

Л. И. БУРГАНСКАЯ,  
ст. преподаватель

## ОБ ЭЛЕМЕНТАХ ПРОГРАММИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ НА КАФЕДРЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

В последнее время все более широкое признание получает новая концепция, заключающаяся в том, что основная задача преподавателя сводится не к изложению готовых знаний, а к организации активной учебно-познавательной деятельности учащихся, в частности, самостоятельного познания учебного материала.

У будущего специалиста должны быть сформированы умственные, нравственные, трудовые и другие свойства, необходимые в его будущей деятельности. Это необходимо и потому, что знания, которые усваивает будущий специалист в настоящее время, окажутся недостаточными через 5-10 лет.

Наиболее актуальная задача состоит в том, чтобы обеспечить овладение необходимым знанием и умением за минимальное время. Большую помощь в решении этой задачи должно оказать программированное обучение.

Существуют различные определения понятия "программированное обучение". Наиболее общепринятым является следующее.

Программированное обучение - один из видов взаимодействия обучающего и обучающихся. Специфика его состоит в том, что в нем некоторые функции преподавателей выполняются обучающими программами, которые

не только более тщательно описывают подлежащие усвоению знания, умения, навыки, т. е. продукты обучения, но и пути их формирования. При программированном обучении программируется не только содержание учебного материала, но и процесс всего обучения. Программированное обучение – это не новая система обучения, призванная заменить существующую, оно является лишь новым шагом в развитии существующей системы обучения. Логические машины не заменяют преподавателя, а являются средством помощи преподавателю и учащемуся, средством механизации, повышающим производительность труда тех и других.

В настоящее время имеется ряд программированных учебных пособий по математике. В основном сейчас создаются программированные пособия, опирающиеся на учебно-методическую литературу.

Преподавателями нашей кафедры были разработаны задания по разделу "Кратные и криволинейные интегралы". На этот раздел отведена половина третьего семестра у механиков и четвертый семестр у электриков и ремонтников. Задания приспособлены для использования обучающей машины "Минчанка".

Составлено 15 заданий по пять задач в каждом. Первые две задачи на применение двойного интеграла к геометрии, третья задача – вычисление объемов с помощью тройного интеграла, четвертая и пятая – на вычисление и применение криволинейных интегралов по координатам и по длине. К каждой задаче даны три дополнительных вопроса, к которым обращается студент, если он не может сразу получить решение задачи. Например:

#### Задание 6

1. Вычислить площадь, ограниченную следующими линиями:  $xy = 1$ ,  $xy = 2$ ,  $y = x$ ,  $y = 2x$  ( $x > 0$ ,  $y > 0$ )

Дополнительные вопросы:

1. В какой системе координат проще вычислить площадь?

2. Формулы для вычисления площади в выбранной системе координат.
3. На сколько частей надо разбить область интегрирования?

Почему именно эта тема была выбрана для составления заданий? Надо сказать, что приспособление заданий к использованию машины представляет много трудностей. Казалось бы, математика такой предмет, задания по которому запрограммировать просто. Однако это далеко не так. Возьмем такой раздел, как дифференциальные уравнения. С нашей точки зрения ввести в машину ответ-решение дифференциального уравнения — крайне затруднительно. Например, общий интеграл дифференциального уравнения:  $y^2 + x^2 y' = x y y'$  имеет вид  $e^{\frac{y^2}{x}} = C y$ ,

но и выражения  $\frac{y}{x} = \ln C y$  и  $y = x \ln C y$  и  $y = x(l + \ln y)$ ,

также дают правильный ответ. Запрограммировать один из ответов, значит, запутать студентов. Аналогично обстоит дело в такой теме, как неопределенный интеграл, где ответ также не однозначный. Надо получить хотя бы одну первообразную, а их бесчисленное множество и, хотя они отличаются на постоянное число, это не всегда очевидно. Поэтому мы избрали такую тему, где получаются числовые ответы. Однако и в этом случае встретился ряд затруднений. В табл. 1 приведены правила передачи ответов машине. Во-первых задана таблица, которая каждому знаку сопоставляет определенную цифру, так как цифр всего десять, а знаков значительно больше. Получается не однозначность, что ведет к возможности ввода случайно неправильных ответов. Даже при числовом ответе надо сделать ряд оговорок, чтобы обеспечить однозначность ответа. Поэтому дополнительно к указаниям, как пользоваться таблицей, приведены некоторые правила передачи ответов машине.

