

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

_____ В.М. Анищик
(подпись)

11.06.2012

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-248/р.

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

**Учебная программа для специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям)
(1-31 04 01-01 научно-исследовательская деятельность)**

Факультет физический

Кафедра компьютерного моделирования

Курс (курсы) четвертый

Семестр (семестры) 7-й

Лекции 40 часов

Лабораторные
занятия нет

Экзамен 7-й

Контролируемая самостоятельная
работа 8

Курсовой проект (работа) нет

Всего аудиторных
часов по дисциплине 48

Всего часов
по дисциплине 112

Форма получения
высшего образования дневная

Составил А.И. Слободянюк

2012

Рабочий вариант учебной программы составлен на основе учебной программы, утвержденной 26 июня 2009 г.,
регистрационный номер УД-2143/баз

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта
на заседании кафедры компьютерного моделирования

4 июня 2012 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

доцент _____ А.И.Слободянюк

Одобрена и рекомендована к утверждению Ученым Советом физического
факультета

11 июня 2012 г., протокол № 11

Председатель

профессор _____ В.М. Анищик

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа спецкурса "Численные методы" разработана для специальности 1-31 04 01 Физика по направлению 1-31 04 01-03 научно-педагогическая деятельность.

Основу содержания составляет изучение методов численного решения математических задач, применяемых в описании физических явлений – решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений, численного интегрирования и дифференцирования, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений математической физики (уравнений в частных производных).

Целью спецкурса является усвоение студентами основных методов численного решения основных физических задач, а также их качественного анализа. Данный курс тесно связан с общим курсом «Программирование и математическое моделирование». Особенности данного специального курса являются:

- его обобщающий характер (изучение общей теории численных методов, основанной на теории интерполирования функций);
- направленность курса на применение численных методов в решении физических задач, что выражается в использовании в качестве иллюстраций применения различных численных методов конкретных физических задач;
- ориентация курса на студентов, обучающихся по специальности «Преподаватель физики и информатики», главным образом средней школы, поэтому в изложении материала широко используются примеры из курса физики средней школы, дается наглядная качественная интерпретация изучаемых численных методов.

Основные задачи курса:

- формирование целостного представления о совокупности методов численного анализа, общих подходов к построению различных методов (например, интегрирования и решения дифференциальных уравнений);
- усвоение методов качественного анализа, предшествующего использованию численных методов;
- изучение методов анализа погрешностей численных методов.

Для осознанного усвоения материала данного курса студенты должны владеть соответствующим математическим аппаратом, основное содержание которого излагается в общих курсах высшей математики (математического анализа, аналитической геометрии и высшей алгебры, дифференциальных уравнений, уравнений математической физики). Кроме того, данный курс является продолжением общего курса «Программирование и математическое моделирование».

Программа курса составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта. Общее количество часов –; аудиторное количество часов — 32, из них: лекции — 26, контролируемая самостоятельная работа студентов — 6. Форма отчётности — экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Интерполяция функций.

Постановка задачи. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Сплайн-интерполяция. Среднеквадратичная аппроксимация. Системы ортогональных полиномов.

2. Решение нелинейных уравнений.

Качественный анализ уравнения – наличие корней, процедура отделения корней уравнения. Метод простой итерации. Сходимость метода простой итерации. Метод Ньютона. Метод секущих. Сходимость метода Ньютона. Погрешности определения корней.

Итерационные методы решения систем нелинейных уравнений.

3. Численное интегрирование и дифференцирование.

Постановка задачи, виды погрешностей численного интегрирования. Общие методы построения квадратурных формул. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса, закрытый и открытый тип. Погрешности квадратурных формул, правило Рунге оценки погрешностей интегрирования. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности типа Гаусса. Узлы и весовые множители.

Вычисление несобственных интегралов. Анализ сходимости. Оценка погрешности вычисления несобственных интегралов. Квадратурные формулы Гаусса-Чебышева, Гаусса – Лаггера, Гаусса – Эрмита.

Некорректность задачи численного дифференцирования. Использование интерполяционных формул для построения методов численного дифференцирования. Использование конечных разностей для построения формул численного дифференцирования. Замена операторов дифференцирования сеточными операторами.

4. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Постановка задачи. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Классификация методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Невязка метода. Явные и неявные методы. Одношаговые и многошаговые методы. Одношаговые методы Рунге-Кутты, построение квадратурных формул, оценка погрешности. Многошаговые методы Адамса. Решение жестких систем дифференциальных уравнений. Неявные методы Гира.

5. Решение уравнений математической физики (уравнений в частных производных).

Классификация уравнений второго порядка. Постановка задачи, начальные и граничные условия. Общие принципы постановки сеточной задачи – конечные разности, невязка разностной схемы. Сходимость и порядок точности разностной схемы. Явная и неявная схемы. Решение уравнений эллиптического типа. Метод релаксации. Сходимость метода релаксации. Решение уравнений параболического типа. Явная и неявная двухслойные разностные схемы. Устойчивость неявной схемы. Уравнение гиперболического типа. Явные схемы. Разностная схема для уравнения колебаний на отрезке. Устойчивость разностной схемы.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Интерполяция функций.	2						
1.1	1. Постановка задачи. Полиномиальная интерполяция. 2. Интерполяционный многочлен Лагранжа. 3. Интерполяционный многочлен Ньютона. 4. Сплайн-интерполяция. 5. Среднеквадратичная аппроксимация. 6. Системы ортогональных полиномов.	2						
2	Решение нелинейных уравнений.	4						
2.1.	1. Качественный анализ уравнения – наличие корней, процедура отделения корней уравнения. 2. Метод простой итерации. Сходимость метода простой итерации. Оценка погрешности определения корней методом простой итерации.	2						
2.2	1. Метод Ньютона. Метод секущих. Сходимость метода Ньютона. Погрешности определения корней. Итерационные методы решения систем нелинейных уравнений.	2						
3	3. Численное интегрирование и дифференцирование.	6						

3.1.	1. Постановка задачи, виды погрешностей численного интегрирования. 2. Общие методы построения квадратурных формул. 3. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса, закрытый и открытый тип. 4. Погрешности квадратурных формул, правило Рунге оценки погрешностей интегрирования.	2						
3.2	1. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности типа Гаусса. Узлы и весовые множители. 2. Вычисление несобственных интегралов. Анализ сходимости. 3. Оценка погрешности вычисления несобственных интегралов. 4. Квадратурные формулы Гаусса-Чебышева, Гаусса – Лаггера, Гаусса – Эрмита.	2						
3.3	1. Некорректность задачи численного дифференцирования. 2. Примеры использования методов численного интегрирования при обработке результатов физических измерений. 3. Использование интерполяционных формул для построения методов численного дифференцирования. 4. Использование конечных разностей для построения формул численного дифференцирования. Замена операторов дифференцирования сеточными операторами.	2						
4.	4. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	6			2			
4.1.	1. Постановка задачи. Виды погрешностей численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений. 2. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. 3. Классификация методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Невязка метода. 4. Явные и неявные методы, достоинства и недостатки. 5. Одношаговые и многошаговые методы, достоинства и недостатки.	2						
4.2	1. Одношаговые методы Рунге-Кутты, построение	2						

	квадратурных формул, оценка погрешности. 2. Многошаговые методы Адамса, построение квадратурных формул, оценка погрешностей.							
4.3	1. Решение жестких систем дифференциальных уравнений. 2. Понятие жесткости системы. 3. Устойчивость метода. Правило корней характеристического уравнения. 3. Неявные методы Гира.	2						
4.4	Обсуждение примеров физических задач, решение которых сводится к анализу решения обыкновенных дифференциальных уравнений.				2			
5	5. Решение уравнений математической физики (уравнений в частных производных).	8			4			
5.1.	1. Классификация уравнений второго порядка. 2. Постановка задачи, начальные и граничные условия. 3. Общие принципы постановки сеточной задачи – конечные разности, невязка разностной схемы. 4. Сходимость и порядок точности разностной схемы. 5. Явная и неявная схемы.	2						
5.2	1. Решение уравнений эллиптического типа. Постановка задачи. 2. Точные решения уравнения Лапласа. 3. Уравнения Пуассона. 4. Метод релаксации. Сходимость метода релаксации.	2						
5.3	1. Уравнения параболического типа. Постановка задачи. 2. Точные решения уравнения теплопроводности. 3. Явная и неявная двухслойные разностные схемы. 4. Устойчивость неявной схемы.	2						
5.4	1. Уравнения гиперболического типа. Постановка задачи. 2. Точные решения волнового уравнения. 3. Явные схемы для решения уравнений гиперболического типа. 4. Разностная схема для уравнения колебаний на отрезке. 5. Устойчивость разностной схемы.	2						
5.5	Обсуждение примеров физических задач, решение которых сводится к анализу решения дифференциальных уравнений в частных производных				4			

Информационно-методическая часть

Рекомендуемые формы контроля знаний

1. Экзамен.
2. Обсуждение результатов выполнения индивидуальных заданий в рамках контролируемой самостоятельной работы студентов.

Рекомендуемые виды индивидуальных заданий для контролируемой самостоятельной работы студентов

1. Подбор физических задач курса физики средней школы, для решения которых требуется использование численных методов.
2. Анализ приближений при решении задач курса физики средней школы, уточнение решений методами численного анализа.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Самарский А. А., Гулин А. В. Численные методы: Учебное пособие. Москва, Наука, 1989.
2. Крылов В. И., Бобков В. В., Монастырный П. И. Вычислительные методы высшей математики. Том 1-2. Минск, Высшая Школа, 1972, 1975
3. Самарский А. А. Введение в численные методы: Учебное пособие. Москва, Наука, 1982.
4. Калиткин Н. Н. Численные методы: Учебное пособие. Москва, Наука, 1978
5. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. - 4-е изд. - М.: Наука, 1970.

Дополнительная

1. Мак-Кракен Д., Дорн У. Численные методы и программирование на ФОРТРАНЕ. Москва, 1977
2. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач: Учебное пособие. Москва, Наука, 1986
3. Самарский А. А. Теория разностных схем: Учебное пособие. Москва, Наука, 1983.
4. Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. Численные методы в задачах и примерах. - М.: «Высшая школа», 2000

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)
Программирование и математическое моделирование	Кафедра методики преподавания физики и информатики		Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № ____ от _____.200__
Методика преподавания физики	Кафедра методики преподавания физики и информатики		Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № ____ от _____.200__

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

на ____/____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 200_ г.)

Заведующий кафедрой

методики преподавания физики и информатики

к.ф.-м.н., доцент

_____ А.И. Слободянюк

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик