

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическое моделирование авиационных двигателей»

Дисциплина «Математическое моделирование авиационных двигателей» является частью программы магистратуры «Проектирование и конструкция двигателей и энергетических установок летательных аппаратов» по направлению «24.04.05 Двигатели летательных аппаратов».

Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины : Формирование знания технологии разработки математической модели авиационного двигателя в процессе обучения. В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие профессиональные и профильно-специализированные компетенции: - способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности; - способность проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций; - способность проводить диагностику режимов работы авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок летательных аппаратов. Задачи дисциплины: - изучение основ методологии разработки математических моделей сложных технических систем на примере авиационного двигателя; - формирование умения разрабатывать математические модели различного уровня применительно к процессам в авиационных двигателях; - формирование умения разрабатывать вычислительные алгоритмы решения задач математического моделирования авиационных двигателей; - формирование навыков выбора уровня математической модели для решения конкретной задачи..

Изучаемые объекты дисциплины

– математическая модель авиационного двигателя как термодинамической системы; – авиационные двигатели и рабочие процессы авиационных двигателей; – задачи численного моделирования процессов в авиационных двигателях; – параметрическая диагностика авиационного двигателя..

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: | 36 | 36 | |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 14 | 14 | |
| - лабораторные работы (ЛР) | 18 | 18 | |
| - 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) | 72 | 72 | |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | | | |
| Дифференцированный зачет | | | |
| Зачет | 9 | 9 | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 | 108 | |

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 | | | | |
| Применение математической модели ГТД в задачах диагностики технического состояния двигателей. | 2 | 0 | 0 | 6 |
| Тема 13. Задача диагностики технического состояния объекта 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. | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Математическое моделирование стационарных, нестационарных и автоколебательных процессов в ГТД. | 2 | 4 | 0 | 18 |
| Тема 11. Общая постановка задачи моделирования. 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. 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. | | | | |
| Математические модели физических процессов и технология их применения при создании двигателей | 4 | 0 | 0 | 12 |
| Введение. Предмет и цель изучения курса «математическое моделирование авиационных двигателей». Газотурбинный двигатель как объект проектирования. Главная задача термогазодинамического проектирования—определение его выходных характеристик на стационарных и нестационарных режимах при любом сочетании полетных и погодных условий. Тема 1. Общие сведения о математическом моделировании. 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. Тема 2. Определение облика двигателя с помощью модели самолета. Основные положения методологии | | | | |

| 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>оптимального проектирования. Критерии оптимизации и требования, ограничивающие задачу оптимизации. Условия определения облика двигателя. Математическая модель самолета, или поляра. Область полетов самолета (эксплуатации двигателя). Определение потребных тяг двигателя. Данные для проектирования двигателя. Ожидаемые условия эксплуатации.</p> <p>Тема 3. Критерии оптимизации авиационного двигателя.</p> <p>Экономический критерий: стоимость жизненного цикла. Технические критерии: экономичность и КПД двигателя, дальность полета самолета (максимальная транспортная работа). Оптимальное соотношение скорости истечения и скорости полета, оптимизация КПД и степени двухконтурности.</p> | | | | |
| <p>Методика построения математической модели двигателя.</p> | 6 | 14 | 0 | 36 |
| <p>Тема 4. Блок-схема математической модели ГТД.</p> <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, сопла.</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> | | | | |

| 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>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. 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> | | | | |
| ИТОГО по 4-му семестру | 14 | 18 | 0 | 72 |
| ИТОГО по дисциплине | 14 | 18 | 0 | 72 |