

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическое моделирование наземных газотурбинных установок»

Дисциплина «Математическое моделирование наземных газотурбинных установок» является частью программы специалитета «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок (СУОС)» по направлению «24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – формирование знания технологии разработки математической модели наземного газотурбинного двигателя. В процессе изучения данной дисциплины студент должен:

- Получить опыт использования знаний теоретических основ рабочих процессов в авиационных двигателях и энергетических установках и методов их моделирования с применением современных компьютерных технологий;
- Получить опыт проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов газотурбинных двигателей и энергетических установок.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование знаний теоретических основ рабочих процессов в авиационных двигателях и энергетических установках; методики и этапность проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов процессов в авиационных двигателях и энергетических установках.
- формирование умения пользоваться современными вычислительными пакетами для моделирования рабочих процессов в авиационных двигателях и энергетических установках и их агрегатах; проводить газодинамические, тепловые и прочностные расчёты авиационных двигателей и энергетических установок и их элементов с использованием аналитических и численных методов исследования.
- формирование навыков постановки и решения расчётно-теоретических и экспериментальных исследовательских задач; анализа и обобщения результатов моделирования при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при проектировании авиационных двигателей и энергетических установок; проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов авиационных двигателей и энергетических установок и их элементов с использованием аналитических и численных методов исследования с применением современных программных средств и анализа полученных результатов для принятия технических решений..

Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения учебной дисциплины являются следующие объекты: – математическая модель наземного газотурбинного двигателя как термодинамической системы; – рабочие процессы в наземных газотурбинных двигателях; – задачи численного моделирования процессов в наземных газотурбинных двигателях; – параметрическая диагностика наземного газотурбинного двигателя..

Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	23	23	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

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
Математические модели физических процессов и технология их применения при создании двигателей	4	0	4	10
<p>Введение. Предмет и цель изучения курса «математическое моделирование наземных газотурбинных установок». Газотурбинный двигатель как объект проектирования. Главная задача термогазодинамического проектирования—определение его выходных характеристик на стационарных и нестационарных режимах при любом сочетании погодных условий.</p> <p>Тема 1. Общие сведения о математическом моделировании.</p> <p>Понятие математической модели объекта. Основные задачи, решаемые с помощью математического моделирования. Виды моделей и их классификация по уровню описания физических процессов. Комбинации моделей разного уровня. Фокусирование. Модели, работающие в реальном масштабе времени.</p> <p>Тема 2. Определение облика двигателя с помощью модели установки.</p> <p>Основные положения методологии оптимального проектирования. Критерии оптимизации и требования, ограничивающие задачу оптимизации. Условия определения облика двигателя. Математическая модель наземной газотурбинной установки. Область эксплуатации двигателя. Определение потребных мощностей двигателя. Данные для проектирования двигателя. Ожидаемые условия эксплуатации.</p> <p>Тема 3. Критерии оптимизации наземного газотурбинного двигателя.</p> <p>Экономический критерий: стоимость жизненного цикла. Технические критерии: экономичность и КПД двигателя, удельный расход топлива (максимальная полезная работа). Оптимальное соотношение параметров цикла, оптимизация КПД и мощности между силовой турбиной и турбиной компрессора.</p>				
Методика построения математической модели двигателя	9	0	11	24
Тема 4. Блок-схема математической модели ГТД.				

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>Разбиение ГТД как системы на подсистемы (блоки) и составление системы уравнений связей между блоками.</p> <p>Тема 5. Понятие расходной характеристики узла.</p> <p>Расходная характеристика как замыкающий (граничный) элемент системы. Типовые расходные характеристики компрессора, турбины, ВУ.</p> <p>Тема 6. Критерии подобия режимов работы ГТД.</p> <p>Практический смысл применения критериев подобия для математических моделей узлов двигателя и двигателя в целом. Формирование критериев подобия. Геометрическое, кинематическое и гидродинамическое подобие режимов работы.</p> <p>Тема 7. Физические основы построения математической модели камеры сгорания. Закон Гесса. Теплотворная способность топлива. Теоретически необходимое количество окислителя и коэффициент избытка воздуха. Условия устойчивого горения.</p> <p>Тема 8. Основы механизмов формирования эмиссии вредных веществ.</p> <p>Механизм генерации вредных веществ. Традиционная технология организации горения. Нормирование эмиссии окислов азота. Основные пути развития малоэмиссионных камер сгорания.</p> <p>Тема 9. Математическая модель системы управления двигателем.</p> <p>Принципиальная схема системы управления. ПИД-регулятор. Дополнительные функции системы управления, многоконтурность.</p> <p>Тема 10. Особенности моделирования процессов в смесителе и определение гидравлических потерь по тракту двигателя. Функция и смысл применения смесителя в двухконтурном двигателе. Особенности математической модели смесителя и ее применение.</p>				
Математическое моделирование стационарных, нестационарных и автоколебательных процессов в ГТД	6	0	8	12
Тема 11. Общая постановка задачи моделирования.				

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>Формирование граничных и начальных условий. Исходные данные. Система дифференциальных уравнений математической модели. Рекуррентные соотношения. Условия окончания процесса моделирования (интегрирования системы уравнений): асимптотическое и периодическое решения. Тема 12. Особенности моделирования автоколебательных процессов в компрессоре и камере сгорания.</p> <p>Причины автоколебательности системы: краевые условия с энергетической подпиткой, наличие нелинейного элемента в системе (невозможность стационарного решения) и обратной связи. Упрощенные модели срыва горения в камере сгорания и помпажа в компрессоре.</p>				
<p>Применение математической модели ГТД в задачах диагностики технического состояния двигателей</p>	4	0	4	8
<p>Тема 13. Задача диагностики технического состояния объекта</p> <p>Измеряемые и неизмеряемые параметры. Представление измеряемых параметров объекта в виде разложения функции в ряд Тэйлора в окрестности режима по неизмеряемым параметрам. Решение системы линейных уравнений относительно неизмеряемых параметров. Пример решения задачи.</p>				
ИТОГО по 9-му семестру	23	0	27	54
ИТОГО по дисциплине	23	0	27	54