АВГУСТЕВИЧ И. И., ВАСИЛЕНКО Ю. К. (Белгород)

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАННОГО ПОСОБИЯ ПО АЛГЕБРЕ

Ликвидация второгодничества — важнейшая государственная и педагогическая задача.

Одним из наиболее важных путей ее решения является индивидуализация обучения, использование наиболее эффективных форм помощи учащимся, испытывающим затруднения в усвоении учебного материала.

Однако обычные формы помощи отстающим учащимся, а именно дополнительные занятия и задания — требуют добавочной затраты рабочего времени учителя и все же нередко не достигают цели.

Как правило, отстающие учащиеся не владеют навыками самостоятельной работы, и большие трудности у них возникают именно тогда, когда они переходят от форм обучения, осуществляемых под руководством учителя, к самостоятельной работе. Повторяющиеся неудачи в самостоятельной работе травматически отражаются на психике учащихся, создают неверие в свои силы, нежелание продолжать работу.

Вот здесь-то, на наш взгляд, будет полезным программированное пособие. Алгоритмизируя и направляя мыслительную деятельность, программированные пособия обеспечивают управление работой учащихся (не лишая ее самостоятельности), вырабатывают навыки самоконтроля. Занятия с использованием таких пособий являются своеобразной формой полусамостоятельных упражнений, которые могут облегчить для учащегося трудности перехода от работы под руководством учителя к полностью самостоятельной.

Гарантируя получение правильного результата, работа по программированному пособию создает у учащихся положительное эмоциональное отношение к учению, вселяет уверенность в своих силах.

Использование программированных пособий для управления самостоятельной работой учащихся по применению полученных знаний не требует ломки сложившейся системы преподавания, а лишь дополняет ее.

Все это позволяет считать программированное пособие полезным средством дополнительной работы с учащимися (особенно слабоуспевающими), которое способно в значительной мере освободить учителя от дополнительной траты рабочего времени.

При этом следует иметь в виду, что различные принципы и методы программирования учебного материала по-разному обнаруживают свои достоинства в зависимости от конкретной дидактической цели, для достижения которой они используются.

Руководствуясь указанными соображениями, мы предприняли разработку программированного учебного пособия по решению алгебраических задач на составление уравнений первой степени с одним неизвестным.

Алгебраические задачи указанного типа обычно вызывают затруднения у некоторой части учащихся, так как последние сталкиваются здесь с новыми приемами математического мышления, несколько отличными от тех, которыми они овладели при решении подобных задач методами арифметики.

Теперь каждая задача требует от учащегося большей степени самостоятельности, поисков рационального направления решения.

Вместе с тем логическая структура таких задач легко обнажается с помощью приемов программирования и благодаря этому делается доступной даже для учащихся, слаборазвитых в математическом отношении.

Программирование задач позволяет последовательно раскрыть перед учащимися характер связей между величинами, способы их алгебраического выражения, осмыслить способы выражения содержания задачи в виде алгебраического уравнения.

В разработанном нами пособии вначале напоминается обычная схема составления уравнений по условиям задач. Первые задачи программируются по этой схеме. Однако в дальнейшем указываются и другие возможные пути составления уравнений.

Первые вопросы программы направляют мысль учащегося на анализ содержания задачи. Дальше следуют вопросы, побуждающие его алгебраически выразить зависимость между величинами. В первых задачах прямо рекомендуется, какое неизвестное обозначить буквой x, но в дальнейшем выбор неизвестного, принимаемого за x, предоставляется самому учащемуся. Каждый способ введения бухвы x обсуждается, и там, где имеется несколько примерно равноценных способов, для каждого из них составляется своя программа. Учащемуся, решившему задачу одним способом, указывается, что можно было обозначить буквой x и другое неизвестное, и предлагается заново составить другой вариант того же уравнения. Такой прием дает большую свободу управлять решением и помогает предупреждать возникновение шаблонных методов мышления.

Там, где по ходу решения требовалось воспроизвести данные задачи, в тексте рассуждений делались пропуски в виде многоточия.

На большинство вопросов дается несколько ответов, один из которых правильный. При этом учащимся указывается, в каком пункте программы они найдут оценку своего выбора.

При подборе вариантов ответов мы руководствовались возможными ошибками учащихся. Теоретически мыслимы, конечно, самые разнообразные неверные ответы. Практически же круг ошибок сравнительно невелик, и в какой-то степени они являются типичными.

В первых задачах, как правило, выбор возможных ответов дается шире, чем в последующих. Поступая так, мы руководствуемся предположением, что возможность некоторых неправильных выборов будет отпадать по мере того, как учащиеся будут овладевать навыками составления уравнений.

Из сказанного видно, что мы использовали как линейный, так и разветвленный принципы составления программ.

Линейный принцип программирования используется нами на начальных этапах решения задачи, когда в процессе анализа уясняется зависимость между величинами, когда в процессе решения нужно воспроизвести в памяти эту зависимость или числовое значение величины и, наконец, когда разветвленный принцип нежелателен из-за отсутствия реальных альтернатив.

Недостаток линейного принципа, заключающийся в том, что ученик может найти ответ на вопрос или восполнить пропуск, заглянув еще раз в условие задачи, здесь превращается в его достоинство. Это приучает учащегося неднократно возвращаться к условию задачи, вдумываться в ее содержание.

Разветвленный принцип программирования используется тогда, когда учащемуся предлагается математически выразить указанную в задаче зависимость между величинами.

Этот принцип имеет известный недостаток, который заключается в том, что учащемуся предлагается не дать ответ, а выбрать его из предложенных, что сделать, конечно, легче. Кроме того, здесь приходится показывать учащемуся и неправильные ответы. Но недостатки разветвленного принципа могут быть значительно ослаблены, в какой-то мере компенсированы, если учащемуся предлагаются варианты, соответствующие типичным ошибкам и, главное, если у учащихся есть заинтересованность в правильном решении задачи.

Упражнения в пособии подобраны таким образом, чтобы охватить все основные типы алгебраических задач, решаемых в 6—7 классах, расположены они в порядке возрастания трудности. Для того чтобы у учащихся не вырабатывался механически трафаретный навык решения задач, используются различные схемы мыслительных процессов составления уравнений, предлагаются различные уравнения для одной и той же задачи. В частности, наряду с таким методом составления уравнения, который начинается с обозначения буквой x одного из неизвестных, применяется метод общего обзора содержания задачи и словесного выражения уравнения. Дальнейшие вопросы побуждают учащегося алгебраически выразить то, что записано словами.

По мере накопления у учащихся опыта в решении задач программы меняются: уменьшается количество шагов за счет их укрупнения и исключения детализирующих вопросов; проверка правильности каждого ответа заменяется проверкой лишь в некоторых наиболее ответственных пунктах.

Для лучшего учета индивидуальных особенностей учащихся предусмотрена возможность ускорения темпа решения за счет пропуска некоторых пунктов и, наоборот, в необходимых случаях учащийся может получить дополнительное разъяснение. Например, после того, как все величины задачи выражены через неизвестное, учащемуся в некоторых программах сразу предлагается самому составить уравнение и лишь в случае неудачи он адресуется к нескольким пунктам, в которых получает помощь.

В приложении к данной статье дан образец задачи с программированным решением.

Для того чтобы пособие не было громоздким, а следовательно, неудобным в работе, оно разделено на отдельные блоки-брошюры, в каждую из которых включено 3—4 задачи.

В начале каждого блока даются условия всех задач, затем вперемежку следуют вопросы ко всем задачам. Это сделано для того, чтобы затруднить для ученика возможность пойти по линии наименьшего сопротивления, т. е. вместо обдумывания ответа и поиска просто подсмотреть нужный ответ в ближайшем пункте.

Блокирование задач и их параллельное программирование позволяют расположить вопрос и оценку вариантов ответа на небольшом расстоянии друг от друга и так, что при правильных ответах ученик листает пособие только справа налево.

Программированное пособие снабжено предисловием, обращенным к учащимся, в котором им разъясняется назначение и приемы работы с этим пособием.

Разработанное нами программированное пособие было подвергнуто экспериментальной проверке. Эксперимент проводился в 13-ти дневных и вечерних школах пятью вариантами.

Вариант А. В классе проводилась контрольная работа на решение задач с помощью составления уравнений. По результатам этой контрольной отбирались 6—16 учащихся, хуже всех справившихся с заданием. Эти учащиеся делились на две равносильные группы: экспериментальную и контрольную. Учащиеся экспериментальной группы самостоятельно разбирали задачи по пособию, а с учащимися контрольной группы эти же задачи разбирались на дополнительных занятиях, проводимых учителем. В заключение обеим группам давалась одна и та же вторая контрольная работа, аналогичная по содержанию и равная по трудности той, которая проводилась первый раз.

В варианте А имеются количественные данные по 36 учащимся из 5 школ. 18 учащихся экспериментальных групп в первой контрольной работе решили одну задачу, в повторной — 56 задач. Столько же учащихся контрольных групп в первой контрольной решили 3 задачи, а в повторной — 45 задач. В трех школах экспериментальные группы имели результаты лучше, чем контрольные, в одной школе — такие же и в одной — худшие.

Вариант Б. Отбиралась группа учащихся, нуждающихся в дополнительных занятиях по алгебре (3—6 чел.). Им предлагалось решить задачу, аналогичную той, которая имеется в пособии. Тем, кто справился с ней, предлагалась вторая, третья и т. д. Тем учащимся, которые не решили одну из задач, предлагалось разобрать аналогичную задачу по пособию, затем вернуться к нерешенной задаче.

В варианте Б имеются количественные данные по 13 учащимся 3-х школ. После работы с пособием было решено 59 задач из 71, не решено 12 задач.

Вариант В. В период изучения в классе данной темы группе учащихся, у которых, по мнению учителей, могли возникнуть затруднения при выполнении домашних заданий, пособия давались на дом для самостоятельного разбора задач, аналогичных домашним. Выполнение домашних заданий этими учащимися регулярно проверялось учителем. Одновременно учитель наблюдал за домашней работой другой группы учащихся, примерно таких же по успеваемости, но не пользующихся пособием.

Вариант В применили в двух школах. В эксперименте участвовало 12 человек. 6 человек экспериментальных групп решили 15 задач, 6 человек контрольной группы — 10 задач.

Вариант Г. После объяснения на уроке нового типа задач учащиеся, которые, по мнению учителя, нуждаются в дополнительной помощи, оставались на дополнительные занятия. Половине этих учащихся предлагалось тут же разобрать по пособию задачи данного типа, после чего самостоятельно решить несколько аналогичных задач. Второй половине учащихся предлагались для самостоятельного решения те же самые задачи, но без предварительной работы с пособием.

К варианту Г было привлечено 20 учащихся в трех школах. Учащиеся экспериментальных групп решили 34 задачи, не решили 9 задач. Учащиеся контрольных групп решили 17 задач, не решили 28 задач.

Вариант Д. Этот вариант повторял вариант Г, за исключением того, что учащимся предлагались задачи такого типа, который на уроках еще не рассматривался.

Вариант Д проводился в двух школах с 12 учащимися. В экспериментальных группах решено 8 задач, не решено 7. В контрольных группах решено 4 задачи, не решено 10 задач.

По общему мнению учителей, участвовавших в эксперименте, пособие вызывает интерес у учащихся, способствует выработке усидчивости, внимательности и учит думать.

После такой работы заметно улучшились навыки в решении задач данного типа: учащиеся правильнее стали вводить обозначения неизвестных, лучше осмысливать зависимость между данными задачами. Пособие помогает индивидуализировать обучение. Благодаря работе с пособием многие учащиеся стали успевать по алгебре (на это есть указания из 6 школ).

Отдельные учителя по собственной инициативе применяли пособия в таких формах, которые не были предусмотрены методикой эксперимента.

Так, тов. М. И. Величко (Киселевская школа Белгородской области) с успехом пользовалась пособием для оказания помощи ученикам, которые по болезни пропустили много уроков. Тов. П. Е. Фарафонова (школа № 15 г. Брянки Луганской области) указывает на целесообразность применения программированных пособий в группах продленного дня. Тов. М. П. Зыкина (ШРМ № 37 гор. Днепропетровска) проводила работу с пособием непосредственно на уроках.

Тов. Л. Е. Каплан (Головинская школа Белгородской области) использовала пособие для индивидуальной работы с сильными учащимися, опережающими других в занятиях по математике. Она предложила двум ученикам 6-го класса решение алгебраических задач по пособию задолго до того, как приступила к решению этих задач со всем классом. Этим учащимся было предложено после разбора каждой задачи по пособию решить ряд аналогичных задач. Учащиеся хорошо справились с заданием. Они решили не только все задачи, обычно решаемые в 6 классе, но и те, которые были рассчитаны на учащихся 7 классов. Этот эксперимент указывает на возможность использовать пособия для индивидуальной опережающей работы с хорошо успевающими учащимися.

Приведенные данные экспериментальной проверки позволяют сделать следующие выводы:

работа с программированным пособием положительно сказывается на умении учащихся решать задачи данного типа;

самостоятельная работа с программированным пособием может быть использована взамен дополнительной индивидуальной работы учителя со слабоуспевающими учащимися;

в проведенных экспериментах эффективность применения программированных пособий оказалась несколько выше эффективности обычных приемов работы учителей со слабыми учащимися (в частности, дополнительных занятий).

Таким образом, можно считать, что эксперимент подтвердил целесообразность использования программированных пособий в целях оказания помощи учащимся в преодолении трудностей, связанных с переходом от работы под руководством учителя к самостоятельной работе.

Вместе с тем большинство учителей высказали мнение, что пособие поможет только тем учащимся, которые сознательно стремятся ликвидировать имеющиеся пробелы, а нерадивые все равно и с пособием работать не станут.

При положительном отношении учащегося к учению результаты работы с программированным пособием выше, чем результаты дополнительной работы учителя, при отрицательном отношении, наоборот, — ниже.

Участники эксперимента указывали и на недостатки пособия, высказывали предложения по его улучшению, по более целесообразной методике работы с ним.

В настоящее время нами продолжается работа в таких направлениях:

а) расширение и совершенствование указанного пособия;

б) создание аналогичных пособий по другим темам курса математики 8-летней школы;

в) подготовка к более широкой и глубокой экспериментальной работе по данной проблеме;

г) создание обучающей машины, способной реализовать программы управления самостоятельной работой учащихся (совместно с М. Н. Труфановым).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Задача. В первом баке вдвое меньше воды, чем во втором. Если же перелить из второго бака в первый 21 л, то в первом окажется на 10 л воды больше, чем во втором. Сколько воды в каждом баке?

Запиши условие в тетрадь и начинай решение с пункта 1.

1. Какую из неизвестных величин целесообразно обозначить буквой х?

Количество воды в 1-м баке — см. пункт 5;

Количество воды во 2-м баке — см. пункт 14.

5. Это вполне возможно. Запиши в своей тетради:

В 1-м баке было х л воды. Как теперь выразить в литрах количество воды *во 2-м баке?* Прочитай то место в условии задачи, где говорится о количестве воды в обоих баках до переливания, и выбери правильный ответ.

$\frac{x}{2}$ — см. пункт 10;

x+2 — см. пункт 15;

2x — см. пункт 20;

x—2 — см. пункт 29.

10. Неправильно! В 1-м баке воды было в 2 раза *меньше*, чем во 2-м. Значит, во 2-м баке в 2 раза . . . . . , чем в 1-м. Если в 1-м баке воды х л, то сколько же будет во 2-м? Подумай, вернись к пункту 5 и дай правильный ответ.

14. Это вполне возможно. Запиши в своей тетради:

Во 2-м баке было х л воды.

Как теперь выразить в литрах количество воды в 1-м баке? Перечитай то место в условии задачи, где говорится о количестве воды в обоих баках до переливания, и выбери правильный ответ.

x+2 — см. пункт 19;

$\frac{x}{2}$ — см. пункт 25;

x—2 — см. пункт 31;

2x — см. пункт 39.

(Программа этого пути решения не приводится, так как она аналогична программе при другом выборе).

15. Неправильно! (x+2) л воды было во 2-м баке, если бы в нем было на 2 *л больше*, чем в 1-м. Но ведь в условии задачи сказано, что в 1-м баке воды было *в 2 раза меньше*, чем во 2-м. Значит, во 2-м баке в .... больше, чем в 1-м. Если в 1-м баке..... х л воды, то сколько же будет во 2-м баке?

Подумай, вернись к пункту 5 и дай правильный ответ.

20. Правильно! Запиши в своей тетради: во 2-м баке было 2x л воды.

Итак, до переливания в 1-м баке было х л воды, а во 2-м баке было 2x л воды. А как изменили количество воды в баках? Из......... бака перелили в...... бак..... литров воды. Сколько же теперь стало воды в 1-м баке? Во 2-м баке?

В 1-м баке (x—21) л, а во 2-м баке (2x+21) л — см. пункт 40:

В 1-м баке (х+21) л, а во 2-м баке (2х—21) — см. пункт 47.

29. Неправильно! (х—2) л было бы во 2-м баке, если бы в нем было *на 2 л* меньше, чем в первом. Но ведь в условии задачи сказано, что в 1-м баке воды было *в 2 раза* меньше, чем во 2-м. Значит, во 2-м в 2 раза ....., чем в 1-м. Если в 1-м баке х л воды, то сколько же будет во 2-м баке?

Подумай, вернись к пункту 5 и дай правильный ответ.

40. Неправильно! Во 2-м баке было 2х л воды. Из него *вылили* 21 л. Сколько осталось?

В 1-м баке было х л воды. В него *добавили* 21 л. Сколько стало?

Вернись к пункту 20 и дай правильный ответ. Будь более внимательным к условию задачи.

47. Правильно! Запиши в своей тетради: после переливания в 1-м баке стало (х+21) л, а во 2-м баке стало (2х—21) л воды.

Можно ли между этими выражениями поставить знак равенства?

да — см. пункт 59;
нет — см. пункт 62.

59. Нет, нельзя! Ведь в условии задачи сказано, что после переливания в 1-м баке воды стало на .... литров........, чем во 2-м баке. Перечитай еще раз это место в условии задачи и переходи к пункту 62.

62. Конечно, нельзя ставить знак равенства между этими выражениями. Ведь в условии задачи сказано, что после переливания в 1-м баке стало на 10 л воды больше, чем во 2-м баке. Значит, для того, чтобы установить равенство, нужно: количество воды во 2-м баке уменьшить на 10 л — см. пункт 67; количество воды в 1-м баке уменьшить на 10 л — см. пункт 74; количество воды во 2-м баке увеличить на 10 л — см. пункт 73; количество воды в 1-м баке увеличить на 10 л — см. пункт 71.

67. Неправильно! Во 2-м баке и так оказалось воды меньше, чем в 1-м баке. Если еще уменьшить количество воды в нем, то равенства не будет. Для того чтобы установить равенство, нужно...... Подумай, что нужно сделать, вернись к пункту 62 и дай правильный ответ.

71. Неправильно! В 1-м баке и так оказалось воды больше, чем во 2-м баке. Если еще увеличить количество воды в нем, то равенства не будет. Для того чтобы установить ра-

венство, нужно........ Подумай, что нужно сделать, вернись к пункту 62 и дай правильный ответ.

73. Правильно! Итак, в 1-м баке стало $(x+21)$ л воды, во 2-м баке $(2x-21)$ л воды, а чтобы установить равенство, нужно количество воды во 2-м баке увеличить на 10 л. Составь уравнение, запиши его и переходи к пункту 78.

74. Правильно! Итак, в 1-м баке стало $(x+21)$ л воды, во 2-м баке $(2x-21)$ л воды, а чтобы установить равенство, нужно количество воды в 1-м баке уменьшить на 10 л. Составь уравнение, запиши его и переходи к пункту 88.

78. Если у тебя записано

$$x+21=(2x-21)+10,$$

то уравнение составлено правильно. Если нет, найди свою ошибку и исправь ее.

А можно ли составить уравнение так:

$$(x+21)-(2x-21)=10?$$

да — см. пункт 90;
нет — см. пункт 94.

88. Если у тебя записано

$$(x+21)-10=2x-21,$$

то уравнение составлено правильно. Если нет, найди свою ошибку и исправь ее.

А можно ли составить уравнение так:

$$(x+21)-(2x-21)=10?$$

да — см. пункт 90;
нет — см. пункт 94.

90. Конечно, можно. В 1-м баке воды стало на 10 л больше, значит, разность между количеством воды в 1-м баке и количеством воды во 2-м баке после переливания равняется 10 л.

$$(2x-21)+10=x+21,$$
$$(x+21)-10=2x-21 \text{ и}$$
$$(x+21)-(2x-21)=10$$

— это лишь различные формы записи одной и той же зависимости.

Все эти уравнения равносильны. Реши составленное тобой уравнение и переходи к пункту 98.

94. Неверно! В этой задаче уравнение можно записать и в виде $(x+21)-(2x-21)=10$. Переходи к пункту 90.

98. В твоем решении за x принято первоначальное коли-

чество воды в 1-м баке. Но можно обозначить через x и количество воды во втором баке. Составь уравнение для этого случая обозначения неизвестных, реши его и сравни ответы, полученные в первом и во втором случаях. Ответы должны быть одинаковы.

Постарайся вторым путем решить задачу самостоятельно, но если будешь испытывать затруднения, то начни опять с пункта 1, но затем перейди к пункту 14.