

3. Жуковский О.И., Пильтяев С.А. Задание данных и представленные результаты в среде вычислительного стенда "Луч" // Моделирование электронных пучков.-Томск:ТПИ, 1986, С.43-49.

4. Зозулевич Д.М. Машинная графика в автоматизированном проектировании.-М.:Машиностроение, 1976.-240 с.

5. Каминский Л.Г., Клименко В.П., Кочин В.Н. и др. Графический пакет "Атом". Структура и основные принципы. Препринт ИФВЭ №81-156. Серпухов, 1981.- 48 с.

УДК 681.3.06:378.1

Ю.В.Девингталь, К.Г.Шварц

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ
КАК СРЕДСТВО КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

(г. Пермь)

Повышение качества и интенсификация обучения является одной из главных задач, стоящих перед высшей школой. Решающую роль здесь должна сыграть вычислительная техника, создание автоматизированных обучающих систем. Каковы основные принципы должны быть положены при компьютеризации обучения? Прежде всего принцип удобства пользователя. Это значит, что обучение с помощью ЭВМ в некоторой предметной области должно вестись в терминах этой предметной области; т.е. диалоговые средства предполагают использование языка предметной области, должны располагать большими возможностями по представлению информации в наглядной форме, давать возможность обучающемуся принимать решения по дальнейшей обработке данных по полученным промежуточным результатам. Система должна адаптироваться к возможностям учащегося, давая соответствующую справочную информацию в затруднительных случаях. Система должна активизировать обучающегося, сообщать ему результат каждого действия в конкретной ситуации, давать возможность исправлять замеченные ошибки.

Система конструирования вычислительных алгоритмов, разработанная в Пермском университете, построена с учетом указанных выше принципов и с учетом основных факторов, описанных в работе [1].

влияющих на поведение обучающегося при работе с диалоговой системой. Система позволяет использовать ее в различных предметных областях, где для обучения требуется конструирование вычислительного алгоритма. В нашей работе рассмотрено ее использование при обучении студентов специальности "Прикладная математика" по курсу "Численные методы". Принципы построения диалоговой системы и ее языковые средства описаны в работах [2,3].

Предметная область методов вычислений представляет собой класс задач, для каждой из которых имеется набор численных методов. Выделяются уровни задач, где задачи более высокого уровня используют численные методы более низких уровней, т.е. решение их сводится к решению последовательности решений более простых задач. Можно выделить следующие уровни:

1-й уровень - элементарные задачи численных методов, в том числе численные методы линейной алгебры, решение нелинейных уравнений, приближение функций, решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений;

2-й уровень - задачи, сводящиеся к решению последовательности задач 1-го уровня, в том числе решение проблемы собственных значений матрицы, решение систем дифференциальных уравнений (задача Коши и краевые задачи), решение нестационарных уравнений в частных производных;

3-й уровень - задачи, сводящиеся к последовательности задач предыдущих уровней, в том числе решение интегральных и интегродифференциальных уравнений, регуляризация некорректных задач.

Ядром системы СОВА является модель предметной области (МПО).

Для выбора численного метода для любой задачи требуется анализ входных параметров, оценка требуемых вычислительных ресурсов для реализации метода на ЭВМ, анализ представления выходных параметров. В системе СОВА в основе процесса конструирования алгоритма решения задачи лежит принцип пошаговой детализации [4]. Алгоритм сначала строится "целиком", т.е. вначале имеется лишь словесная формулировка задачи, которая раскрывается в виде параметризованных фрагментов программ на языке программирования, хранящемся в МПО и (или) в виде неформальных формулировок нижестоящих проблем. Задача может разбиваться на подзадачи.

Под задачей понимается проблема построения алгоритма вычисления, решение задания из какого-либо раздела численных методов, подзадача - это либо проблема построения алгоритма одного численного

метода, либо проблема построения (выбора) алгоритма какой-либо рабочей процедуры (например, печать графиков) таблиц и т.п.

Решение задачи тогда - это текст программы, решение подзадачи это текст раздельно-транслируемой процедуры или функции на язык программирования, поддерживающем такие структуры (Паскаль, Фортран и т.п.).

Неформальные формулировки проблем раскрываются в виде фрагментов программы (процедуры) и (или) в виде формулировок более локальных проблем на следующих уровнях детализации. В конце концов все проблемы раскрываются либо в виде заготовленных в МПО фрагментов, либо фрагментов, введенных по требованию системы в виде терминала, либо требований построения алгоритма подзадачи. С терминала вводятся имена переменных, константы, формулы. Таким образом, принципы пошаговой детализации создают иерархию проблем и фрагментов, с ними связанных. Поскольку допускается выбор раскрытия проблем, то возможна связь с несколькими фрагментами. Выбираются они в процессе диалога. Каждой проблеме может быть поставлена в соответствие комментарий-подсказка в помощь обучающему, работающему с задачей.

