

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные численные методы в научных исследованиях»

Дисциплина «Современные численные методы в научных исследованиях» является частью программы магистратуры «Аэродинамика, гидродинамика и процессы теплообмена двигателей летательных аппаратов» по направлению «24.04.05 Двигатели летательных аппаратов».

### Цели и задачи дисциплины

Цель – ознакомление с численными методами, используемыми в современных вычислительных программах для моделирования рабочих процессов в ракетных двигателях. Задачи дисциплины: – изучение основ метода конечных элементов и его использование для исследования процессов в ракетных двигателях; – получение навыков моделирования рабочих процессов в ракетных двигателях с использованием метода конечных элементов..

### Изучаемые объекты дисциплины

– метод конечных элементов..

### Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	36	
- лабораторные работы (ЛР)	32	32	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
4-й семестр				
Метод конечных элементов в задачах теории упругости	10	10	0	32
<p>Тема 2. Математические модели решения задач теории упругости.  Одномерная модель. Плоское напряженное состояние. Плоское деформированное состояние. Обобщенная плоская деформация. Осесимметричные модели. Трехмерное напряженно-деформированное состояние (НДС).</p> <p>Тема 3. Применение МКЭ для модели плоского напряженного состояния.  Запись основных соотношений теории упругости для конечного элемента в матричной форме. Вычисление производных функций формы. Матрица Якоби. Математическая постановка МКЭ. Основные этапы решения задачи МКЭ.</p> <p>Тема 4. Вариационный принцип Геррманна.  Функция среднего напряжения. Связь напряжений и деформаций с функцией среднего напряжения. Вывод основного соотношения вариационного принципа Геррманна.</p> <p>Тема 5. Численная реализация МКЭ.  Построение конечно-элементной модели конструкции. Формирование матрицы конечного элемента. Применение численного интегрирования при определении матрицы элементов. Формирование глобальной матрицы системы уравнений МКЭ. Организация хранения глобальной матрицы системы уравнений МКЭ. Учет граничных условий при решении систем уравнений МКЭ.  Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Вычисление деформаций и напряжений.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы метода конечных элементов.	4	0	0	4
Введение. История развития метода конечных элементов (МКЭ). Основные концепции МКЭ. Сравнение характеристик МКЭ и метода конечных разностей. Тема 1. Конечные элементы. Дискретизация области исследования (одномерные и двумерные элементы). Одномерный симплекс-элемент. Получение функций формы. Свойства функций формы. Естественные координаты. Вывод функций формы для линейного и квадратичного одномерного элементов. Треугольный конечный элемент. L-координаты треугольного элемента. Вывод функций формы для линейного и квадратичного треугольных элементов. Четырехугольные конечные элементы. Трехмерные конечные элементы.				
Метод конечных элементов в задачах динамики	8	8	0	32
Тема 6. Проведение модального анализа. Уравнение свободных колебаний в матричной форме. Решение собственной задачи. Матрица масс конечного элемента. Получение матрицы масс для одномерного и треугольного симплекс-элементов. Определение собственных частот и собственных форм колебаний конструкции. Тема 7. Проведение гармонического анализа. Вынужденные колебания. Учет вязкоупругих свойств материалов. Метод соответствия. Тема 8. Расчет динамического НДС при действии нагрузки произвольного вида. Методы прямого интегрирования (метод центральных разностей).				
Метод конечных элементов в задачах акустики	14	14	0	40
Тема 9. Вывод уравнений для элементов с помощью метода Галеркина. Метод Галеркина. Одномерные уравнения теории поля. Использование метода Галеркина для решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения. Тема 10. Метод конечных элементов для уравнений с частными производными. Двумерные уравнения теории поля. Решение				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>краевых задач с помощью метода конечных элементов. Использование метода Галеркина для решения системы дифференциальных уравнений первого порядка.</p> <p>Тема 11. Использование метода Галеркина для решения конвективного волнового уравнения. Одномерные уравнения теории поля на примере уравнения Гельмгольца. Аппроксимация решения. Вывод разрешающих уравнений МКЭ.</p> <p>Использование метода Галеркина для решения двумерного конвективного волнового уравнения. Аппроксимация решения. Вывод разрешающих уравнений МКЭ.</p>				
ИТОГО по 4-му семестру	36	32	0	108
ИТОГО по дисциплине	36	32	0	108