

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Авиационной теплотехники и теплоэнергетики
название кафедры

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы в задачах теплообмена»
название дисциплины

Направление подготовки (специальность)
24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
(шифр и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность подготовки (профиль)
Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
(наименование направленности/ профиля)

Квалификация выпускника
бакалавр
(наименование квалификации)

Форма обучения
очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

УФА 2016

год

Исполнитель: доцент А.Н. Гришин
Должность *Фамилия И. О.*

Заведующий кафедрой: Ф.Г. Бакиров
Фамилия И.О.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численные методы в задачах теплообмена» является дисциплиной *вариативной* части.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 24.03.05 *Двигатели летательных аппаратов*, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «09» февраля 2016г. № 93.

Целью освоения дисциплины является: изучение постановок задач тепломассообмена, соответствующих методов численного решения дифференциальных уравнений и анализа полученного решения.

Задачи:

1. Изучить основные свойства дифференциальных уравнений в частных производных 2-го порядка, используемых для описания процессов тепломассообмена и движения жидкости и газа.
2. Изучить постановки задач для уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов.
3. Изучить формулировки краевых условий для соответствующих типов уравнений.
4. Изучить методы конечных разностей.
5. Изучить методы взвешенных невязок.
6. Изучить методы конечных элементов.
- 7 Изучить способы построения сеток в конечно-разностных и конечно-элементных методах.

Примечание: цели и задачи освоения дисциплины копируются из рабочей программы учебной дисциплины

Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	способность творчески применять основные законы естественнонауч-	ОК-10	основные источники информации по численным методам	пользоваться литературой по численным методам расчета	навыком изучения литературы по численным методам

	ных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования		расчета теплогидродинамических процессов	теплогидродинамических процессов, а также анализировать полученную информацию	расчета теплогидродинамических процессов, а также анализа полученной информации.
2	способность применять прикладные программные средства при решении практических задач	ОК-13	постановки задач для одномерных и двумерных дифференциальных уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов	ставить задачи расчета теплопроводности в двумерных областях различной конфигурации	навыком проведения на компьютере численного эксперимента по изучению теплогидродинамических процессов
3	способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-1	основные методы построения сеток конечно-разностных и конечно-элементных схем	выполнять численное моделирование методом конечных элементов в двумерных областях различной конфигурации	навыком выполнения расчетов температурных полей методом конечных элементов и их анализа в двумерных областях различной конфигурации

Содержание разделов дисциплины

(пример заполнения)

№	Наименование и содержание разделов
1	Введение. Цели и задачи курса. Вычислительный эксперимент и его роль в

	современных науке и технике. Постановка вычислительного эксперимента.
2	<p>Элементы теории дифференциальных уравнений в частных производных 2-го порядка.</p> <p>Понятие о характеристиках дифуравнения в частных производных (ДУЧП) 2-го порядка. Метод характеристик. Классификация ДУЧП 2-го порядка. Постановка задач для уравнений гиперболического типа. Постановка задач для уравнений параболического типа. Постановка задач для уравнений эллиптического типа. Понятие о корректности краевой задачи.</p>
3	<p>Математические модели в задачах теплообмена.</p> <p>Дифференциальные уравнения, используемые для описания процессов теплообмена. Форма записи дифуравнений в виде обобщенного закона сохранения произвольной переменной. Форма записи дифуравнений в компактном векторном виде. Дивергентная форма записи уравнений в частных производных. Начальные и граничные условия в задачах теплообмена. Начальные условия. Граничные условия на твердых стенках, на линии симметрии расчетной области, на входной и выходной границах, условия периодического типа. Особенность вычислительных граничных условий.</p>
4	<p>Методы конечных разностей. Общие вопросы.</p> <p>Сущность метода конечных разностей (МКР). Погрешность аппроксимации ДУЧП. Явная и неявная разностные схемы. Понятие согласованности разностных схем. Понятие устойчивости разностных схем. Понятие сходимости разностных схем. Теорема Лакса (без доказательства). Точность решения. Вычислительная эффективность. Некоторые методы построения разностных схем – разложение функций в ряд Тэйлора, схемы предиктор-корректор. Исследование устойчивости разностных схем. Метод Неймана. Условие устойчивости Куранта-Фридрихса-Леви (КФЛ). Дифференциальные приближения разностных схем. Неявная (схемная) искусственная вязкость и дисперсия разностных схем. Определение диссипации и дисперсии разностных схем. Определение численной диффузии при помощи дифференциальных приближений разностных схем. Понятие абсолютной устойчивости разностных схем. Сеточное число Рейнольдса.</p>
5	<p>Методы конечных разностей для решения уравнений теплообмена.</p> <p>Разностные схемы для решения одномерного уравнения теплопроводности – комбинированная разностная схема и ее частные случаи. Трудности, возникающие при применении обычных «одномерных» методов к решению многомерных уравнений теплопроводности. Неявные методы переменных направлений для решения двумерных и трехмерных уравнений теплопроводности. Методы дробных шагов или методы расщепления для решения уравнения теплопроводности. Метод установления. Конечно-разностные схемы для решения уравнений Лапласа и Пуассона. Методы решения систем алгебраических уравнений – прямые и итерационные. Метод прогонки. Метод Гаусса-Зейделя. Метод последовательной верхней релаксации. Метод последовательной верхней релаксации по строкам.</p>
6	<p>Метод взвешенных невязок.</p> <p>Приближенное решение. Базисные функции. Сущность метода взвешенных невязок. Частные случаи метода взвешенных невязок – метод подобластей,</p>

	метод коллокаций, метод наименьших квадратов, метод Галёркина, обобщенный метод Галёркина. Граничный, внутренний и смешанный методы. Трудности реализации традиционного метода Галёркина.
7	Методы конечных элементов. Аппроксимация решений дифуравнений и использование базисных функций. Выполнение краевых условий с помощью базисных функций. Одновременная аппроксимация решений дифуравнений и краевых условий. Метод конечных элементов (МКЭ). Понятие конечного элемента. Аппроксимация функций с помощью МКЭ. Глобальные и локальные базисные функции. Аппроксимация решений дифуравнений и требования гладкости. Слабая формулировка и метод Галёркина. Процесс ансамблирования. Приведенные матрицы. Обобщение конечно-элементных алгоритмов на двумерные и трехмерные задачи. Решение стационарной задачи теплопроводности в многосвязной расчетной области с помощью МКЭ. Использование в МКЭ вариационного принципа.
8	Методы построения сеток. Построение сеток в методах конечных разностей. Построение сеток на основе метода ТФКП. Построение сеток на основе алгебраических уравнений. Построение сеток на основе дифференциальных уравнений. Построение сеток в методах конечных элементов. Метод суперэлементов. Метод адаптивной генерации сетки. Метод последовательного подразбиения сетки. Метод сокращения области.

Подробное содержание дисциплины, структура учебных занятий, трудоемкость изучения дисциплины, входные и исходящие компетенции, уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенций, учебно-методическое, информационное, материально-техническое обеспечение учебного процесса изложены в рабочей программе дисциплины.