

$$X(z) = \begin{pmatrix} 1 & \omega_1(z) & \frac{\omega_1^2(z)}{z-1} & \frac{\omega_1^3(z)}{z-1} \\ 1 & \omega_2(z) & \frac{\omega_2^2(z)}{z-1} & \frac{\omega_2^3(z)}{z-1} \\ 1 & \omega_3(z) & \frac{\omega_3^2(z)}{z-1} & \frac{\omega_3^3(z)}{z-1} \\ 1 & \omega_4(z) & \frac{\omega_4^2(z)}{z-1} & \frac{\omega_4^3(z)}{z-1} \end{pmatrix},$$

ее частные индексы равны $\kappa_1 = 0$, $\kappa_2 = -1$, $\kappa_3 = -1$, $\kappa_4 = -2$, а суммарный индекс равен $\kappa = \sum_{v=1}^4 \kappa_v = -4$.

Построенное поле алгебраических функций и каноническая матрица $X(z)$ позволяют решить в явном виде следующую неоднородную векторно-матричную задачу:

$$\Phi^+(x) = G(x) \cdot \Phi^-(x) + g(x), \quad x \in]-1, 0[\cup]0, 1[, \quad (8)$$

где $\Phi(z) = (\Phi_1(z), \Phi_2(z), \Phi_3(z), \Phi_4(z))$ — неизвестная вектор-функция (столбец), аналитическая на $\hat{C} \setminus [-1, 1]$, исчезающая при $z = \infty$ и почти ограниченная при $z = 0$, $z = \pm 1$; $g(z)$ — непрерывная вектор-функция (столбец); $G(z)$ — матрица однородной задачи (1)

$$G(x) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \text{ при } -1 < x < 0, \quad G(x) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \text{ при } 0 < x < 1.$$

Используя теорию векторно-матричной задачи [5], а также построенную выше матрицу $X(z)$ и найденные частные индексы, заключаем, что неоднородная задача (8) имеет не более одного решения в выбранном классе. Решение представимо в виде:

$$\Phi(z) = \frac{X(z)}{2\pi i} \int_{-1}^1 \frac{[X^+(t)]^{-1} g(t)}{t-z} dt$$

с условиями разрешимости

$$\int_{-1}^1 t^k [X^+(t)]^{-1} dt = 0, \quad k = 0, 1, 2, 3.$$

Список литературы

1. Зверович Э. И. // Докл. АН БССР. 1985. Т. 29, № 2. С. 104.
2. Зверович Э. И., Померанцева Л. И. Докл. АН СССР. 1974. Т. 217. № 1. С. 20.
3. Зверович Э. И. Успехи матем. наук. 1971. Т. 26. № 1. С. 113.
4. Чеботарев Н. Г. Теория алгебраических функций. М.; Л., 1948.
5. Мухелишвили Н. И. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.

Поступила в редакцию 27.06.85.

УДК 378:371.315.7

В. Н. БУРАКОВСКИЙ, Н. И. ЗЕЛЕНКОВ, Е. Н. БАЛЫКИНА

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА ДИАЛОГА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

Развитие вычислительной техники, массовое распространение дисплейного оборудования, появление специализированных систем программирования, ориентированных на применение в АОС (КОНТАКТ,

АОС-ВУЗ, ДИСПАТОС и т. д.) способствовали расширению круга учебных дисциплин, реализуемых в АОС.

Собственный опыт разработки и эксплуатации таких программ показывает необходимость расширения дисплейных возможностей для достаточно адекватного представления учебной информации. Минимальный перечень таких характеристик должен включать возможность отображения строчных русских и латинских букв, а также написания верхних и нижних индексов; наличие графики для отображения структурных формул, схем, таблиц графиков функций и т. п.

В отличие от стандартных дисплеев (ЕС-7920, ЕС-7906), лишенных перечисленных возможностей, терминальный комплекс АТОС-БГУ (автоматизированная телевизионная обучающая система, разработанная в БГУ имени В. И. Ленина)* располагает расширенными средствами отображения информации, позволяющими реализовать все указанные запросы. Однако существующее математическое обеспечение не имеет стандартных средств использования этих расширенных возможностей. Разработке таких средств и посвящена эта статья. Результаты ориентированы на математическое обеспечение АОС-ВУЗ и дисплейный класс АТОС.

