

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук

_____ А. В. Келлер
13.09.2017

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-0004

дисциплины П.1.В.07 Численные методы в механике жидкости, газа и плазмы
для направления 01.06.01 Математика и механика
уровень аспирант тип программы
направленность программы Механика жидкости, газа и плазмы (01.02.05)
форма обучения очная
кафедра-разработчик Вычислительная механика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 30.07.2014 № 866

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ-мат.н., проф.
(ученая степень, ученое звание)

13.09.2017

(подпись)

Ю. М. Ковалев

Разработчик программы,
к.физ-мат.н., доцент
(ученая степень, ученое звание,
должность)

13.09.2017

(подпись)

Е. С. Шестаковская

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - изучение способов построения разностных уравнений механики сплошной среды, численных методов и методов исследований аппроксимации, устойчивости, монотонности, дистракции. Конкретные задачи сводятся к следующему: - изучить основные понятия и определения, используемые в дисциплине; - изучить свойства разностных схем и методы их исследования; - дать аспирантам необходимые знания, умения и навыки применения численных методов в механике сплошной среды.

Краткое содержание дисциплины

Общие вопросы построения математической модели. Разностные законы сохранения. Методы расчета ударных волн. Некоторые реализации методов расчета ударных волн. Метод характеристик. Разностные схемы в двумерных задачах. Эталонные задачи.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать: свойства разностных схем, методы их исследования, условия их применимости; численные методы механики сплошной среды; способы построения математические модели механики сплошной среды.
	Уметь: проводить расчеты течений жидкости и газа, учитывающие характерные особенности течений; анализировать результаты расчетных исследований течений жидкости и газов, делать обоснованные выводы на основе такого анализа; применять полученные знания к решению практических задач.
	Владеть: навыками математического моделирования течений жидкости и газа; приемами и навыками решения конкретных задач из разных областей дисциплины, помогающими в дальнейшем решать научно-исследовательские задачи.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
П.1.В.06 Математическое моделирование в механике жидкости, газа и плазмы	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени (6 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени (8 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени (7 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
П.1.В.06 Математическое моделирование в механике жидкости, газа и плазмы	Знать основные понятия и математические модели механики сплошной среды. Уметь сформулировать математическую модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды. Владеть методами механики сплошной среды.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия</i>	38	38	
Лекции (Л)	38	38	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	70	70	
Выполнение индивидуальных заданий	43	43	
Подготовка к экзамену	27	27	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие вопросы построения математической модели	8	8	0	0
2	Разностные законы сохранения	4	4	0	0
3	Методы расчета ударных волн	10	10	0	0
4	Некоторые реализации методов расчета ударных волн	4	4	0	0
5	Метод характеристик	4	4	0	0
6	Разностные схемы для двумерных задач	4	4	0	0
7	Эталонные задачи	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-2	1	Способ получения разностных уравнений. Аппроксимация. Постановка разностных краевых задач. Несколько разностных схем для уравнения переноса. Погрешности. Устойчивость решения разностного уравнения. Явное разностное уравнение переноса. Неявное разностное уравнение переноса. Прогонка. Метод типа предиктор-корректор для уравнения переноса.	4
3-4	1	Уравнение теплопроводности. Явное разностное уравнение теплопроводности. Неявная разностная схема для уравнения теплопроводности. Метод прогонки. Нелинейное уравнение теплопроводности.	4
5-6	2	Разностные схемы в дифференциальном представлении. Критерий диссипативности. Дивергентность. Классы решений. Вспомогательные величины для непрерывных решений. Метод исследования дистракции разрывов. Метод исследования немонотонности.	4
7-9	3	Механизмы диссипации энергии. Метод Неймана – Рихтмайера. Метод Лакса. Метод Годунова.	6
10-11	3	Метод Куропатенко. Идея метода. Недивергентная разностная схема. Дивергентная разностная схема. Сравнительные характеристики методов расчета ударных волн.	4
12-13	4	Разностная схема Лакса-Вендрофа. Разностная схема «предиктор-корректор». Разностная схема Мак-Кормака. TVD-разностные схемы и принудительная монотонизация осциллирующих решений. Разностные схемы в Эйлеровых координатах.	4
14-15	5	История метода характеристик. Метод характеристик. Основные уравнения. Расчёт величин в точке пересечения характеристик. Расчет сильного разрыва. Расчет контактного разрыва. Метод характеристик с фиксированными шагами по времени.	4
16-17	6	Дифференциальные уравнения. Сетки в двумерных задачах. Сеточный шаблон. Определение площади ячейки. Определение вспомогательных величин. Метод частиц. Метод расщепления по направлениям.	4
18-19	7	Стационарная ударная волна в газе. Стационарная ударная волна в конденсированном веществе. Волна разрежения в газе. Волна разрежения в конденсированном веществе. Взаимодействие ударной волны с контактной границей. Сильный взрыв. Фокусировка сферической оболочки. Ударная волна в холодном газовом шаре.	4

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Выполнение индивидуальных заданий	ПУМД осн.лит.3, ПУМД доп.лит.1, ЭУМД осн.лит.1, ЭУМД доп.лит.2	43

подготовка к экзамену	ПУМД осн.лит.1, ПУМД осн.лит.2	27
-----------------------	--------------------------------	----

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Мультимедийные презентации	Лекции	Весь лекционный материал представлен в виде презентаций	38

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	отчет	№6-10, 16-20
Все разделы	ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	экзамен	Вопросы к экзамену

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
отчет	Задание выдается на третьей неделе семестра. В конце семестра студент демонстрирует и сдает преподавателю программный продукт. В процессе демонстрации программного продукта проверяется соответствие программы заданию. Студент предоставляет: Задание, Программный продукт, Отчет, содержащий описание разработки и соответствующие иллюстрации. На	Зачтено: выставляется за работу, которая полностью соответствует заданию, отчет имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. На собеседовании аспирант показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, легко

	<p>собеседовании аспирант рассказывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы.</p>	<p>отвечает на поставленные вопросы. Не зачтено: выставляется за работу, которая не соответствует заданию, отчет не имеет анализа. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. На собеседовании аспирант затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки</p>
экзамен	<p>В аудитории, где проводится экзамен, одновременно могут находиться не более 5 аспирантов. Каждому аспиранту выдается билет, содержащий 2 теоретических вопроса. На подготовку отводится 1 час. Экзамен проводится в устной форме, после ответа преподаватель может задать дополнительные вопросы.</p>	<p>Отлично: Даны полные ответы на теоретические вопросы, в семестре выполнено и зачтено индивидуальное задание. Хорошо: Ответы на теоретические вопросы раскрыты не полностью, но при собеседовании студент смог ответить на дополнительные вопросы по билету, в семестре выполнено и зачтено индивидуальное задание. Удовлетворительно: Ответы на теоретические вопросы даны не в полном объеме, при собеседовании студент не смог ответить на дополнительные вопросы, в семестре выполнено и зачтено индивидуальное задание. Неудовлетворительно: если нет ответа на один теоретический вопрос, не выполнено индивидуальное задание.</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
отчет	Сборник задач по ЧММ.pdf
экзамен	Вопросы по ЧММЖГ 010205.docx

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Рихтмайер, Р. Д. Разностные методы решения краевых задач Р. Д. Рихтмайер, К. Мортон; Пер. с 2-го англ. изд. Б. М. Будака и др.; Под ред. Б. М. Будака, А. Д. Горбунова. - М.: Мир, 1972. - 418 с. ил.
2. Самарский, А. А. Введение в теорию разностных схем Текст А. А. Самарский. - М.: Наука, 1971. - 552 с. черт.
3. Самарский, А. А. Разностные методы решения задач газовой динамики Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика". - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Наука, 1980. - 352 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Зализняк, В. Е. Основы вычислительной физики Ч. 1 Введение в конечно-разностные методы В. Е. Зализняк; Науч.-исслед. физ.-техн. ин-т,

Краснояр. гос. ун-т; Науч.-исслед. физ.-техн. ин-т; Краснояр. гос. ун-т. - М.;
Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. - 251 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник ЮУрГУ, Серия Математическое моделирование и программирование.
2. Вестник ЮУрГУ, Серия Математика, механика, физика.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. методические рекомендации по выполнению СРС

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. методические рекомендации по выполнению СРС

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Темам, Р. Математическое моделирование в механике сплошных сред. [Электронный ресурс] / Р. Темам, А. Миранвиль. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2014. — 319 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/50538 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Волков, К.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. [Электронный ресурс] / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2012. — 468 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/59637 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	методические рекомендации по выполнению СРС	Учебно-методические материалы кафедры	Локальная Сеть / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	708a (1)	компьютер, проектор, экран