

10. Cimatron. Основные сведения и общесистемные функции. версия 7.0. - Российско - ирландское АО Би Питрон, Санкт-Петербург - 1996.- 300 с.

ББК Ч 486.2.

Е.В.Лямин

## НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

Одной из задач математического образования в техническом ВУЗе является обучение будущего инженера математическому моделированию изучаемого объекта и качественному и количественному анализу свойств этой модели. Центральную роль при этом играют:

- алгоритмы преобразования символьной математической информации;
- алгоритмы преобразования числовой информации;
- алгоритмы преобразования символьной и числовой информации в графические образы.

К первым можно отнести преобразования, применяемые к уравнениям, в результате чего может быть найдено решение задачи в аналитическом виде. Ко вторым относятся методы численного решения математических задач. К третьим относится, например, графическое представление решений, полученных в аналитическом или численном виде.

Традиционные компьютерные технологии в математическом образовании были нацелены в основном на изучении двух последних алгоритмов.

Появление новых интегрированных математических систем (ИМС), освоивших компьютерную алгебру, позволяет эффективно решать задачу изучения всех составляющих при составлении и исследовании математических моделей.

В статье проводится краткий сравнительный анализ ИМС, обсуждаются методические приемы и возможности использования ИМС в процессе обучения математики в техническом ВУЗе, излагается опыт применения ИМС DERIVE для проведения лабораторных работ по математике.

### Сравнительный анализ ИМС

Уже сейчас известно множество математических систем и пакетов, позволяющих автоматизировать проведение как числовых, так и символьных вычислений. Краткий обзор таких систем приведен в [1,2]. К недостаткам многих из этих систем (Maple V R3/R4, Mathematica 2/3, MathCAD 6.0 PLUS и

др.) можно отнести их громоздкость и использование больших аппаратных ресурсов.

Среди других программных пакетов для автоматизации математических расчетов система символьной математики DERIVE [1-3] отличается тем, что удачно сочетает возможности проведения численных и символьных вычислений с простой и приемлемыми требованиями к используемому ПК. Достаточно заметить, что для использования этого пакета достаточно лишь оснащения ПК дисководом для гибких магнитных дисков. Вместе с тем эта малая математическая система обеспечивает решение задач компьютерной алгебры в диалоговом режиме с приемлемым быстродействием и хорошими графическими возможностями.

DERIVE - многофункциональная система. Перечень задач, которые она способна решать, включает:

- арифметические и логические операции, вычисление алгебраических, тригонометрических, гиперболических, обратных тригонометрических, обратных гиперболических, статистических и финансово-экономических функций (расширенный набор), ряда специальных математических функций;
- действия над числами произвольной разрядности и в различных системах счисления (основание чисел от 2 до 36);
- операции с действительными и комплексными числами, представление их в дробно-рациональной форме;
- символьные операции с полиномами, дробно-рациональными функциями, функциями одной и многих переменных, включая разложение полиномов на простые множители, вычисление их действительных и комплексных корней, нахождение числовых значений и др.;
- символьное и численное дифференцирование и интегрирование, вычисление сумм и произведений элементов рядов, вычисление пределов функций, нахождение разложений в ряд Тейлора в окрестностях заданной точки;
- числовые и символьные операции с векторами и матрицами, элементы которых могут быть как числами, так и арифметическими выражениями;
- преобразования формул (различные подстановки, приведение в порядок по степеням заданных переменных, разложение на множители, упрощение и т.д.);
- решение задач теории поля и векторного анализа, включая вычисление градиента, дивергенции и потенциала;
- построение двумерных и трехмерных графиков, графиков функций, заданных в параметрической форме, и графиков в полярной системе координат.

Существенной особенностью DERIVE является то, что математическое выражение на экране дисплея изображается с помощью общепринятых математических символов.

Средства графики DERIVE позволяют строить двумерные графики в полярной и декартовой системах координат и трехмерные графики. Возможны создание на экране дисплея многих окон и вывод в них текстовой и графической информации.

Таким образом, система DERIVE является универсальной математической системой, ориентированной на решение весьма широкого круга математических и научно-технических задач. Вместе с тем простота освоения этой системы позволяет использовать ее в учебном процессе.

### Методические приемы и возможности использования ИМС в процессе обучения математике в техническом ВУЗе

Использование ПК в учебном процессе до недавнего времени зачастую приводило к двум противоположным ситуациям. В первой из них для проведения расчетов учащимся требовалось составить и отладить программу на одном из алгоритмических языков. Для этого учащийся должен был освоить работу на ПК, изучить основы информатики, освоить язык программирования, составить программу расчетов и провести их трудоемкое и ответственное тестирование. В результате решение задачи не только не облегчалось, а нередко усложнялось, при этом математическая сущность задачи зачастую оставалась в тени. Другой крайностью было создание учебных программ, при использовании которых, учащимся предлагалось ввести лишь числовые данные и получить готовый ответ. Ясно, что в этом случае суть математического алгоритма оставалась недоступной для понимания учащихся.

Одним из способов преодоления этих двух противоположностей является использование математических пакетов, позволяющих проведение как числовых, так и символьных (формульных) вычислений. Это позволяет общаться с ПК при решении математических задач на языке математики, а не программирования.