Работа с комплексом АТОС позволила существенно расширить сферу применения автоматизированного обучения за счет таких нетрадиционных для АОС дисциплин, как генетика, философия, криминалистика, биохимия и т. п. При этом возрастает необходимость в предъявлении сложных, структурированных порций учебной информации. Для повышения наглядности используются информационные кадры, содержащие графику, различного рода схемы (алфавитные, цифровые), тексты, выделенные негативом, шрифтом, подчеркиванием отдельных слов или предложений. Повышаются и требования к средствам обработки таких ответов обучаемых. Часто встречаются ситуации, когда ответом обучаемого является не просто слово или фраза из нескольких слов, а некоторая упорядоченная схема, содержащая различные виды информации, в которой элементы ответа должны быть привязаны к определенному пространству на экране (структурные биохимические формулы, таблицы, схемы и пр.).

Выполнение потребностей ввода и предварительной обработки таких форм ответов обучаемого осуществляет функция МОД. Ее применение позволяет обойти ограничение на длину ответа обучаемого, существующее в АОС-ВУЗ. Функция МОД предназначена для чтения ответа с форматизованного экрана, т. е. с экрана, поле которого разбито на отдельные поля, различающиеся по возможности модификации информации, относящейся к полю: поля защищенные и незащищенные. Форматизованные поля удобны, если учащемуся предлагается дополнить или видоизменить необходимую структуру на экране: отдельные графы в таблице сопряжений глаголов или формулы радикалов в структурной формуле органического соединения и т. д. В таких случаях экран при предъявлении задачи обучаемому форматизируется таким образом, что учащийся имеет доступ только к тем полям экрана, которые ему предлагается модифицировать: заполнить или изменить.

Формат обращения к функции:

FN МОД / АРГ

FN МОД

Здесь аргументом может быть ряд условий редактирования ответа. Функция позволяет осуществить два режима редактирования. При этом АРГ приобретает вид:

а) «что», «на что» — в ответе группа символов, представленная, как «что», заменяется на другую группу, представленную, как «на что».

б) « $\times \times \times \dots$ » — здесь \times — любые символы, удаляемые из ответа.

* А. Ф. Чернявский, А. М. Мухарский и др. Автоматизированные обучающие системы на базе ЭВМ. Минск, 1980.

АРГ может одновременно содержать несколько групп замены «что», «на что» и группу «×××» с произвольным количеством различных удаляемых символов. Ограничение АРГ — 100 символов (длина ввода АОС-ВУЗ).

Функция МОД работает следующим образом. Терминал переводится в режим ЕС-7920 (поток для перевода: X/0027402001). Обработка оператора МОД вызывает остановку программы в ожидании ответа обучаемого. После ввода ответа функция МОД производит предварительное его редактирование, состоящее в удалении из ответа ряда служебных символов АТОС. Отредактированный ответ обучаемого помещается в буфер ВØ. Если длина ответа превышает 100 символов, остаток его размещается последовательно в остальных буферах. Дополнительная информация об ответе размещается в счетчиках:

С14 — общая длина ответа (отредактированного функцией);

С27 — число прочитанных полей;

С28 — код ИВ (соответствие указано в программном модуле);

С29 — адрес курсора в момент ввода (номер позиции на экране);

С30 — код «результат» (соответствие указано в программном модуле).

Кроме того, в первом блоке (от конца) вспомогательной памяти (он же — блок переменных AR, что следует учитывать в работе) размещаются экранные адреса полей (номер 1-ой позиции каждого поля) и их длины по следующим правилам адресаций в блоке:

+0 — идентификатор блока (не трогать !!!);

+4 — адрес модифицированного поля № 1;

+6 — адрес начала поля № 2 в отредактированном ответе (нумерация позиций в буферах В0 ÷ В5 сквозная);

+8 — адрес модифицированного поля № 2;

+10 — адрес начала поля № 3 в отредактированном ответе и т. д.

Совместно с функцией МОД для дифференциации содержимого полей может быть использована функция FIELD (поле).

Формат обращения к функции:

FN FIELD / АРГ,

где АРГ принимает значение L (по умолчанию), А или S.

Перед обращением к функции в счетчик С26 необходимо поместить порядковый номер анализируемого поля. Функция возвращает в С26 следующий результат: если аргумент L (или по умолчанию) — длина поля, А — адрес (номер) позиции начала этого поля в буферах ответа (0 ÷ 595); S — адрес поля на экране терминала.

Как известно, текстовое описание кадра в ЯОК при формировании автором на экране выглядит не таким, каким он предъявляется обучаемому. Устранение этого недостатка для авторов осуществляется по строчным представлениям кадра в режиме КА. Дальнейшим развитием этого режима в АОС-ВУЗ / АТОС является фоторежим, позволяющий формировать кадр (изображение всего экрана) целиком за один ввод в ЭВМ. При этом автор имеет возможность одновременно с формированием кадра расставлять атрибуты защищенных и незащищенных полей применительно к режиму ЕС-7920, как это необходимо при работе с функцией МОД. Для перехода в фоторежим вместо ввода очередного оператора при формировании программы автор вводит «РС». При этом экран стирается. Автор «рисует» на экране нужную ему конфигурацию, определяя незащищенные поля внутри квадратных скобок [] и нажимает «ввод». «Картинка» считывается, записывается построчно в поле операторов FN GRAFIK, и на экран выводится очередной номер вводимого оператора, т. е. происходит выход из режима РС.

Форматизация экрана осуществляется с помощью функции GRAFIK или оператора ТУ (S), которые разработаны для создания несложных графических изображений. Функция реализует простой графический язык, в состав которого входят такие команды, как ОТРЕЗОК, ОКРУЖНОСТЬ, ТОЧКА и т. д. Кроме того, функция позволяет вывести на дис-

плей произвольную последовательность служебных и текстовых символов, что дает возможность использовать в рамках АОС-ВУЗ, ориентированной на применение стандартного дисплейного оборудования, расширенные возможности терминалов АТОС.

Одной из отличительных особенностей терминалов АТОС является наличие дополнительных 32 клавишей ускоренного набора (операторы). Каждая из этих клавишей может быть запрограммирована по команде из ЭВМ. Основное назначение этой группы клавишей — оказание помощи обучаемому при наборе текста ответа. Однако программирование этой клавиатуры — процесс непростой и трудоемкий. Кроме клавиатуры ускоренного набора, терминал АТОС предоставляет автору возможность программировать знаки произвольного начертания, т. е. имеет частично программируемый генератор знаков.

Для автоматической реализации этих возможностей разработаны функции OPER и OPERLD, а также курс СЕРВИС. Программирование с их помощью не требует от пользователя детального знакомства с функционированием спецпроцессора АТОС и форматами информационных потоков. Например, при программировании генератора знаков пользователю на экран предъявляется шаблон в растре 8×8 клеток, в которых он может отметить произвольные позиции и тем самым получить конфигурацию нужного ему знака. Полученный набор знаков и содержимое клавишей ускоренного набора запоминается в файле прямого доступа (при реализации с помощью функций) или во вспомогательной памяти (при реализации в курсе СЕРВИС) и могут быть вызваны в любой момент подготовки или прохождения курса. Кроме того, курс СЕРВИС позволяет распечатать линейку индикации операторов, клавишей ИВ и др. Подключение к курсу: АТОС / СЕРВИС. Разработанный комплекс специализированных программных средств позволяет оптимизировать процесс подготовки автоматизированных учебных курсов, работу студентов в дисплейных классах АТОС, расширяет рамки использования АОС. Применение описанных средств при подготовке АУК и в реальном учебном процессе по ряду нетрадиционных для АОС дисциплин (биохимия, физиология растений, генетика, английский язык, философия, криминалистика и др.) показало их достаточную эффективность и работоспособность.

Поступила в редакцию 23.07.85.

УДК 517.911

А. А. САМОДУРОВ

О ПОСТРОЕНИИ ОБЩЕГО РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ АБЕЛЯ ПО ИЗВЕСТНЫМ ЧАСТНЫМ РЕШЕНИЯМ

С развитием методов аналитической и качественной теории задача нахождения интегрируемых в конечном виде дифференциальных уравнений потеряла свою актуальность. Однако в последнее время все чаще приходят к изучению физических явлений, описываемых существенно нелинейными дифференциальными уравнениями. Для получения достоверной информации о возможном развитии физического процесса необходимо проинтегрировать либо полученные уравнения, либо уравнения, структурно близкие к исследуемым. Например, при решении некоторых задач когерентной спектроскопии [1, 2] приходят к дифференциальному уравнению Абеля

$$\frac{dy}{dx} = f_3(x)y^3 + f_2(x)y^2 + f_1(x)y + f_0(x). \quad (1)$$

Как правило, в рассматриваемых задачах одно или несколько частных решений этого уравнения известны. Будем предполагать, что коэффициенты в правой части уравнения (1) непрерывны и обеспечивают су-