

597/—

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ им. А. М. ГОРЬКОГО

На правах рукописи

Л. И. ФОКА

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УРАВНЕНИЙ
В I—V КЛАССАХ**

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени кандидата
педагогических наук
(специальность 13.731—методика преподавания
математики)

НБ НПУ



100207521

Киев—1970

Работа выполнена в Научно-исследовательском институте педагогики УССР.

Научный руководитель — кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник НИИП УССР **Е. С. Дубинчук**.

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук, профессор **Н. И. Кованцов**; кандидат педагогических наук, доцент **З. И. Слепкань**.

Внешний отзыв — Кировоградский государственный педагогический институт им. А. С. Пушкина.

Автореферат разослан « *21* » _____ июля _____ 1970 г.

Защита состоится « _____ » _____ 1970 г.

на заседании Ученого совета Киевского государственного педагогического института им. А. М. Горького (Киев-30, бульвар Шевченко, 22/24).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета

Реализация одного из наиболее важных принципов перестройки преподавания математики в нашей стране — повышения теоретического уровня образования — предъявляет серьезные требования не только к отбору учебного материала, но и к расположению его в определенной системе, а также к применяемым методам обучения.

В решении этих вопросов важное значение имеют обоснованные советской педагогикой и психологией общие положения о преемственности в обучении и воспитании (работы Б. Г. Ананьева, А. К. Бушли, Ш. И. Ганелина, А. А. Люблинской, Ю. А. Самарина, Е. Н. Кабановой-Меллер, Н. А. Менчинской и др).

В педагогической науке преемственность рассматривается как «...такая опора на пройденное, такое использование и дальнейшее развитие знаний, умений и навыков учащихся, при котором у учащихся образуются разнообразные связи, раскрываются основные идеи курса, взаимодействуют старые и новые знания, в результате чего у них образуется система прочных и глубоких знаний»¹.

Требования преемственности в указанном выше общепедagogическом плане имеют прямое отношение к сформулированному академиком А. Н. Колмогоровым принципу построения новой программы по математике: «Всюду, где это возможно, учащихся надо прямыми путями вести к современным и рациональным методам решения проблем и задач². Речь идет о таком построении программы, которое исключает «переучивание» материала на разных ступенях обучения, и об избавлении от лишнего коэцентризма. С этим положением созвучны и высказывания профессора А. И. Маркушевича о создании новых, детских пу-

¹ Преемственность учебно-воспитательной работы в IV—V классах. Под ред. А. К. Бушли и Ш. И. Ганелина. Издательство АПН РСФСР, М., 1955, вып. 72, стр. 7.

² А. Н. Колмогоров. Новые программы и некоторые основные вопросы совершенствования курса математики в средней школе, ж. «Математика в школе», 1967, № 2, стр. 5.

тей к сокровищам математической мысли¹. Новая программа обеспечивает условия для создания таких путей, начиная с I класса. Целесообразные изменения в содержании учебного материала и в характере его изложения позволяют более последовательно реализовать единую линию в развитии многих математических понятий и в известной мере решить вопрос о преемственности в смысле согласованности ступеней обучения.

Однако изменение структуры математического образования (выделение в нем циклов I—III, IV—V, VI—VIII, IX—X классы) и характера начального обучения выдвинули новые аспекты преемственности. Введение в I—V классы курса единой математики, в котором предполагается органическое сочетание арифметического материала с элементами алгебры и геометрии, заставляет по-новому решать комплекс вопросов, касающихся содержания программы и повышения эффективности обучения. Существенное значение имеет наличие в этом курсе двух этапов (I—III и IV—V классы), отличающихся прежде всего логическим уровнем материала, изложение которого проводится в основном по линейному принципу. Вместе с тем программа по математике для I—V классов не лишена известного концентризма, что вполне понятно, если принять во внимание обоснованные психологией закономерности формирования системы знаний.

