

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерное моделирование процессов в ракетных двигателях»

Дисциплина «Компьютерное моделирование процессов в ракетных двигателях» является частью программы специалитета «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива (СУОС)» по направлению «24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

### Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – изучение основных методов проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчетов ракетных двигателей твердого топлива и их элементов с использованием аналитических и численных методов применением современных программных средств..

### Изучаемые объекты дисциплины

Процессы в ракетных двигателях твердого топлива и их элементах при действии газодинамических, тепловых и конструкционных нагрузок.

### Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах				
		Номер семестра				
		9	10			
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	108	54	54			
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:						
- лекции (Л)				28	14	14
- лабораторные работы (ЛР)				72	36	36
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)						
- контроль самостоятельной работы (КСР)				8	4	4
- контрольная работа						
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	180	90	90			
2. Промежуточная аттестация						
Экзамен						
Дифференцированный зачет	9		9			
Зачет	9	9				
Курсовой проект (КП)						
Курсовая работа (КР)						
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>288</b>	<b>144</b>	<b>144</b>			

### 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
9-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Статический прочностной анализ ракетного двигателя твердого топлива	3	6	0	20
Требования к топливному заряду. Нагрузки действующие на ракетный двигатель. Особенности физико-механических свойств твердых ракетных топлив. Критерии прочности твердого ракетного топлива. Расчетные зоны заряда. Расчет напряжений в заряде. Особенности решения задачи определения напряженно-деформированного заряда в Ansys.				
Основы работы в ANSYS Workbench	2	4	0	10
Графический интерфейс Workbench. Работа с проектом в Workbench. Подготовка геометрических моделей. Создание плоских и объемных моделей. Управление материалами и их свойствами. Генерация конечно-элементной сетки. Основные формы и типы конечных элементов. Порядок разбиения сетки и настройки сеточного генератора. Рекомендации построения сеток для различных задач. Виды нагрузок и граничных условий. Настройка решателя.				
Использование пакета конечно-элементного анализа ANSYS для решения основных задач строительной механики	2	4	0	20
Назначение комплектация и основные возможности пакета. Основные этапы решения задачи в ANSYS. Место конечно-элементного анализа при проектировании. Основные понятия метода конечных элементов. Интерполяция искомой функции с помощью функции формы. Основные уравнения МКЭ. Граничные и начальные условия. Решение уравнений МКЭ. Анализ результатов решения. Реализация МКЭ в пакете ANSYS.				
Динамическое состояние ракетного двигателя	2	5	0	15
Понятие динамического анализа. Особенности динамического нагружения заряда. Динамическое состояние заряда ракетного двигателя в упругой постановке при воздействии радиальной нагрузки. Гармонический анализ. Модальный анализ. Анализ переходных процессов. Особенности определения собственной частоты радиальных колебаний заряда в Ansys с				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
помощью гармонического и модального анализа.				
Решение задач строительной механики в ANSYS Workbench	2	12	0	10
Расчет прочности стержней и балок. Решение прочностных задач в двумерной постановке. Расчет пластин и оболочек. Динамический анализ (гармонический анализ, модальный анализ, анализ переходных процессов). Температурный анализ. Проведение расчетов на устойчивость. Связанные задачи.				
Термо-НДС заряда твердого ракетного топлива	3	5	0	15
Температурные нагрузки при хранении РДТТ. Равновесная температура ТРТ. Определение напряженно-деформированного состояния ракетного двигателя при хранении. Особенности решения задачи термо-НДС РДТТ в Ansys.				
ИТОГО по 9-му семестру	14	36	0	90
10-й семестр				
Решение основных уравнений вычислительной газовой динамики в ANSYS CFX	3	6	0	25
Основные уравнения применяемые для расчета течения жидкости и газов. Уравнения Навье-Стокса, неразрывности, энергии и основные методы их численного решения. Особенности метода конечных объемов в ANSYS CFX. Турбулентные и ламинарные течения. Математические модели, применяемые для расчета турбулентных течений жидкости и газов. Модели турбулентности применение и рекомендации. Осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса и RANS модели турбулентности. Вихреразрешающее моделирование.				
Особенности решения задач вычислительной газовой динамики в ANSYS CFX	3	12	0	20
Стационарный и нестационарный типы анализа. Обтекание и внешнее течение. Расчеты в пограничном слое и свободном течении. Задачи с теплопереносом. Задачи с подвижными стенками. Ротор-статор взаимодействие. Течение со свободной поверхностью. Связанные задачи.				

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 работы в ANSYS CFX	3	6	0	15
Обзор интерфейса ANSYS CFX. Поддерживаемые форматы сеток. Определение свойств материалов. Домены жидкости, пористых материалов и твердых тел. Многокомпонентные и многофазные потоки. Моделирование потоков с учетом сжимаемости. Граничные условия и начальные условия. Рекомендации использования граничных условий. Настройки решателя. Критерии сходимости решения уравнений. Невязки, дисбалансы и контрольные точки. Запуск расчета. Типы распараллеливания. Обработка результатов решения.				
Постпроцессинг. Расчет интегральных характеристик, графическая визуализация расчетных данных	2	6	0	15
Методы отображения и анализа результатов применительно к задачам вычислительной газовой динамики. Создание дополнительных функций. Создание дополнительных точек, линий и сечений в расчетной области. Определение интегральных характеристик. Анимация. Адаптация сетки. Критерии для адаптации.				
Основы решения задач вычислительной газовой динамики в ANSYS CFX	3	6	0	15
Назначение комплектация и основные возможности пакета. Типы задач вычислительной газовой динамики. Основные этапы решения задачи в ANSYS CFX. Препроцессор, решатель и постпроцессор. Определение целей задач и области моделирования. Сравнение результатов численного моделирования с экспериментальными результатами.				
ИТОГО по 10-му семестру	14	36	0	90
ИТОГО по дисциплине	28	72	0	180