	Построение систем дифференциальных уравнений для описания динамических процессов в технических системах;
2.2.3	Аналитическая механика
2.2.4	Детали машин и основы конструирования
2.2.5	Материаловедение
2.2.6	Строительная механика машин
2.2.7	Теория упругости
2.2.8	Уравнения математической физики
2.2.9	Операционные системы
2.2.10	Основы теории пластичности и ползучести
2.2.11	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.2.12	Численные методы в прикладной механике
2.2.13	Метрология, стандартизация и сертификация
2.2.14	Планирование эксперимента и методы обработки данных
2.2.15	Термодинамика и теплопередачи
2.2.16	Технология машиностроения
2.2.17	Экспериментальная механика деформируемого твердого тела
2.2.18	Компьютерный инжиниринг
2.2.19	Основы механики жидкости и газов
2.2.20	Патентоведение
2.2.21	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.22	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
2.2.23	Преддипломная практика
2.2.24	Экономика и организация производством

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
Знать:

Уровень 1	Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение
Уметь:	
Уровень 1	Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности
Владеть	
Уровень 1	Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений, вырабатывает стратегию действий

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	линейной алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений, теории функций комплексной переменной;основные понятия статистической физики, кинетической теории, механики и электродинамики сплошных сред; применения аппарата математического анализа для решения задач оптимизации, построения систем дифференциальных уравнений для описания динамических процессов в технических системах;государственные стандарты правил выполнения электрических схем; параметры и характеристики различных электронных устройств; методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования
3.2	**Уметь:**
3.2.1	выполнять матричные вычисления, решать дифференциальные уравнения, выполнять преобразования выражений с комплексными числами; умения: строить статистические и кинетические модели; проводить анализ и разработку структурных и принципиальных схем современных электронных устройств; составлять схемы замещения различных электронных устройств .
3.3	**Владеть:**
3.3.1	применения аппарата математического анализа для решения задач оптимизации, построения систем дифференциальных уравнений для описания динамических процессов в технических системах;владеть навыками кинетического, статистического и гидродинамического описания физико-химических процессов; владение навыками работы с электронными измерительными приборами; владение методиками расчета и экспериментального определения параметров электронных устройств, синтезом логических схем.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Статика. Произвольная система сил.							
1.1	Тема 1. Метод конечных элементов. Основные понятия	4	4		Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	2		Лекция-консультация
1.2	Тема 2. Матрицы жёсткости конечных элементов	4	2		Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.3	Тема 3. Решение прикладных задач:	4	4		Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.4	Тема 4. Осесимметричные задачи теории поля	4	2		Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	2		Мозговой штурм

1.5	Тема 5. Механика деформируемого твердого тела	4	4		Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.6	Тема 6. Элементы высокого порядка	4	4		Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	4		Лекция-консультация
1.7	Основные методы дискретизации сплошной среды на конечные элементы.	4	4		Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.8	Приложение метода конечных элементов для решения двумерных задач.	4	4		Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.9	Техника метода конечных элементов от вариационной постановки до решения больших систем линейных алгебраических уравнений ленточного типа.	4	4		Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.2Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для подготовки к зачету во 7-м семестре
1) Общая характеристика метода конечных элементов.
2) Сравнение методов решения ДУ в частных производных.
3) Основные этапы метода конечных элементов.
4) Дискретизация области.
5) Типы конечных элементов: одномерные, двумерные и трехмерные элементы; симплекс-, комплекс-, мультиплексные конечные элементы.
6) Разбиение области на элементы. Нумерация узлов.
7) Линейные интерполяционные полиномы.
8) Глобальная и местная системы координат.
9) Интерполяционные полиномы для дискретизованной области.
10) Что такое матрица жесткости?
11) Каков физический смысл ее элементов применительно к задаче теории упругости?
12) Как меняется этот физический смысл при переходе к задаче теплопроводности?
13) Что такое матрица нагрузок?
14) Какой она имеет размер?
15) Чем отличаются глобальная и локальная матрицы жесткости?
16) Какие подходы к формированию матриц жесткости?
17) Что такое прямой метод?
18) Что собой представляет процедура включения локальных матриц в глобальную?

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для подготовки к зачету во 8-м семестре

1) Механика композиционных материалов и конструкций, механика интеллектуальных материалов

2) Динамика деформируемого твёрдого тела. Теория волновых процессов в средах различной структуры.

3) Устойчивость процессов деформирования.