С точки зрения обеспечения преемственности важным требованием к единому курсу математики является изложение в определенной системе и взаимосвязи такого материала, который до этого времени имел более-менее четко очерченные самостоятельные линии развития. Речь идет не только об отдельных курсах «арифметика» и «алгебра», а и об особенностях существующего курса алгебры, в котором усматривают по крайней мере четыре основные линии развития: расширение понятия числа, тождественные преобразования, уравнения и функциональная зависимость. Эти четыре линии, которые определенным образом связаны между собой, должны найти воплощение в курсе единой математики и органически сочетаться с арифметическим материалом. При этом приходится отказаться от традиционного взгляда на алгебру как на учебный предмет, являющийся продолжением школьного курса арифметики.

Преподавание математики в I—III и IV—V классах не может также проводиться без учета перехода, начиная с VI класса, к изучению алгебры и геометрии как отдельных учебных

¹ А. И. Маркушевич. Некоторые проблемы обучения математике в школе, ж. «Математика в школе», 1969, № 6, стр. 23.

предметов, каждый из которых имеет свою специфику и систему изложения материала.

Таким образом, в связи с переходом на новую программу по математике в I—V классах наиболее важным аспектом преемственности в обучении является внутрипредметная преемственность, которая рассматривается не только с точки зрения систематичности в расположении материала и подкрепления имеющихся знаний новыми, но и в перспективном плане.

В связи с существенными изменениями в содержании и структуре программы круг вопросов, относящихся к обеспечению внутрипредметной преемственности, значительно расширился. Это обусловлено не только включением в программу многих новых сведений, но и принципиально новым подходом к осереждению традиционного материала. Последнее относится, главным образом, к способам реализации идей новой программы в соответствующих учебниках.

Мы избрали предметом своего исследования изучение уравнений в I—V классах в указанном выше плане обеспечения преемственности. При этом мы исходили из исключительной роли уравнений на всех этапах обучения математике в средней школе и недостаточной, на наш взгляд, методической реализации идеи раннего введения уравнений в новых программе и учебниках.

В соответствии с этим была сформулирована гипотеза, состоящая в том, что раннее введение уравнений оправдывает себя только при условии усиления теоретической базы их изучения, которая может быть создана путем обеспечения должной преемственности между уравнениями и другими основными линиями курса единой математики (расширение понятия о числе, переменная, выражения и преобразование выражений).

Определение задач исследования проводилось с учетом имеющегося методического наследия в вопросе изучения уравнений в средней школе и результатов экспериментальной проверки первых вариантов новой программы.

Необходимость раннего введения уравнений и использования их как аппарата для решения задач подчеркивали еще дореволюционные методисты: А. И. Гольденберг, Ф. А. Эрн, С. И. Шохор-Троцкий и др. Попытку решить этот вопрос находим в работах А. М. Воронца, В. С. Воропая, Н. Голубенко и др., созданных уже в первые годы становления советской школы.

В 60-е годы на недостаточную эффективность изучения традиционного курса арифметики обращали внимание ученые-математики А. Я. Хинчин, Б. В. Гнеденко, А. И. Маркушевич, Н. Я. Виленкин и др., подчеркивая, в частности, архаичность способов решения арифметических задач.

Однако достичь каких-либо осязаемых результатов в решении этого вопроса на общем фоне старой программы не удалось. Вместе с тем осуществленные в этом направлении исследования создали определенный фундамент для разработки новых программ и учебников (исследования И. К. Андропова, М. А. Бантовой, А. А. Зыкова, Ю. Н. Колягина, Е. П. Лященко, А. И. Маркушевича, Ю. Н. Макарычева, М. Ф. Мартыновой, Н. Г. Миндюк, М. И. Моро, К. И. Нешкова, А. М. Пышкало, Н. А. Менчинской, Л. В. Занкова, В. В. Давыдова, Д. Б. Эльконина, П. М. Эрдниева и др.).

Нами определены такие задачи исследования:

I. В плане констатирующего эксперимента:

1. Экспериментально проверить доступность для учащихся определенного проектом программы и пробными учебниками материала об уравнениях на каждом году обучения.

2. Установить целесообразность предполагаемых проектом программы концентров при изучении уравнений.

3. В каждом разделе программы установить связи между изучением уравнений, неравенств, действий над числами, тождественными преобразованиями, расширением понятия числа и выявить влияние этих связей на качество усвоения учащимися материала.

II. В плане обучающего эксперимента:

1. Обосновать содержание и последовательность изучения материала об уравнениях с I по V класс, с учетом таких требований:

а) понятие об уравнении и соответствующую терминологию необходимо ввести уже в I классе;

б) переход к использованию правил нахождения неизвестных компонентов должен быть достаточно аргументирован доступным для учащихся способом;

в) решение уравнений на основании свойств равенств начинать в IV классе, обеспечив преемственность «нового» способа со «старым».

2. Исследовать условия формирования основных понятий об уравнении в органической связи с другими узловыми вопросами программы (изучение четырех арифметических действий, преобразований, выражений, расширения понятия о числе).

3. Обосновать требования к отбору и методике решения задач с помощью уравнений на каждом этапе обучения.

4. Для каждого логического уровня в изучении уравнений создать соответствующую систему упражнений.

5. Разработать рекомендации относительно применения методов изучения уравнений в I—V классах в соответствии с основными принципами перестройки преподавания математики в средней школе.

В процессе исследования возникла необходимость изучить состояние преподавания и качество знаний учащихся по исследуемому вопросу (по старой и экспериментальной программам) и с этой целью составить систему контрольных работ с включением материала об уравнениях по всему курсу математики I—V классов.

При исследовании были использованы такие методы:

1. Анализ психологической, педагогической, специальной теоретической, учебной и методической литературы.

2. Изучение опыта перестройки преподавания математики в I—V классах в нашей стране и в некоторых зарубежных странах.

3. Ознакомление с диссертационными работами, относящимися к проблеме нашего исследования.

4. Анализ личного опыта преподавания математики в IV—V классах по проекту новой программы и опыта работы I—V экспериментальных классов школ республики.

5. Сравнительный анализ результатов обучения по экспериментальным программам и учебникам и по предложенной нами методической системе.

6. Обсуждение отдельных результатов исследования на научных семинарах, научно-практических конференциях учителей, научно-теоретических конференциях Запорожского педагогического института и Педагогических чтениях.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и выводов.

В первой главе—«Анализ программ, учебной и методической литературы с точки зрения обеспечения преемственности при изучении уравнений в традиционных курсах арифметики и алгебры»—автор прослеживает, как на различных этапах истории дореволюционной и советской школы эволюционировали взгляды прогрессивных методистов относительно места, значения, объема сведений об уравнениях в программах и учебниках; обеспечивалась преемственность в изложении сведений об уравнениях между курсом начальной арифметики и систематическим ее курсом, между курсом арифметики и алгебры; учитывалась перспективность изучения уравнений в школе. Здесь детально анализируются учебники и задачки, которые использовались в

советской школе, а также основные методические работы (всего 29 названий).

В результате проведенного анализа делается вывод о том, что необходимость пропедевтического изучения уравнений в курсе арифметики обосновалась в отечественной методической литературе еще в дореволюционное время, но ранняя пропедевтика уравнений нашла практическое воплощение только в программах советского периода. Зависимости между компонентами и результатами четырех арифметических действий в программах начальных классов рассматривались только для установления взаимосвязей между действиями и с целью их проверки. Решение задач на нахождение неизвестных компонентов по данным и результатам действий не связывалось с решением уравнений.

Рассмотрение зависимостей между компонентами и результатами действий было изолировано от других разделов арифметики V и VI классов, и это не создавало необходимой базы для успешного использования пропедевтики уравнений на первых уроках алгебры. В частности, значительно оттягивалось время применения уравнений как средства тождественных преобразований и решения задач. Важным шагом на пути преодоления этих недостатков было создание оригинальных пособий по алгебре К. Ф. Лебединцевым, А. Н. Барсуковым, П. В. Александровым, А. Н. Колмогоровым, В. Л. Гончаровым.

