

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л.Толстик

(подпись)

дата утверждения

Регистрационный № УД-1056 /уч.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. ВВОДНЫЙ КУРС

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности:

1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)

Направление специальности:

1-31 03 03-01 Прикладная математика (научно-производственная
деятельность)

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 03-2013 и учебного плана УВО № G31-173/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Л.Ф. Макаренко, доцент кафедры математического моделирования и управления Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

Е.А. Левчук, ассистент кафедры математического моделирования и управления Белорусского государственного университета

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математического моделирования и управления Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 16.04.2015);

Методической комиссией факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 12.05.2015)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Применение компьютеров в научных исследованиях является необходимым условием изучения сложных систем. Компьютерное моделирование дает возможность целостного изучения поведения наиболее сложных систем как естественных, так и создаваемых для проверки теоретических гипотез.

Целью данного курса является освоение основных принципов построения и анализа математических моделей, а также исследования моделей с помощью математических пакетов.

Задачами данного курса являются: обучение студентов методам построения математических моделей на основе обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных; изучение вариационных методов приближенного решения задач для дифференциальных уравнений; освоение студентами базовых навыков работы в компьютерных математических пакетах; овладение способами анализа моделей с использованием математических пакетов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- виды математических моделей;
- принципы построения математических моделей, основные физические законы, лежащие в основе построения моделей физических процессов;
- методы анализа математических моделей;
- основные методы численного решения задач для дифференциальных уравнений, основанные на вариационном принципе;
- основы метода конечных элементов для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных;

уметь:

- создавать математические модели различных процессов;
- применять вычислительный эксперимент для анализа математических моделей;
- использовать математические пакеты (Maple, Matlab) как средства компьютерного моделирования;

владеть:

- практическими навыками работы в системах Maple и Matlab;
- навыками исследования математических моделей в системах Maple и Matlab.

Основой для изучения данного курса являются следующие дисциплины: "Математический анализ", "Дифференциальные уравнения", "Вычислительные методы алгебры", "Функциональный анализ и интегральные уравнения". Данный курс дополняет дисциплины "Уравнения математической физики", "Численные методы математической физики", "Математическое моделирование".

В соответствии с учебным планом по направлению специальности 1-31 03 03 «Прикладная математика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 82 часа, из которых 34 аудиторных часа (лекции). Изучение дисциплины проходит в 5 семестре.

Форма получения образования – очная.

Форма текущей аттестации – зачет в 5 семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема I. Введение в математическое моделирование

Основные представления о математических моделях. Построение математических моделей с использованием законов сохранения. Построение математических моделей с использованием фундаментальных физических законов. Типы математических моделей. Компьютерный эксперимент. Методы анализа математических моделей и результатов моделирования

Тема II. Использование математических пакетов для исследования и анализа математических моделей. Система Maple

Основы работы в Maple. Средства Maple для визуализации данных. Решение алгебраических задач в Maple. Методы аналитического и численного решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием Maple. Решение одномерной задачи на собственные значения для уравнения Шредингера. Построение аналитических решений задач для уравнений в частных производных в Maple.

Тема III. Вариационные методы решения задач для уравнений в частных производных. Метод конечных элементов

Классификация приближенных методов решения задач для дифференциальных уравнений. Аппроксимирующие подпространства. Вариационный принцип. Главные и естественные граничные условия. Прямые методы решения краевых задач вариационного исчисления. Метод Рунге для уравнения Пуассона и уравнения Шредингера. Метод Галеркина. Метод конечных элементов. Типы базисных функций в методе конечных элементов. Оценка погрешности метода конечных элементов. Особенности практической реализации метода конечных элементов. Применение метода конечных элементов для моделирования свойств полупроводниковых наноструктур.

Тема IV. Использование математических пакетов для численного решения задач для дифференциальных уравнений. Система Matlab

Основы работы в Matlab. Средства визуализации функций. Функция Matlab численного решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Задачи на собственные значения. Метод конечных элементов в Matlab для решения двумерных краевых задач для уравнений в частных производных. Функции Matlab численного решения задач Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение смешанных задач для уравнений в частных производных в Matlab.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в математическое моделирование	10					[1,2,7]	
1.1	Основные представления о математических моделях.	2						
1.2	Построение математических моделей. Законы сохранения	2						
1.3	Построение математических моделей. Фундаментальные физические законы.	2						
1.4	Типы математических моделей и компьютерный эксперимент.	2						
1.5	Методы анализа математических моделей и результатов моделирования	2						
2	Использование математических пакетов для исследования и анализа математических моделей. Система Maple	8					[3,4,8]	
2.1	Введение. Графический инструментарий.	2						
2.2	Решение алгебраических задач.	2						
2.3	Задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.	2						
2.4	Задачи для уравнений в частных производных.	2						Коллоквиум

3	Вариационные методы решения задач для уравнений в частных производных. Метод конечных элементов	8					[5,9,10]	
3.1.	Классификация приближенных методов решения задач для дифференциальных уравнений. Вариационный принцип.	2						
3.2.	Прямые методы решения краевых задач вариационного исчисления.	2						
3.3	Метод конечных элементов. Базисные функции в методе конечных элементов.	2						
3.4	Особенности практической реализации метода конечных элементов.	2						
4.	Использование математических пакетов для численного решения задач для дифференциальных уравнений. Система Matlab	8					[4,6]	
4.1	Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Задачи на собственные значения	2						Отчет по домашнему практическому заданию №1
4.2	Краевые задачи для уравнений в частных производных.	2						
4.3	Задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.	2						Отчет по домашнему практическому заданию №2
4.4	Смешанные задачи для уравнений в частных производных.	2						

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная

1. Самарский, А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.
2. Тарасевич, Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс / Ю.Ю. Тарасевич. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 152 с.
3. Сдвижков, О.А. Математика на компьютере: Maple 8 / О.А. Сдвижков. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 176 с.
4. Говорухин, В. Компьютер в математическом исследовании / В. Говорухин, Б. Цибулин. – СПб.: Питер, 2001. – 624 с.
5. Митчелл, Э. Метод конечных элементов для уравнений с частными производными / Э. Митчелл, Р. Уэйт. – М.: Мир, 1981. – 216 с.
6. Ануфриев, И.Е. MATLAB 7 / И.Е. Ануфриев, А.Б. Смирнов, Е.Н. Смирнова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.

Дополнительная

7. Мышкис, А.Д. Элементы теории математических моделей / А.Д. Мышкис. – М.: КомКнига, 2007. – 192 с.
8. Голоскоков, Д.П. Уравнения математической физики. Решение задач в системе Maple. Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2004. – 539 с.
9. Сильвестер, П. Метод конечных элементов для радиоинженеров и инженеров-электриков / П. Сильвестер, Р. Феррари. – М.: Мир, 1986. – 229 с.
10. Марчук, Г.И. Введение в проекционно-сеточные методы / Г.И. Марчук, В.И. Агошков. – М.: Наука, 1981. – 416 с.

Перечень используемых средств диагностики

Текущий контроль усвоения знаний в течение семестра по дисциплине «Компьютерное моделирование. Вводный курс» осуществляется в виде проведения коллоквиума и сдачи письменных отчетов по двум домашним практическим заданиям.

Успеваемость студентов в рамках дисциплины «Компьютерное моделирование. Вводный курс» оценивается в конце 5 семестра в форме зачета.

Тематика домашних практических заданий

1. Задание №1. «Моделирование явлений, описываемых задачами для обыкновенных дифференциальных уравнений».
2. Задание №2. «Приближенное решение задач для уравнений в частных производных».

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
1. Математический анализ	Кафедра высшей математики	Нет предложений	Изменений не требуется (протокол № 9 от 16.04.2015)
2. Дифференциальные уравнения	Кафедра высшей математики	Нет предложений	Изменений не требуется (протокол № 9 от 16.04.2015)
3. Вычислительные методы алгебры	Кафедра вычислительной математики	Нет предложений	Изменений не требуется (протокол № 9 от 16.04.2015)
4. Функциональный анализ и интегральные уравнения	Кафедра компьютерных технологий и систем	Нет предложений	Изменений не требуется (протокол № 9 от 16.04.2015)
5. Уравнения математической физики	Кафедра компьютерных технологий и систем	Нет предложений	Изменений не требуется (протокол № 9 от 16.04.2015)
6. Математическое моделирование	Кафедра компьютерных технологий и систем	Нет предложений	Изменений не требуется (протокол № 9 от 16.04.2015)
7. Численные методы математической физики	Кафедра вычислительной математики	Нет предложений	Изменений не требуется (протокол № 9 от 16.04.2015)

¹ При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
на _____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры математического моделирования и управления (протокол №__ от _____)

Заведующий кафедрой

доцент, канд. ф.-м. н.

(степень, звание)

(подпись)

В.И. Белько

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

(степень, звание)

(подпись)

П.А. Мандрик

(И.О.Фамилия)