

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

Чуприс О. И.

« 4 » _____ 2018 г.

Регистрационный № УД-5/00 уч.



МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей**

1-31 03 03

Прикладная математика (по направлениям)

направление специальности

1-31 03 03-01

**Прикладная математика (научно-производственная
деятельность)**

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 03-2013 и учебных планов регистрационные номера G31-173/уч., G-31и-190/уч., утвержденных 30.05.2013 г.

СОСТАВИТЕЛИ

М.М.Чуйко, доцент кафедры математического моделирования и управления Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математического моделирования и управления
(протокол № 9 от 19.04.2018);

Учебно-методической комиссией факультета прикладной математики и информатики
(протокол № 3 от 03.05.2018)

 Зав. кафедрой  / Блюк В.И.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель учебной дисциплины – обучение студентов навыкам применения методов динамической адаптации при разработке вычислительных алгоритмов для численного решения задач математической физики.

В рамках поставленной цели *задачи учебной дисциплины* состоят в следующем:

- обучить студентов методам исследования диссипативных и дисперсионных свойств разностных схем для линейного уравнения переноса;
- обучить студентов навыкам применения метода динамической адаптации для решения одномерных задач математической физики;
- сформировать у студентов навыки в применении обобщенных криволинейных координат для численного решения двумерных задач математической физики в областях произвольной формы.

Учебная дисциплина «Метод динамической адаптации» относится к циклу дисциплин специализации.

Основой для изучения дисциплины «Метод динамической адаптации» является учебная дисциплина «Методы численного анализа».

Методы и алгоритмы, излагаемые в учебной дисциплине «Метод динамической адаптации», связаны с учебными дисциплинами «Вычислительные методы алгебры» и «Уравнения математической физики».

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- метод дифференциального приближения для исследования диссипативных и дисперсионных свойств разностных схем;
- метод динамической адаптации для решения одномерных уравнений математической физики;
- метод динамической адаптации для решения задач математической физики в произвольных двумерных областях;
- математические модели процессов плавления и испарения при лазерной обработке металлов;

уметь:

- разрабатывать разностные схемы для решения уравнения переноса и исследовать их диссипативные и дисперсионные свойства;
- разрабатывать адаптивные разностные сетки и применять методы определения скорости их узлов;

- применять алгебраические и основанные на решении дифференциальных уравнений методы генерации сеток;
- решать задачу Стефана в произвольных двумерных областях с использованием обобщенных лагранжевых координат;

владеть:

- основными навыками численного решения многомерных задач математической физики в областях сложной геометрии с использованием адаптации разностной сетки к особенностям области определения задачи.

Освоение учебной дисциплины «Метод динамической адаптации» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным выработать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

социально-личностные компетенции:

- СЛК-1. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-4. Владеть навыками здорового образа жизни.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

- ПК-19. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.
- ПК-23. Владеть современными средствами телекоммуникаций.

В соответствии с учебными планами специальности дисциплина «Метод динамической адаптации» читается в 7 семестре. Всего для изучения дисциплины отведено 159 часов, в том числе 68 аудиторных часов. Распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Форма текущей аттестации – экзамен и зачет в 7 семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема I. Введение.

Адаптация расчетной сетки к особенностям искомого решения и особенностям области определения задачи. Значение адаптации для повышения точности решения.

Тема II. Метод дифференциального приближения для исследования диссипативных и дисперсионных свойств разностных схем.

Диссипация и дисперсия разностных схем. Гиперболическая и параболическая формы дифференциального представления разностных схем. Первое дифференциальное приближение. Разностные схемы для решения уравнения переноса и их диссипативные и дисперсионные свойства.

Тема III. Метод динамической адаптации для решения одномерных уравнений математической физики.

Адаптивные разностные сетки и методы определения скорости их узлов. Эквидистантное распределение узлов. Квазистационарный подход. Метод динамической адаптации численного решения уравнения Бюргерса. Одномерная задача Стефана. Автомодельное решение задачи о промерзании. Разностные схемы сквозного счета для задачи Стефана. Численное решение задачи Стефана методом динамической адаптации. Применение метода динамической адаптации для решения одномерных задач лазерной обработки материалов.

Тема IV. Метод динамической адаптации для решения задач математической физики в произвольных двумерных областях.

Обобщенные криволинейные координаты для решения задач математической физики в произвольных областях. Эйлеровы и лагранжевы координаты. Структура дифференциальных уравнений в частных производных в обобщенных координатах. Решение задач математической физики в произвольных двумерных областях с использованием обобщенных криволинейных координат. Методы генерации сеток: алгебраические; на основе решения дифференциальных уравнений. Эллиптический генератор разностных сеток в двумерных областях.

Тема V. Математическое моделирование процессов плавления и испарения при лазерной обработке металлов.

Двумерные математические модели массо- и теплопереноса в задачах лазерной обработки материалов. Решение задачи Стефана в произвольных двумерных областях методом динамической адаптации с использованием обобщенных лагранжевых координат.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6
1	Введение	2			
2	Метод дифференциального приближения для исследования диссипативных и дисперсионных свойств разностных схем	6	6		Отчет по лаб. работе
3	Метод динамической адаптации для решения одномерных уравнений математической физики	8	6	2	Коллоквиум
4	Метод динамической адаптации для решения задач математической физики в произвольных двумерных областях	10	10	2	Отчет по лаб. работе
5	Математическое моделирование процессов плавления и испарения при лазерной обработке металлов	8	8		Отчет по лаб. работе
	Всего	34	30	4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Андерсон Д., Таннехил Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидродинамика и теплообмен. М., Мир, т.1-2. 1990. – 368 с.
2. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. М., Мир, т.1-2. 1991. – 428 с.
3. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М: Наука, 1989. – 474 с.
4. Шокин Ю.И., Яненко Н.Н. Метод дифференциального приближения. Применение к газовой динамике. Новосибирск: Наука, 1985. – 321 с.

Перечень дополнительной литературы

5. Мажукин В.И., Самарский А.А., Орландо Кастельянос, Шапранов А.В. Метод динамической адаптации для нестационарных задач с большими градиентами // Математическое моделирование, 1993, т. 5, № 4, с. 33-56.
6. Самарский А.А., Моисеенко Б.Д. Экономическая схема сквозного счёта для многомерной задачи Стефана. // Журнал вычисл. матем. и матем. физ., 1965. т.5, № 5. с. 816-827.
7. Мажукин В.И., Самарский А.А., Чуйко М.М. Метод динамической адаптации для численного решения нестационарных многомерных задач Стефана // Доклады РАН, 1999, т. 368, № 3, с. 307-310.
8. V.I.Mazhukin, M.M.Chuiko. Solution of multi-interface Stefan problem by the method of dynamic adaptation// Comput.Methods Appl. Math.. 2(3), 2002, p. 283-294.
9. M. Chuiko, A. Lapanik. Incompressible fluid flow computation in an arbitrary two-dimensional region on nonstaggered grids // Comput. Meth. Appl. Math., vol.5, N. 3, 2005, p. 242-258.

Перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 3. Метод динамической адаптации для решения одномерных уравнений математической физики.

Задание 1. Реализация метода динамической адаптации для численного решения уравнения Бюргерса. Тестирование на точном решении в специальном случае.

Задание 2. Численное решение задачи Стефана методом динамической адаптации. Тестирование с использованием автомодельного решения задачи о промерзании.

Тема 4. Метод динамической адаптации для решения задач математической физики в произвольных двумерных областях.

Задание 1. Реализация эллиптического генератора разностных сеток в двумерных областях: сектор кольца.

Задание 2. Реализация эллиптического генератора разностных сеток в двумерных областях: прямоугольник произвольной формы.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- лабораторные работы;
- коллоквиумы;
- устные вопросы;
- отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой.

Лабораторные работы как правило представляют собой задания, включающие программную реализацию указанного метода. Рекомендуемая форма отчетности по лабораторной работе – письменный отчет. Лабораторная работа оценивается по стандартной 10-балльной шкале. Оценка за лабораторную работу может быть снижена в случае несвоевременного выполнения.

Коллоквиум представляет собой персональную устную беседу преподавателя со студентом с целью определения уровня знаний по пройденным темам. Для более точной оценки коллоквиум может включать дополнительный письменный этап. По результатам коллоквиума выставляется оценка по 10-балльной шкале.

Устный опрос студентов проводится в свободной форме в течение лабораторных занятий. Его результаты учитываются преподавателем при выставлении рейтинговой оценки в конце семестра.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь №53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015)
3. Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003 г.)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
Компьютерное моделирование. Вводный курс	Кафедра математического моделирования и управления	Нет	Изменений не требуется, протокол № 9 от 19.04.2018
Теория эффективных вычислений	Кафедра математического моделирования и управления	Нет	Изменений не требуется, протокол № 9 от 19.04.2018

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