Вторая глава диссертации посвящена раскрытию современных методических взглядов на место и содержание сведений об уравнениях в курсе единой математики I—III и IV—V классов и воплощению их в проектах новых программ и в экспериментальных учебниках. В главе содержится также анализ новых программ по математике и соответствующих учебников некоторых зарубежных стран (Польша, Румыния, Чехословакия, ГДР, США, Англия, Франция) с точки зрения исходных принципов нашего исследования.

На основании этого анализа был разработан план эксперимента и методика его проведения.

В третьей главе дается детальное описание осуществленного диссертантом эксперимента. Педагогический эксперимент по теме исследования проводился в три этапа в школах г. Запорожья, Запорожской области и г. Киева (СШ № 5 г. Запорожья, учителя Воронкова П. И., Евдокимова Н. В., Смоляк Т. Е., Назаренко Л. И., Ямпольская Н. П.; Днепрорудненская СШ Васильевского района, учителя Изотова М. У., Пономарева М. А., Федулenco Л. И.; СШ № 92 г. Киева, учителя Делендык С. Е. и Малеваный Ю. И.).

Первый этап эксперимента осуществлялся в 1964/65 учебном году в пятом классе СШ № 5 г. Запорожья, где диссертант

работал учителем. Преподавание велось по действующей программе, но по специально разработанной диссертантом методике. Второй этап продолжался с 1965/66 по 1967/68 учебные годы и проводился в I—III классах СШ № 5 и Днепрорудненской СШ под руководством диссертанта; третий этап охватывает соответственно 1968/69 и 1969/70 учебные годы (IV—V классы СШ № 5 г. Запорожья и СШ № 92 г. Киева). В СШ № 5 диссертант работал учителем, а в СШ № 92 эксперимент проводился под его руководством.

В начале 1964/65 учебного года в экспериментальном пятом классе был проведен нулевой срез, программа которого включала такие задачи:

1. Изучить уровень теоретических знаний учащихся по программе I—IV классов.
2. Установить качество и действенность знаний о компонентах и результатах четырех арифметических действий (название компонентов и результатов действий, зависимости между ними, умение применить их на практике).
3. Выявить отношение учащихся к знаниям, приобретенным в течение четырех лет.

Средствами реализации этих задач были наблюдения на уроках, анкетирование, контрольные работы, индивидуальные и групповые беседы с учащимися. В результате нулевого среза нами было установлено, что учащиеся, окончившие IV класс, недостаточно знают названия компонентов и результатов действий. Около половины обследованных детей забыли материал о зависимостях между компонентами и результатами действий или допускали ошибки в их применении. Это объясняется тем, что в начальных классах зависимости между действиями, компонентами и результатами действий не были органически связаны с остальным учебным материалом и не находили достаточного практического использования. При переходе из класса в класс не обеспечивалась должная преемственность при изучении этих зависимостей. Таким образом, ценный аппарат «зависимостей» не работал на арифметику. Обследование показало, что учащиеся не владели материалом о зависимостях между компонентами и результатами действий в такой мере, чтобы их можно было применить к решению хотя бы несложных задач.

Исходя из предположения, что в условиях работы по действующей программе V класса можно значительно усилить пропедевтику уравнений, мы разработали соответствующую методику исследования этого вопроса, в основу которой была положена программа активных действий. Обучение по этой методике осуществлялось самим диссертантом. Исследовался, в частности, вопрос

о возможности вооружения учащихся аппаратом уравнений для решения типовых задач. В соответствии с этим ставилась задача очертить круг теоретических сведений об уравнениях, которые необходимо дать в V классе, и разработать методику их изучения с учетом связей данного материала с соответствующими разделами действующей программы. В этих условиях важное значение приобрел вопрос обеспечения преемственности между известным учащимся материалом и элементами теории уравнений, которые необходимо было ввести.

Программа активных действий предполагала: систематическое повторение названий компонентов, результатов действий и зависимостей между ними; введение понятия уравнения и его решения; составление уравнений самими учащимися; изучение уравнений в непосредственной связи с простейшими преобразованиями выражений, решением задач, изучением новых числовых множеств и вооружением учащихся вычислительными навыками; широкое использование математических диктантов для обучения учащихся чтению и составлению числовых и буквенных выражений; усиление внимания к вопросам методической техники при решении задач: краткая запись условия задачи в виде схем, таблиц, применение графических иллюстраций; обеспечение преемственности между решением задач отдельными действиями, составлением числового выражения и уравнениями. Таким образом, разработанная нами программа активных действий включала новые элементы знаний об уравнениях и предполагала внесение определенных коррективов в методику преподавания.

Основой для расширенного изучения уравнений были избраны разделы программы «Натуральные числа» и «Дроби», причем новые для учащихся понятия (равенство, неравенство, уравнение, решение уравнений) раскрывались при помощи целесообразно подобранной системы упражнений. Большое внимание было уделено также подготовке учащихся к решению задач при помощи уравнений.

Как показало наше исследование, учащиеся пятого класса отдавали предпочтение арифметическому способу решения задач. Числовые выражения они составляли только к задачам, решаемым в 2—3 действия. Но вместе с тем произошли качественные изменения в знаниях учащихся. Большинство из них свободно называли компоненты и результаты действий, устанавливали зависимости между ними, читали, составляли, записывали выражения, содержащие более двух действий, сознательно пользовались буквенной символикой.

Таким образом, реализованная система изучения пропедевти-

ки уравнений не только не отвлекала внимание учащихся от основных программных вопросов курса арифметики, а наоборот, повысила качество их усвоения. В частности, значительно укрепились вычислительные навыки учащихся, знания законов и свойств действий стали более сознательными и действенными.

Эксперимент подтвердил гипотезу о том, что формирование новых понятий, связанных с уравнениями, и введение соответствующей терминологии требуют продолжительного времени и предполагают органическое сочетание с остальным материалом. Что касается применения уравнений к решению задач, то оказалось, что знания одних только зависимостей между компонентами и результатами действий без преемственности и последовательности в подборе подготовительных упражнений и задач недостаточно для выработки соответствующих умений.

На втором и третьем этапах эксперимента в соответствии с целью нашего исследования и исходными положениями разработанной методики мы реализовали в I—V классах свой вариант изучения уравнений по специально разработанной программе.

При этом был выполнен такой объем работы: 1) диссертантом проведено в экспериментальных и контрольных классах около 500 уроков; 2) проанализировано около 250 уроков учителей; оценено около 3000 ответов учащихся, в том числе и с участием диссертанта; 4) проведено около 200 бесед с классами и отдельными учащимися и более 100 — с учителями, проверено и проанализировано около 5000 письменных работ учащихся. Весь собранный материал был детально изучен, обобщен и обработан количественно и качественно. Результаты анализа этой работы были учтены при разработке системы изучения уравнений в I—V классах, которая освещается в **четвертой главе**.

Предлагаемая методика изучения уравнений с учетом требований преемственности обеспечивала: 1) явное и целенаправленное введение понятия уравнения и соответствующей терминологии, начиная с I класса; 2) равномерный подбор и распределение упражнений и задач по отдельным разделам и темам программы; 3) постепенное повышение сложности материала; 4) изучение уравнений в непосредственной связи с тождественными преобразованиями выражений, решением задач, расширением числовых множеств, с вооружением учащихся вычислительными навыками; 5) более ранний переход от решения уравнений на основании зависимостей между компонентами и результатами действий к решению их на основании свойств равенства (IV класс); 6) усиление внимания к вопросам методической техники при решении задач; 7) последовательный переход от решения задач отдельными действиями к составлению числового вы-

ражения и к уравнениям; 8) перспективу перехода от начального курса единой математики к курсу алгебры.

Исходя из психолого-дидактических требований к системе упражнений, мы усилили внимание к упражнениям с вариативными методами решения, с неявно выраженными алгоритмами решения (обратным задачам и комбинированным примерам) и к самостоятельному составлению учащимися задач.

Наша система изучения уравнений, начиная с I класса, содержала разработку всевозможных связей учебного материала с понятиями, которые постепенно готовят учащихся к усвоению зависимостей между компонентами и результатами действий и раскрывают содержание понятия уравнения. Введение соответствующей терминологии позволило ознакомить первоклассников с многовариативным подходом к зависимостям. При этом мы исходили из того, что с самого начала обучения детей следует исключить переучивание и переориентацию, которые сами по себе всегда трудны.

Использование взаимосвязей между действиями, сравнение, сопоставление прямых и обратных задач, вариативность заданий, систематическая опора на изученное, учет реальных возможностей углубления и расширения новых понятий и приемов вычислений способствовали повышению уровня вычислительных навыков первоклассников.

Методика изучения уравнений во II классе предполагала: а) выработку у учащихся умений формулировать предложения, выражающие зависимости между результатами и компонентами четырех арифметических действий, и составлять текстовые задачи по аналитическим записям этих зависимостей; б) усиление внимания к составлению и чтению выражений, содержащих два и больше действий; в) применение законов и свойств действий к решению уравнений; г) преобразование неравенств в равенства и наоборот; д) постепенное введение буквенной символики для обобщений изученных свойств действий и зависимостей между их компонентами.

В третьем классе систематизировались и обобщались знания учащихся о математических выражениях, шире использовались уравнения при решении задач. Наша система изучения уравнений была направлена на применение наиболее эффективных методов и приемов работы с целью: а) формирования у учащихся навыков в решении уравнений вида $a(x \pm m) = c$; $a:(x \pm m) = c$; $ax + vx + c = d$ и др.; б) обеспечения преемственности между понятиями, непосредственно связанными с понятием уравнения и соответствующей терминологией; в) установление связей уравнений с тождественными преобразованиями и использование для решения уравнений аналогий с действиями над именованными

числами; г) использование буквенной символики для раскрытия смысла действий и показа взаимосвязей между действиями и уравнениями.

Варьирование характера упражнений уменьшало свойственную учащимся этого возраста стереотипность действий и рассуждений, способствовало переосмыслению приобретенных знаний, побуждало детей к раздумьям и поискам, а все это, в свою очередь, способствовало развитию творческой мыслительной деятельности их, повышало эффективность обучения.

Принципиальным требованием к изучению уравнений в IV классе является рассмотрение их в определенной системе, обеспечение систематической связи уравнений с тождественными преобразованиями и углублением сведений о числах и действиях над ними.

Мы исходили из того, что новая программа обеспечивает условия для более раннего введения необходимой терминологии и усиления логического обоснования способов решения уравнений, чем это предусмотрено в учебнике IV класса¹. По этому учебнику решение задач с помощью уравнений проводится в основном на простых задачах с «непрямым ходом решения», в результате чего у учащихся не создается представления о «силе» метода, тем более, что большинство этих задач они решают устно, без составления уравнений.

Не выходя за пределы требований программы и существенно не нарушая систему изложения материала по учебнику, мы начали работу над уравнениями с первых уроков обучения в IV классе. Повторив и систематизировав знания учащихся по материалу I—III классов, мы усиливали некоторые вопросы теории уравнений и их применение; упорядочили знания учащимися необходимой терминологии и последовательно раскрывали идею буквенной символики. Для решения уравнений наряду с применением зависимостей между компонентами и результатами действий использовались и свойства равенства.

Решение уравнений на основании свойств равенств значительно расширило круг задач на составление уравнений. Вместе с тем мы имели возможность подготовить мышление учащихся к рассмотрению более общего способа решения уравнений и тем самым до некоторой степени облегчить изучение уравнений в V классе, где вводится большое количество новых понятий и определений.

Экспериментальное обучение показало, что выбор учащимися

¹ Математика, 4 класс, пробный учебник под редакцией А. И. Маркушевича, М., 1969.

способа решения задач (арифметического или с помощью уравнения) обуславливается уровнем подготовки в I—III классах, подбором и структурой задач, систематичностью применения учителем того или другого способа. Успешному решению задач на составление уравнений способствует умение учащихся записывать кратко (схематически) условие задачи; составление, чтение выражений (числовых и содержащих переменные); вариативность способов решения задач арифметическим способом; сопоставление арифметического способа с решением той же задачи с помощью уравнения; преемственность в подборе подготовительных упражнений и задач по степени трудности; самостоятельное составление учащимися задач по данным уравнениям.