1. Для передачи ответов следует использовать таблицу.

Номера	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$x$	$y$	$z$	$\rho$	$\varphi$	$\theta$	$\sin$	$\cos$	$\tan$	$\cot$	
$dx$	$dy$	$dz$	$d\rho$	$d\varphi$	$d\theta$	+	-	+	$\frac{b}{\text{СТЕРЕНУ}}$	ЗНАЧЕНИЕ
$\arctg$	$\ln$	$f(p, q)$ $f(x, y)$	$\pi$	$y^{12}$	$\sqrt{\quad}$	$dt$	$t$	$dt$	$\int$	$=$
$P, X, F, F'$	$Q, Y, F, F'$	$e, a$	$\frac{\partial p}{\partial y}$	$\frac{\partial Q}{\partial x}$	$x^{12}$	$x^{12}$	$x^{12}$	$x^{12}$	$\int$	$\int$
	ДЕКАРТОВА СИСТЕМА КООРДИНАТ	ПОЛЯРНАЯ И ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ	СФЕРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ	СФЕРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ						

Обозначения

Для того, чтобы передать какую-то цифру, следует набрать ее номеронабирателем. Для передачи какого-либо знака следует набрать номеронабирателем номер, соответствующий этому знаку.

Например:  $x \leftrightarrow 0$ ,  $\sin \leftrightarrow 6$ ,  $\sin \varphi \leftrightarrow 64$ ,  
 $\sin \theta \leftrightarrow 65$ ,  $\int \leftrightarrow 8$ ,  $\int \leftrightarrow 8$

Чтобы передать выражение  $\int^2 \sin \theta$ , надо набрать 38265 или  $\frac{2}{3} \leftrightarrow 293$ .

Нужно придерживаться следующих правил:

1. Знак умножения опускать.
2. Ответы даны в правильных и неправильных простых дробях, например, надо набирать  $\frac{27}{16}$ , а не  $\frac{11}{16}$ .
3. Вместо  $\pi$  и  $e$  не надо подставлять численных значений, например,  $12\pi \leftrightarrow 123$  или  $3e \leftrightarrow 32$ .
4. При передаче формулы, надо брать только правую часть, например:  $\int dx dy$ , а не  $S = \int dx dy$
5. В выражениях ответов надо раскрывать скобки, например:  $6\pi - 3\sqrt{2}$ , а не  $3(2\pi - \sqrt{2})$ .
6. В сферической системе координат элемент объема -  $\rho^2 \sin \theta d\rho d\varphi d\theta$ .

При составлении заданий следовало учесть также и то, что числовые ответы не должны содержать много цифр, так как это увеличивает число чисто механических ошибок и затрудняет работу с заданиями. У нас самое большое число цифр 9.

Все эти трудности были преодолены, задания составлены и апробированы. Были проведены два вида за-

нятий с этими заданиями:

1. Практическое занятие с преподавателем;
2. Самостоятельная работа студентов в присутствии преподавателя или лаборанта, которые следили за работой на обучающих машинах.

После занятия в машинном классе мы пришли к выводу, что преподаватель может сам контролировать работу группы студентов и в проведении занятий машины не оказывают существенной помощи, тем более, что время на занятия ограничено.

Второй вид занятий - самостоятельная работа студентов в присутствии преподавателя или лаборанта, которые следят за работой на обучающих машинах, - более перспективен.

К заданиям были разработаны дополнительные методические указания со ссылкой на соответствующую литературу в случае затруднений.

Такие занятия были проведены в четырех группах. Студентам выдавалось задание, которое они должны были самостоятельно выполнить. Каждой группе было отведено время по два часа два раза в неделю. Студенты справились с заданием. Дополнительные вопросы, возможность проверить правильность полученного ответа на вопрос облегчают выполнение задания и помогают лучше разобраться в материале. Проверка знаний студентов после самостоятельного выполнения заданий показала, что студенты усвоили материал по этой теме. Надо отметить, что положительной стороной таких занятий является заинтересованность студентов, им очень хочется правильно ответить на вопросы и получить подтверждение правильности решения.

Таким образом, в результате проведенного опыта мы пришли к выводу, что задания (если они хорошо составлены и снабжены методическими указаниями) с использованием обучающей машины "Минчанка" и при условии бесперебойной работы машин целесообразно испол-

зовать для самостоятельной работы студентов.

Как видно из вышесказанного, составление таких заданий требует очень большой затраты времени. Поэтому помимо заданий с применением обучающих машин "Минчанка" на кафедре разработаны и другие — по методу безмашинного программирования. Составление таких заданий требует меньшей затраты времени. В отдельных разделах курса они могут принести определенную пользу. У нас составлены задания, приспособленные для контроля знаний студентов, контроля подготовки их к занятиям.

Программированное обучение нельзя рассматривать в отрыве от традиционных методов обучения. Уже сейчас весь курс математики разбит на определенные разделы и по каждому разделу предусмотрен контроль усвоения или в виде контрольной работы, или в виде контрольного домашнего задания. На каждом занятии проводится систематический опрос студентов по теории. Кроме того, в этом году по разделам первого семестра был проведен во всех группах коллоквиум с предварительной разработкой контрольных вопросов по этим разделам. Задача состоит не в том, чтобы отбросить эти сложившиеся методы контроля и заменить их новыми, а в том, чтобы умело, где это можно, дополнить их новыми методами контроля.

Прежде чем приступить к решению задач по определенному разделу, студент должен хорошо изучить теоретический материал, а также запомнить ряд формул. Например, таблица производных и интегралов, умение отличать виды дифференциальных уравнений. Очень существенно при этом опросить группу за короткое время и выявить студентов, не подготовившихся к занятиям. У нас был проведен опыт по трем темам:

1. Таблица производных. Задания имеют следующий вид: выдается табличка с карманами, на которой написано задание, и конверт с набором различных функций.

Студент за пять минут должен выбрать из 16-20 функций пять ответов к заданию;

2. Исследование функций и построение графиков. Особенностью этой темы является то, что на исследование одной функции и построение ее графика затрачивается почти час. Поэтому можно решить на занятии не более двух, трех полимеров, а значит, опросить очень мало студентов. Чтобы занятие прошло плодотворно, студенты должны к нему подготовиться. У нас составлено задание на перфокартах, рассчитанное на 5-10 минут. Каждому студенту надо ответить на пять вопросов. Вопросы эти требуют не только формального усвоения основных признаков, но и умения пользоваться ими. Первая проверка была проведена без предупреждения в начале темы. Лишь несколько человек смогли правильно ответить на один-два вопроса. Затем студенты были предупреждены, что будет проведена проверка повторно, студенты подготовились и успешно справились с заданием;

3. По теме "Введение в анализ" было составлено задание для проверки понимания и усвоения основных понятий и определений. Студентам предлагались вопросы: найти неточность в определении и сформулировать правильно. Например:

1. Правильно ли утверждение: "Если функция определена, то она непрерывна?" Для каких функций это справедливо?

2. Будет ли функция  $\frac{1}{x-2}$  ограничена в интервалах:  $(-\infty, 1)$ ,  $(1, 3)$ ,  $(2, 5; \infty)$  ?  
Какая функция называется ограниченной в интервале?

3. Найти неточность в формулировке теоремы: "Сумма бесконечно малых есть величина бесконечно малая". Как правильно сформулировать теорему?

Цель этих вопросов - обратить внимание студентов на необходимость точных формулировок, на различные тонкости, которые они обычно не замечают. Проведение та-



кой работы занимает 5-10 минут. Однако ограничиться проведением такого опроса нельзя. Надо, чтобы студенты, неправильно ответившие на вопрос, знали правильный ответ. Поэтому после проверки проводится собеседование в группе. Студенты, неправильно ответившие на вопросы, вызываются на консультацию. Для того, чтобы такие задания принесли существенную пользу, такой контроль должен проводиться систематически в начале каждой темы и дополнять ежедневный опрос студентов на занятиях. Поэтому такие задания хорошо иметь по всем разделам курса, где это возможно и целесообразно.