

СИСТЕМА ДОПОЛНЯЕМЫХ ЗАДАНИЙ В ПРАКТИКУМЕ «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ»

Дисциплина «Численные методы в физике» изучается студентами специальности «Компьютерная физика» в течение 2-го курса и входит в состав компонента учреждения высшего образования. Она является одной из основных базовых дисциплин в подготовке студентов специальности «Компьютерная физика».

Значимость изучения дисциплины определяется тем, что математические уравнения, описывающие свойства и поведение изучаемых физических систем в большинстве случаев можно решить только с применением численных методов.

Составными элементами преподавания дисциплины являются лекционный курс, лабораторный практикум и комплект компьютерных тестовых заданий.

Следует отметить, что в ходе двухчасового лабораторного занятия не представляется возможным изучить все аспекты изучаемого численного метода и его применения для решения прикладных задач.

Основная специфика вычислительного практикума состоит в том, что все лабораторные работы сгруппированы в комплекты нескольких последовательно выполняемых работ с дополняемыми заданиями. Каждая новая лабораторная работа дополняет и развивает область действия и результаты предыдущей. Это позволяет в итоге создать полноценное приложение с удобным интерфейсом и широкими вычислительными возможностями.

Так, при изучении базовых численных методов (Раздел 1 дисциплины) выделяются такие группы лабораторных работ:

Тема «Численные методы решения нелинейных уравнений» состоит из лабораторных работ «Построение графика и формирование таблицы значений функции», «Реализация способов выделения корней нелинейных уравнений», «Программная реализация численных методов решения нелинейных уравнений», «Решение физических задач с использованием численных методов для нелинейных уравнений».

Тема «Численные методы интегрирования» содержит лабораторные работы «Реализация численных методов интегрирования», «Вычисление определенных интегралов с требуемой точностью», «Решение физических задач с использованием численных методов интегрирования».

Тема «Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений» включает в себя работы «Реализация методов Эйлера для численного решения начальных задач для дифференциальных уравнений первого порядка», «Реализация методов Рунге-Кутты для численного решения начальных задач для дифференциальных уравнений первого порядка», «Реализация методов Эйлера и Рунге-Кутты для численного решения начальных задач для дифференциальных уравнений второго порядка», «Решение физических задач с использованием численных методов для дифференциальных уравнений второго порядка».

Тема «Решение систем линейных алгебраических уравнений» предполагает выполнение лабораторных работ «Решение систем линейных алгебраических уравнений методами Гаусса», «Аппроксимация экспериментальных данных по методу наименьших квадратов», «Численное решение интегральных уравнений методом квадратур».

В качестве примера рассмотрим блок лабораторных работ по теме «Численные методы решения нелинейных уравнений».

Задание к лабораторной работе «Построение графика и формирование таблицы значений функции» состоит в том, чтобы разработать Windows-приложение на языке C#, которое для заданной функции выполняет построение графика и формирование таблицы

значений. Управление работой программы требуется осуществить кнопками «Формирование таблицы», «Построение графика», «Очистить». Используя созданную программу, необходимо сформировать три варианта графика и табличных данных в различных пределах и с различным количеством точек.

Лабораторная работа «Реализация способов выделения корней нелинейных уравнений» содержит следующее задание. Дополнить программу, созданную в ходе выполнения предыдущей лабораторной работы, реализацией алгоритма автоматического поиска корней в заданной области с заданным шагом при нажатии кнопки «Поиск корней». Разместить на форме графическое изображение формулы нелинейного уравнения в компоненте PictureBox. По результатам наблюдения графика функции выделить все корни нелинейного уравнения в заданной области. На основании таблицы значений функции выделить все корни нелинейного уравнения. Выполнить выделение всех корней заданного нелинейного уравнения для заданных значений шага поиска.

Выполнение лабораторной работы «Программная реализация численных методов решения нелинейных уравнений» предполагает дополнение проекта, созданного в ходе выполнения предыдущих работ, программными элементами для реализации численного решения заданного нелинейного уравнения двумя из изучаемых методов. Для каждого метода требуется создать отдельную кнопку «Метод . . .», содержащую реализацию метода. Для каждого метода реализовать вывод всех промежуточных приближений корня в отдельный компонент TextBox. Каждым методом вычислить все корни нелинейного уравнения в области $[0;10]$ с требуемой точностью 10^{-6} , используя результаты автоматического выделения корней.

Лабораторная работа «Решение физических задач с использованием численных методов для нелинейных уравнений» представляет собой развитие предыдущих работ. В работе требуется дополнить проект предыдущей работы компонентом TabControl, при размещении которого на форме автоматически создаются две вкладки (страницы). На новой вкладке разместить изображение физической системы, данное в условии задачи, и информацию об использованной литературе. Реализовать построение графика функции нелинейного уравнения, определенного условием физической задачи. Пределы изменения аргумента для построения графика подобрать таким образом, чтобы на графике был виден корень уравнения. Реализовать автоматический поиск корней с учетом тех же границ области, в которых строится график функции и отдельным вводом шага поиска. Реализовать вычисление корня заданным методом при нажатии кнопки «Вычисление корня» с использованием компонентов для ввода необходимых для численного метода данных. Вычислить все физические допустимые корни уравнения для всех приведенных наборов данных с точностью 10^{-6} . Результаты вычислений также представить в отчете в форме таблицы, содержащей все варианты данных из условия задачи, к которым добавлена строка с вычисленными значениями искомой величины. На основании полученных результатов сделать выводы о влиянии физических параметров на поведение системы.

В итоге последовательного выполнения блока из нескольких лабораторных работ создается Windows-приложение достаточного высокого уровня как по вычислительным свойствам, так и по внешнему оформлению и удобству работы.

В ходе выполнения лабораторного практикума у студентов формируется навык проектного подхода к решению сложных вычислительных задач, связанного с планированием и выполнением отдельных этапов для достижения итогового результата. В процессе развития создаваемой прикладной программы повышается интерес к обучению, повышается самооценка при достижении конечного результата решения физической задачи. Приобретается опыт практического применения численных методов и понимание специфики их использования. Совершенствуются навыки создания прикладных программ с использованием различных компонентов графического интерфейса. Выполнение работ лабораторного практикума позволяет студентам проявить творческие способности при разработке внешнего вида программы и обеспечения удобства работы с ней.

Последовательное развитие прикладной программы, содержащей различные аспекты реализации, исследования свойств и применения изучаемых численных методов, повышает эффективность учебного процесса. С одной стороны, выполнение отдельной лабораторной работы не является громоздким и доступно для выполнения практически всеми студентами. С другой стороны, преподаватель имеет возможность контролировать работу студента на каждом этапе изучения темы в целом.

Данный текст создан без использования искусственного интеллекта.