Опыт автора показал, что наиболее эффективное использование математического пакета DERIVE достигается:

- при изучении методов решения многоэтапных задач;
- при изучении и реализации численных методов решения задач;
- при изучении графических отображений.

При изучении методов решения многоэтапных задач преимущество системы DERIVE заключается в том, что она позволяет автоматизировать проведение символьных вычислений на отдельных этапах решения задачи. Это позволяет студентам осознать существо метода решения многоэтапной задачи, не отвлекаясь на промежуточные преобразования.

Основой многих численных методов в математике являются итерационные процессы вида  $x_{n+1} = \varphi(x_n)$ ;  $x_0 = a$ . Система DERIVE позволяет строить такие процессы на основе команды FIXED\_POINT. При этом становится возможным сравнение различных методов численного решения задачи.

Широкие возможности графики пакета и использование многооконного режима позволяют изучать с помощью пакета преобразование графических изображений, в частности преобразование графиков функций.

## Опыт применения системы DERIVE для проведения лабораторных работ по курсу высшей математики

Автором разработаны лабораторные работы на основе использования системы DERIVE [4]:

- метод наименьших квадратов;
- вычисление неопределенных интегралов от дробно-рациональных функций;
- отыскание частного решения неоднородного линейного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами;
- приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений;
- вычисление двойных интегралов.

Для каждой лабораторной работы написана инструкция, включающая:

- цель работы;
- теоретическое обоснование;
- порядок выполнения;
- форму представления отчета по выполненной работе.

Ниже приводится образец такой работы.

### Лабораторная работа №3

Отыскание частного решения неоднородного линейного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами.

Цель работы : Используя вид правой части неоднородного линейного дифференциального уравнения, определить его частное решение.

Теоретическое обоснование : Для уравнения

$$y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + \dots + a_n y = e^{\alpha x} (P_n(x) \cos \beta x + Q_m(x) \sin \beta x) \quad (1)$$

$$\text{частное решение отыскивается в виде } y = x^l e^{\alpha x} (R_k(x) \cos \beta x + S_k(x) \sin \beta x), \quad (2)$$

где  $l$  - количество совпадений числа  $\alpha + i\beta$  с некоторым корнем характеристического уравнения,  $k = \max(n, m)$ ,  $R_k(x)$  и  $S_k(x)$  - многочлены с неопределёнными

коэффициентами степени  $k$ . Для определения этих коэффициентов функцию  $y$  дифференцируют необходимое число раз и подставляют  $y, y', \dots, y^{(n)}$  в уравнение (1).

Порядок выполнения работы.

1. Получить у преподавателя задание.
2. Записать дифференциальное уравнение (1) в поле А.
3. Записать характеристический многочлен в поле А.
4. Определить корни характеристического многочлена и их кратность, используя функцию Factor.
5. Записать частное решение уравнения с неопределёнными коэффициентами.

6. Используя команды Manage, Substitute подставить частное решение в уравнение (1).
7. Составить систему линейных уравнений для вычисления неопределённых коэффициентов.
8. Решить систему линейных уравнений, используя матричные операции.
9. Записать частное решение (2) с вычисленными коэффициентами и выполнить проверку также, как в п.6.
10. Составить отчет по лабораторной работе, включающий :
  - теоретическое обоснование метода;
  - характеристическое уравнение и его корни;
  - вид частного решения;
  - систему линейных уравнений для вычисления неопределённых коэффициентов;
  - частное решение с вычисленными коэффициентами.

На первом лабораторном занятии со студентами изучаются первоначальные понятия системы DERIVE . В помощь студентам автором разработаны методические указания по первоначальному знакомству с системой DERIVE, включающие упражнения. Дальнейшее изучение возможностей системы DERIVE осуществляется в процессе выполнения лабораторных работ.

Всего по учебному плану на лабораторные работы отводилось 16 учебных часов. Опыт показывает, что за отведенное время студенты успевают приобрести первоначальные навыки работы с системой. Ряд студентов, заинтересовавшихся этой системой, используют ее для решения задач по другим курсам.

Интегрированные математические системы следует рассматривать как мощный инструмент в руках преподавателей, студентов, инженеров и ученых. Эффективность и методическая ценность такого инструмента целиком зависит от умения преподавателя или студента применять его на практике. Появление все большего числа таких систем и увеличение парка персональных компьютеров показывает, что в скором времени обучение без их использования станет невозможным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов В.П. Справочник по применению системы DERIVE. -М.: Наука, 1996. - 143 с.
2. Дьяконов В.П. Справочник по системе символьной математики DERIVE. -М.: СК Пресс, 1998. - 256 с.
3. Лозинский Л.Д., Рутковская А.Ю. Работа с пакетом DERIVE. -М.: Академия нефти и газа им. И.М. Губкина, 1992. -80 с.
4. Лямин Е.В. Использование математического пакета DERIVE для проведения лабораторных работ по курсу высшей математики. -Самара: СГАУ, тезисы докладов научно-методической конференции, 1995, с.54.