Иерархию проблем и фрагментов будем называть деревом принятия решений (ДПР). Для описания ДПР в системе СОБА имеется язык описания конструкций (ЯОК) - инструментальное средство системного анализа-методиста. Описание задачи на ЯОК (заголовка задачи и ДПР) называется модулем проектирования. В результате его трансляции получается проект решения задачи (подзадачи) - программа ведения диалога с обучаемым по поводу конструирования алгоритма.

МПО представляет собой библиотеку проектов, на основе которых осуществляется лабораторный практикум. В процессе обхода ДПР обучаемый отвечает на вопросы, вводя константы, имена переменных, формулы, варианты ответов. Он может получать подсказку системы, отменяя свои решения, возвращаясь на предыдущие вершины дерева. В результате обхода определяются параметры проектирования, маршрут, по которому автоматически генерируется текст программы решения задачи и вызываемых ею процедур, командные файлы на трансляцию и компоновку программы.

Для разработки модуля проектирования необходимо:

сформулировать постановку задачи;

определить вид входных и выходных параметров задачи;

определить численные методы, которыми она может решаться,

произвести их классификацию;

определить условия применимости методов в зависимости от входных параметров;

определить способ задания данных, в том числе организацию их ввода-вывода.

Необходимо определить методику использования модуля в учебном процессе, в том числе приготовить задания для обучения. Следует запрограммировать полученный алгоритм конструирования решения задачи, при этом исследование входных параметров для применимости численных методов определяются как отдельные задачи или подзадачи.

Рассмотрим структуру модулей проектирования для решения трансцендентных уравнений и для решения систем линейных алгебраических уравнений.

Задача решения трансцендентных уравнений [5]: дано уравнение $f(x) = 0$, $a < x < b$ найти корни уравнения. Задача разделяется на следующие проблемы:

определение вида функции $f(x)$;

определение границ a и b ;

отделение корней;

определение производных $f'(x)$ и $f''(x)$ на $[a, b]$;

выбор численного метода;

способ вывода корней уравнения.

Отделение корней производится графически, пользователь задает вид функций и границы изменения аргумента, после чего ему на видеотерминале высвечивается график функции. Изменяя границы, можно рассматривать различные участки функции, изменять масштаб графика.

Для решения предлагается метод половинного деления, метод хорд, метод Ньютона, комбинированный метод, метод итераций. В процессе конструирования необходимо определять минимумы и максимумы производных функции, критерий завершения вычисления корня. При выполнении сгенерированной программы можно изменять границы корней, точность их вычисления. На терминал пользователя может выдаваться последовательность приближений корня и число итераций.

Задача решения систем линейных алгебраических уравнений [5]: дана матрица A размерности $n \times n$ и вектор свободных членов b , решить систему $Ax = b$, которая разделяется на следующие проблемы:

определение способа хранения матрицы A и вектора b (файл на диске, выдается с терминала);

определение меры обусловленности матрицы A , определение нормы матрицы и вектора;

выбор численного метода;

способ вывода вектора решения X .

Численные методы решения системы уравнений делятся на точные и итерационные. Среди точных методов рассматривается схема Гаусса с выбором и без выбора главного элемента, схема Жардана; среди итерационных – метод простой итерации, метод Зейделя, метод квадратного корня. Мера обусловленности, норма определяет возможность использования каждого из методов. Для итерационных методов в процессе конструирования необходимо выбрать критерии завершения вычислений, погрешность вычислений. При выполнении программы можно получать решения для различных матриц и векторов, на терминал пользователя выдается последовательность числа итерации приближений решения.

Использование диалоговой системы обучения СОВА позволяет более активно использовать компьютерную технику для проведения лабораторных исследований в рамках изучаемого предмета.

Библиографический список

1. Денинг В., Эссиг Г., Маас С. Диалоговые системы "Человек-ЭВМ". Адаптация к требованиям пользователя. - М.: Мир, 1984.
2. Шварц К.Г. Принципы построения диалоговой системы автоматизированного обучения численным методам // Автоматизация научных исследований и обучения. Деп. в ВИНТИ 10.02.86 № 933-В86.
3. Шварц К.Г. Языковые средства диалоговой системы автоматизированного обучения численным методам // Математическое обеспечение вычислительных систем. Деп. в ВИНТИ 10.02.86 № 934-В86.
4. Уилсон И.Р., Эллиман А.М. Практическое введение в Паскаль. М.: Радио и связь, 1983.
5. Калиткин Н.Н. Численные методы. - М.: Наука, 1980.