4) Прочность при сложных режимах нагружения. Теория накопления повреждений. Механика разрушения твёрдых тел.

5) Экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях.

6) Конечные элементы дискретных систем. Общие процедуры формирования и решения уравнений МКЭ.

7) Одномерные пруженные системы. Матрица жесткости пружины. Методика составления уравнений МКЭ.

8) Общие процедуры формирования систем линейных алгебраических уравнений МКЭ. Описание процедур. Сопоставление глобальной нумерации объектов конечноэлементной аппроксимации с локальной.

9) Декартовы и естественные координаты. Преимущества

10) Колебания механических систем. Составление уравнений движения с использованием принципов МКЭ. Учет демпфирующих элементов. Расчет напряженнодеформированного состояния дискретных систем с учетом: пруженных, демпфирующих элементов, а также сосредоточенных масс.

11) Стационарные тепловые потоки через стенки. МКЭ для решения задачи теплопроводности. Одномерный случай. Матрица тепловых потоков в типовом теплопередающем элементе. Составление разрешающих СЛАУ МКЭ. Учет конвективного теплообмена.

12) Стационарное течение жидкости через сеть трубопроводов. Одномерный случай. Матрица гидравлического

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Расчетная работа 1 «Статический и динамический расчет пластины МКЭ».

5.3. Фонд оценочных средств

РПР 1. Определение координат одномерного стержня.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Расчетно-практические работы

Тестовые задания

Контрольные работы

Экзаменационные билеты

Олимпиады

Выполняя какое-либо задание, студент зарабатывает определенное количество баллов, в зависимости от типа задания и от правильности его выполнения. Такие задания являются контрольными точками, по которым преподаватель оценивает рейтинг учащихся.

Виды контрольных точек и начисление баллов за него:

1. Выполнение упражнений – 20 баллов.
2. Типовые задания – 15 баллов.
3. Одна практическая работа – 3 балла.
4. Контрольная работа по содержанию темы – 3 балла.
5. Устный ответ – 3 балла.
6. Решение задач по теме – 3 балла.
7. Участие в олимпиаде – 5 баллов.
8. Позитивная активность на занятиях – 5 баллов.
9. Промежуточный итоговый контроль (зачет) – 20 баллов.

Штрафные баллы:

1. Отклонение от графика и несвоевременная сдача работы – минус 10 баллов.
2. Отказ от устного ответа, пропуски занятий и опоздания (без уважительной причины) – минус 5 баллов.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
6.1. Рекомендуемая литература			
6.1.1. Основная литература			
	Авторы,	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Димитриенко, Ю. И.	Метод конечных элементов для решения локальных задач механики	Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 66 с.
Л1.2	Сидоров, В. Н.	Расчётные методы в статике сооружений. Примеры расчётов методом конечных элементов в среде Mathcad : учебное пособие.	Издательство АСВ, 2018. - 232 с. - ISBN 978-5-4323-0264-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302649.html (ЭБС «Консультант студента»)
Л1.3	Галанин, М. П.	Методы численного анализа математических моделей	МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 591 с. - ISBN 978-5-7038-4796-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703847961.html (ЭБС «Консультант студента»)
Л1.4	Персова, М. Г.	Методы конечноэлементного анализа	НГТУ, 2014. - 204 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ngtu_0004.html (ЭБС «Консультант студента»)
Л1.5	Котович, А. В.	Решение задач теории упругости методом конечных элементов : учебное пособие	МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - 106 с. - ISBN 978-5-7038-3567-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703835678.html (ЭБС «Консультант студента»)
6.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы,	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Тухфатуллин, Б. А.др.	Смешанная форма метода конечных элементов для расчёта плоских стержневых систем : учебное пособие	Томск : Том. гос. архит. -строит. ун-та, 2020. - 104 с. - ISBN 978-5-93057-949-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930579499.html (ЭБС «Консультант студента»)
Л2.2	Котович, А. В.	Решение задач теплопроводности методом конечных элементов : метод. указания к решению задач по курсу "Сеточные методы"пособие	МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 84 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0011.html (ЭБС «Консультант студента»)
Л2.3	Савельева, И. Ю.	Математическое моделирование процессов теплопроводности методом конечных элементов : учебное пособие	Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703849323.html (ЭБС «Консультант студента»)
6.1.3. Интернет ресурсы			
	Авторы,	Заглавие	Издательство, год
Л3.1		Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями.	Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru