

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитико-численные методы для задач гидродинамики

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

01.04.02 Прикладная математика и информатика

(указываются код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

магистратура «Математические модели в междисциплинарных исследованиях»

(наименование образовательной программы в соответствии с направленностью (профилем))

1. Цели и задачи дисциплины:

Сформировать представление о современной газо- и гидродинамике, методах аналитического и численного решения задач динамики жидкости и газа, развить математическую культуру студента, продемонстрировать связь аналитико-численных методов решения задач механики жидкости с другими областями математики. Привить навыки анализа свойств газо- и гидродинамических систем уравнений и построения эффективных алгоритмов для динамических задач. Реализация указанной цели включает последовательное изложение теоретического материала на лекциях, отработку приемов решения задач на практических занятиях; промежуточный и итоговый контроль выявляют степень усвоения полученных навыков.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина по выбору студента Б.1 В ДВ.

Необходимы знания по математическому анализу, функциональному анализу, обыкновенным дифференциальным уравнениям, дифференциальным уравнениям в частных производных.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общепрофессиональные компетенции			
1	ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	Высокопроизводительные вычислительные процессы в задачах матем. физики, Нелинейные задачи матем. физики	Междисциплинарный экзамен

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия механики жидкости и газа, свойства систем уравнений газо- и гидродинамики, оптимизации и линейного программирования, численного дифференцирования и интегрирования, решения ОДУ, краевых задач, методы численного решения уравнений в частных производных, основные определения и теоремы численного анализа.

Уметь:

- численно решать системы уравнений газо- и гидродинамики, доказывать аппроксимацию, устойчивость и сходимости численных методов, проводить численное интегрирование и дифференцирование, оценивать погрешность полученного результата. Программировать вычисления поставленных расчетных задач на языке высокого уровня C++.

Владеть:

- аналитико-численными методами решения задач механики жидкости и газа, технологией анализа свойств вычислительных алгоритмов для реализации дискретных моделей динамики жидкости и газа, методикой построения и реализации на компьютере эффективных алгоритмов для уравнений в частных производных.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Модули, семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	48				48
В том числе:					
Лекции	16				16
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)	32				32
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа (всего)					132
В том числе:					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					96
Вид промежуточной аттестации (экзамен)					36
Общая трудоемкость	час				180
	зач. ед.				

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Курс состоит из 9 разделов.

Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Введение	Практическая актуальность аналитико-численные методов для задач гидродинамики. Физические особенности среды. Сжимаемость. Скорость звука. Нелинейные волны. Применение в технике.
Уравнения баланса	Уравнение сохранения массы. Уравнение баланса для многокомпонентной химически реагирующей смеси. Уравнение сохранения импульса. Уравнение энергии. Энтропия. Уравнение производства энтропии.

	Гипотеза об уравнении состояния. Вывод уравнения сохранения энтропии. Силы и потоки.
Совершенный газ	Однородный невязкий газ. Совершенный газ с постоянными теплоемкостями. Закон распределения энергии.
Одномерные нестационарные течения газа	Характеристики. Инварианты Римана. Простая волна.
Задача о поршне	Применение решений типа простой волны к анализу нестационарных течений совершенного газа. Задача о поршне, выдвигающемся из трубы, заполненной газом.
Волны сжатия и разрежения	Центрированная волна разрежения. Течение в области, граничащей с областью постоянного течения. Опрокидывание простой волны сжатия.
Характеристики уравнений одномерных нестационарных течений.	Характеристики уравнений одномерных нестационарных течений. Предельный переход к равновесному течению.
Теория ударных волн	Соотношения на сильном разрыве. Стационарный прямой скачок уплотнения. Адиабата Гюгонио. Слабые и сильные ударные волны. Ударные волны в совершенном газе с постоянными теплоемкостями.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий:

№ раздела	Лекц.	Лаб. зан.	Сем.	СРС	Всего час.
1.	2		4	22	28
2.	2		4	22	28
3.	2		4	22	28
4.	4		8	22	34
5.	2		4	22	28
6.	4		8	22	34

6. Лабораторный практикум не запланирован

7. Практические занятия (семинары):

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудовая емкость (час.)
1.	Введение	Введение	2
2.	Уравнения баланса	Уравнение сохранения массы. Уравнение баланса для многокомпонентной химически реагирующей смеси. Уравнение сохранения импульса. Уравнение энергии. Энтропия. Уравнение производства энтропии. Гипотеза об уравнении состояния. Вывод уравнения сохранения энтропии. Силы и потоки.	15

3.	Теория ударных волн	Применение решений типа простой волны к анализу нестационарных течений совершенного газа. Задача о поршне, выдвигающемся из трубы, заполненной газом. Соотношения на сильном разрыве. Стационарный прямой скачок уплотнения. Адиабата Гюгонио.	15
----	---------------------	--	----

8. Примерная тематика курсовых проектов (работ):

курсовые работы не запланированы.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1978. 736с.
2. Годунов С. К. и др. Численное решение многомерных задач газовой динамики / С. К. Годунов, А. В. Забродин, М. Я. Иванов и др. М.: Наука, 1976.

б) дополнительная литература:

3. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. М.:Наука,1976.
4. Пирумов У.Г. Численные методы. М., все годы изданий.
5. Формалев В.Ф., Ревизников Д.Л. - Численные методы М.: Физматлит, 2004
6. Toro E. F. Riemann solvers and numerical methods for fluid dynamics: a practical introduction. Berlin: Springer-Verlag, 2009.
7. Рождественский Б. Л., Яненко Н. Н. Системы квазилинейных уравнений и их приложения к газовой динамике. М.: Наука, 1978.
8. Куликовский А. Г. и др. Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений / М.: Физматлит, 2001.
9. Темам Р. Уравнения Навье — Стокса. Теория и численный анализ. — 2-е изд. — М.: Мир, 1981. — 408 с.
10. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Гидродинамика. — Издание 4-е, стереотипное. — М.: Наука, 1988. — 736 с. — («Теоретическая физика», том VI).
11. Кутепов А. М., Стерман Л. С., Стюшин Н. Г. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании. — 3-е изд., испр. — М.: Высшая школа, 1986. — 448 с.

Вся литература есть в библиотеке РУДН и в электронном виде на кафедре.

Программное обеспечение – Windows, Microsoft Office, Maple, TeX, WinEdt.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы – Yandex, Google, MathNet.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционная аудитория и аудитории для практических занятий в учебном корпусе РУДН, ул. Орджоникидзе, 3

Ноутбук– 1 шт, мультимедийный проектор – 1 шт, экран – 1шт.

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Соответствие систем оценок (используемых ранее оценок итоговой академической успеваемости, оценок ECTS и балльно-рейтинговой системы (БРС) оценок текущей успеваемости) (В соответствии с Приказом Ректора №996 от 27.12.2006 г.):

Баллы БРС	Традиционны е	Баллы для перевода оценок	Оценки	Оценки ECTS
-----------	---------------	---------------------------	--------	-------------

	оценки в РФ			
86 – 100	5	95 - 100	5+	A
		86 - 94	5	B
69 – 85	4	69 - 85	4	C
51 – 68	3	61 - 68	3+	D
		51 - 60	3	E
0 – 50	2	31 - 50	2+	FX
		0 - 30	2	F

1. Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.
2. Отсрочка в сдаче домашнего задания считается уважительной только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки.
3. Студент допускается к итоговому контролю с любым количеством баллов, набранным в семестре, но при условии, что у него имеется теоретическая возможность получить не менее 31 балла.
4. Если в итоге за семестр студент получил менее 31 балла, то ему выставляется оценка F и он должен повторить дисциплину в установленном порядке. Если же в итоге студент получил не менее 31 балла, т.е. F_x, то ему разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов путём повторного однократного выполнения предусмотренных итоговых контрольных мероприятий; при этом аннулируются, по усмотрению преподавателя, соответствующие предыдущие результаты. Ликвидация задолженностей проводится в период с 07.02 по 28.02 (с 07.09 по 28.09) по согласованию с деканатом.
5. Итоговая контрольная работа (итоговый контроль) содержит от 3 до 6 вопросов (или заданий). На подготовку к ответу отводится 1 час, после чего производится устный опрос студента. Оценивается работа из 50 баллов независимо от оценки, полученной в семестре.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) – прилагается.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС 3++ РУДН.

Разработчик

Профессор Математического

институт им. С.М.Никольского



Г.Г. Лазарева

Руководитель программы:

**Директор Математического института,
д.ф.-м.н., профессор**



А.Л. Скубачевский

Приложение 1.
(обязательное)

*Факультет физико-математических и естественных наук
Математический институт им. С.М. Никольского*

УТВЕРЖДЕН
на заседании института
«__» _____ 20__ г., протокол №__
Директор института
_____ А.Л. Скубачевский
(подпись)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

_____ **Аналитико-численные методы для задач гидродинамики** _____
(наименование дисциплины)

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

_____ **магистр** _____
Квалификация (степень) выпускника

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Аналитико-численные методы для задач гидродинамики»

Направление/Специальность: 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства											Баллы темы	Баллы раздела		
			Текущий контроль										Промежуточная аттестация				
			Опрос	Тест	Коллоквиум	Реферат	Выполнение ЛР	Выполнение ДЗ	Выполнение РГР	Выполнение КР	Выполнение КП	Работа на занятии	Работа на инд. занятии			Экзамен	Прочие формы контр.
ОПК-3	1. Уравнения баланса и уравнение состояния	Уравнения сохранения массы, импульса, энергии и энтропии. Уравнение состояния. Однородный невязкий газ. Совершенный газ. Закон распределения энергии. Характеристики. Инварианты Римана.								10		10		20			40
	2. Теория ударных волн	Применение решений типа простой волны к анализу нестационарных течений совершенного газа. Волны разрежения и сжатия.								20		10		30			60

		Стационарный прямой скачок уплотнения. Адиабата Гюгонио.															
		Итого							30		20		50				100

Приложение 3

Дисциплина “Аналитико-численные методы для задач гидродинамики” ВОПРОСЫ К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЮ

1. Практическая актуальность аналитико-численные методов для задач гидродинамики.
2. Физические особенности среды. Сжимаемость. Скорость звука. Нелинейные волны. Применение в технике.
3. Уравнения баланса. Уравнение сохранения массы.
4. Уравнение баланса для многокомпонентной химически реагирующей смеси. Уравнение сохранения импульса.
5. Уравнение энергии.
6. Энтропия. Уравнение производства энтропии.
7. Гипотеза об уравнении состояния.
8. Вывод уравнения сохранения энтропии. Силы и потоки.
9. Совершенный газ.
10. Однородный невязкий газ.
11. Совершенный газ с постоянными теплоемкостями.
12. Закон распределения энергии.
13. Одномерные нестационарные течения газа. Характеристики.
14. Инварианты Римана.
15. Простая волна.
16. Применение решений типа простой волны к анализу нестационарных течений совершенного газа.
17. Задача о поршне, выдвигающемся из трубы, заполненной газом.
18. Волны сжатия и разрежения.
19. Центрированная волна разрежения.
20. Течение в области, граничащей с областью постоянного течения.
21. Опрокидывание простой волны сжатия.
22. Характеристики уравнений одномерных нестационарных течений. Предельный переход к равновесному течению.
23. Теория ударных волн. Соотношения на сильном разрыве.
24. Стационарный прямой скачок уплотнения.
25. Адиабата Гюгонио.
26. Слабые и сильные ударные волны.
27. Ударные волны в совершенном газе с постоянными теплоемкостями.