

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт (факультет) **Институт авиации, наземного транспорта и энергетики**
(наименование института, в состав которого входит кафедра, ведущая дисциплину)

Кафедра **Реактивных двигателей и энергетических установок**
(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины

«Численное моделирование (CFD)»

Регистрационный номер **1130.2.32/с**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.02.01**

Направление подготовки: **24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов»**

Квалификация: **магистр**

Магистерская программа: "**Ракетные двигатели на твердом топливе**"

Виды профессиональной деятельности: **научно-исследовательская, проектно-конструкторская**

Разработчик: доцент С.И. Харчук

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины

Основной целью изучения дисциплины является получение будущими магистрами необходимых сведений о содержании и особенностях современных численных методов, применяемых для решения задач газовой динамики и теплообмена.

1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами дисциплины являются:

- ознакомление с общими свойствами численных методов;
- изучение метода конечных разностей и конечных объемов для дифференциальных уравнений в частных производных;
- ознакомление с современными подходами к решению задач турбулентного течения;
- расширение, углубление и закрепление теоретических знаний и сочетание теории с практикой достигается при выполнении практических занятий в учебных аудиториях кафедры, а также в период подготовки магистерской диссертации.

1.3 Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «**Численное моделирование (CFD)**» входит в состав Вариативного модуля Блока 1.

1.4 Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины

В ходе освоения дисциплины «**Численное моделирование (CFD)**» должны быть реализованы следующие компетенции:

ОК-2 – способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности

ОК- 6 – способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности

ПК-4 способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности

РАЗДЕЛ 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1 Структура дисциплины, ее трудоемкость

Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/ интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
<i>Раздел 1 Теоретические основы численных методов</i>							<i>ФОС ТК-1тесты</i>
Тема 1.1 Характеристика основных универсальных численных методов на примере решения алгебраического неявного уравнения и интегрирования	6		1/1	1/1	4	ОК-6.3	Текущий контроль
Тема 1.2 Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений	6		1/1	1/1	4	ОК-2.3, ОК-2.У	Текущий контроль
Тема 1.3 Конечноразностное представление уравнения теплопроводности. Метод Монте-Карло	8		1/1	1/1	6	ПК-4.3	Текущий контроль
Тема 1.4 Типы уравнений в частных производных на примере основного уравнения газовой динамики	10		1/1	1/1	8	ОК-6.3	Текущий контроль
Тема 1.5 Особенности численного решения параболических и гиперболических дифференциальных уравнений. Дивергентная форма уравнений (на примере уравнения движения Эйлера).	14		1/1	1/1	12	ПК-4.В	Отчет о выполнении самостоятельной работы
Тема 1.6 Метод конечных разностей. Выбор сетки. Аппроксимация дифференциальных соотношений. Погрешность аппроксимации. Явные и неявные схемы. Метод прогонки. Метод установления	16		2/2	2/2	12	ОК-6.3, ОК-6.В	Текущий контроль
<i>Раздел 2. Моделирование турбулентных течений</i>							<i>ФОС ТК-2тесты</i>
Тема 2.1 Подходы к решению задач турбулентного течения жидкости	8		1/1	1/1	6	ОК-2.У, ОК-2.В	Выполнение расчетных заданий
Тема 2.2 Уравнения движения жидкости в напряжениях, уравнения Навье–Стокса. Уравнения Рейнольдса	12		1/1	1/1	10	ПК-4.3	Текущий контроль
Тема 2.3 Турбулентные напряжения. Турбулентная вязкость. Модели турбулентности	14		1/1	1/1	10	ПК-4.У	Текущий контроль

Тема 2.4 Прямое моделирование. Моделирование крупных вихрей	14		2/2	2/2	12	ОК-6.3, ОК-6.У	Отчет о выполнении самостоятельной работы.
Экзамен	36						<i>ФОС ПА- комплексное задание</i>
ИТОГО:	144/ 24		12/ 12	12/ 12	84		

РАЗДЕЛ 4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИ ПЛИНЫ

3.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

3.1.1 Основная литература

1. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/65043> — Загл. с экрана.

2. Амосов, А.А. Вычислительные методы. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/42190> — Загл. с экрана.

3.1.2 Дополнительная литература

1. Шевцов, Г.С. Численные методы линейной алгебры. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 496 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1800> — Загл. с экрана.

2. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2010. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/378> — Загл. с экрана.

3. Гарбарук А.В. Моделирование турбулентности в расчетах сложных течений. [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Гарбарук, М.Х. Стрелец, М.Л. Шур – СПб: Изд-во Политехн. ун- та, 2012. – 88 с. – Режим доступа: https://cfd.spbstu.ru/agarbaruk/lecture/dyn_of_visc_fluid_and_turb (дата обращения 02.09.17 г.)

4.

3.2 Информационное обеспечение дисциплины

3.2.1 Основное информационное обеспечение

В разработке

3.2.2 Дополнительное справочное обеспечение

1. Волков, Е.А. Численные методы. [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/54> — Загл. с экрана.

2. Основы численных методов: Учебное пособие / С.Л. Миньков , Л.Л. Миньков. - Томск: Изд-во НТЛ, 2006. - 260 с.

3. Численные методы в примерах и задачах: Учебное пособие для вузов / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. - 2-е изд., стереотип. - М.: Высшая школа, 2006. - 480 с.
4. Волков, К.Н. Моделирование крупных вихрей в расчетах турбулентных течений. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2008. — 368 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/49083> — Загл. с экрана.
5. Моделирование турбулентных течений: Учебное пособие / И.А. Белов, С.А. Исаев, Балт. гос. техн. ун-т. СПб., 2001. 108 с.
6. Патанкар С.В. Численное решение задач теплопроводности и конвективного теплообмена при течении в каналах / Пер. с англ. Е.В. Калабина; Под ред. Г.Г. Янькова. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 312 с.
7. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей: В 2-х томах: Т.1: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 504 с., ил.
8. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей: В 2-х томах: Т.2: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 552 с., ил.

3.3 Кадровое обеспечение

3.3.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области методов вычислений в механике жидкости и газа и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области методов вычислений в механике жидкости и газа и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

3.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению методов вычислений в механике жидкости и газа, выполненных в течение трех последних лет.

3.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); практический опыт работы в области методов вычислений в механике жидкости и газа на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное повышение квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующей области вычислительной гидродинамики, либо в области педагогики.

5.2 Лист ознакомления

№ п/п	ФИО	Должность	Дата	Подпись