Несмотря на то, что в программе реализован линейный принцип следования материала, в изучении уравнений намечается по крайней мере два концентра: нахождение неизвестного на основании зависимостей между компонентами и результатами действий и при помощи применения свойств равенств. Наличие этих концентров обусловлено тем, что изучение сведений об уравнениях нельзя проводить изолированно, в отрыве от расширения понятия числа, изучения действий над числами и тождественными преобразованиями выражений.

Следовательно, речь идет об обеспечении преемственности не только в самой линии «уравнений», но и между уравнениями и изучением числовых множеств, выражений и их преобразований.

Наиболее последовательно эту идею можно реализовать в V классе в связи с введением отрицательных чисел. В своем эксперименте мы уделили должное внимание свойствам равенств и рассматривали их сначала на множестве неотрицательных целых чисел и десятичных дробей и в V классе — на множестве рациональных чисел. Постепенность в рассмотрении этих сведений предостерегала от одновременного нагромождения нескольких трудностей, в частности, при изучении действий над отрицательными числами. Это способствовало также уточнению и углублению представлений учащихся о равенствах и их свойствах. Упражнения подбирались так, чтобы их выполнение требовало применения теоретических сведений, а это, в свою очередь, развивало интеллектуальную активность учащихся, способствовало развитию у них самостоятельного мышления. Исследования психологов и личный опыт автора убеждают в том, что самостоятельному мышлению надо учить и его развитием руководить так же, как и приобретением знаний. С этой целью мы изменяли характер упражнений учебника, усложняли и варьировали задания для самостоятельного решения.

При решении задач с помощью уравнений большое значение имеет выбор основного соотношения, которое направляет весь

дальнейший комплекс действий по выражению величин, входящих в задачу, через данные и искомые, оказывает существенное влияние на выбор неизвестного. В диссертации раскрывается методика этой работы.

Наши исследования в вопросе решения задач с помощью уравнений подтвердили гипотезу о том, что для овладения этим методом необходимо осуществить систему методических мероприятий, направленных на обеспечение преемственности с таким основным линиям: а) переход от аналитико-синтетического разбора задачи к целенаправленному выбору зависимостей между известными и неизвестными величинами; б) согласованность между усвоением тождественных преобразований выражений и видом уравнений; в) учет этапов расширения понятия числа при подборе задач; г) целенаправленная работа по рационализации процесса решения задач; д) специальный подбор задач, при решении которых сочетается арифметический и алгебраический способы их решения.

Результаты исследования эффективности разработанной нами системы изучения уравнений, обеспечивающей преемственность, подытоживались по двум основным направлениям: достигнутый уровень знаний, умений и навыков учащихся за каждый год и за пять лет обучения и рост у учащихся общей математической культуры.

Основным критерием при определении уровня знаний и навыков учащихся были: степень овладения математическими понятиями и отношениями между ними, глубина понимания различных зависимостей между величинами, умение самостоятельно найти наиболее рациональные способы решения заданий, темп выполняемой работы и умение ориентироваться в определенных математических ситуациях.

На основании анализа контрольных работ, проводимых на каждом году обучения (их было от 8 до 22), можно сделать вывод о том, что в экспериментальных классах процент учащихся, которые писали работы без ошибок, значительно выше, чем в контрольных классах. О характере и количестве ошибок дает представление таблица (стр. 16).

В экспериментальных классах заметно возросло число учащихся, выполняющих работы на «5» и «4».

В экспериментальных I—III классах среднее прогрессивное результатов контрольных работ (в баллах) составляет 5,0—5,0—4,9; среднее 4,9—4,1—4,2; среднее регрессивное 3,3—3,5—3,5, а в контрольных классах соответственно: 4,5—4,3—4,3; 3,8—3,8—3,7; 2,8—2,8—3,1.

В экспериментальном классе уровень вычислительных навыков учащихся в начале четвертого года обучения по сравнению с

III классом в конце года незначительно снизился: $9,70 - 9,21 = 0,49$ операций в минуту, а в контрольном соответственно $8,00 - 7,15 = 0,85$ операций в минуту. Прочность знаний учащихся в экспериментальном классе составляет 94,95%, в контрольном — 89,4%. Объективность оценки учителем уровня овладения учащимися вычислительными навыками подтверждается высоким коэффициентом корреляции $= +0,81$, а стандартная ошибка показывает его статистическую значимость. Наряду с этим хронографическая обработка данных расхода времени на выполнение домашних заданий показывает, что в среднем учащиеся экспериментального класса расходовали времени на 50% меньше, чем контрольного.

При одинаковой затрате учебного времени, при одинаковом, а иногда и меньшем количестве домашних заданий учащиеся третьего экспериментального класса усвоили более широкую по объему учебную информацию, которая имела большое значение для их математического развития. Однако в IV классе замечено некоторое снижение среднего прогрессивного, среднего и среднего регрессивного уровня знаний учащихся по результатам контрольных работ. Для экспериментального класса среднее прогрессивное составляет 4,6; среднее — 3,8; среднее регрессивное — 2,9; соответственно для контрольного класса эти характеристики таковы: 4,1—3,2—2,6.

Это можно объяснить несколькими причинами: а) переход на предметное обучение; б) ослабление в целом контроля за работой учащихся (имеются в виду разные требования учителей); в) усиление общего логического уровня курса математики (вводится большое количество новых понятий, терминов, расширяется множество чисел); г) увеличивается объем информации, и это требует значительного повышения темпа работы.

Как видим, в IV классе абсолютные средние показатели ниже, чем были в I—III классах. Однако относительные показатели нашего экспериментального класса значительно превышают соответствующие результаты контрольного и четвертых классов гг. Севастополя, Киева и др.

Анализ ответов учащихся, индивидуальные беседы с ними, результаты самостоятельных и контрольных работ свидетельствуют о том, что осуществленное нами целенаправленное изучение уравнений обеспечивает также прочное знание действий над многозначными числами и дробями. На протяжении года учащиеся нашего экспериментального класса написали 21 контрольную и самостоятельную работу. В этих работах допущено ошибок на вычисление только 23, на зависимости между компонентами и результатами действий — 22, на тождественные преобразования выражений — 49.

Таким образом, эксперимент подтвердил, что такие довольно сложные вопросы программы, как раскрытие скобок, заключение в скобки, упрощение выражений, учащимся IV класса доступны. Успешное усвоение их достигается благодаря обеспечению преемственности в рассмотрении тождественных преобразований и изучении уравнений.

На основе результатов исследования и обобщения передового опыта в диссертации сделаны следующие выводы и практические предложения.

Новая программа по математике создает условия для значительного повышения эффективности изучения уравнений. Материал об уравнениях, определенный пробными учебниками I—V классов для каждого года обучения, доступен учащимся, и выделение двух концентров при изучении сведений об уравнениях целесообразно.

Однако включение элементов алгебры и геометрии в систему арифметических знаний требует усиления внимания к обеспечению внутрипредметной преемственности. Реализация этих задач вызывает определенные трудности. В частности, большинству учителей, особенно начальных классов, необходимо переосмыслить сформированные у них ранее методические концепции и овладеть некоторыми важными понятиями математики.

Для новой программы и пробных учебников характерна излишняя осторожность в переходе от рассмотрения зависимостей между компонентами и результатами действий к систематическому изучению уравнений с необходимыми логическими обоснованиями и употреблением соответствующей терминологии. Вместе с тем осуществление других идей программы (введение переменной, выражения, преобразования выражений) создает условия для изучения уравнений на более высоком логическом уровне при равномерном распределении учебного материала по годам обучения с учетом требований преемственности и перспективности.

В связи с этим в исследовании особое внимание было уделено определению содержания, объема и места материала об уравнениях на каждом году обучения, установлению основных линий связи сведений об уравнениях с другими узловыми вопросами начального курса математики, отбору задач, которые целесообразно решать с помощью уравнений на разных этапах обучения.

Экспериментальное обучение показало, что формирование понятия уравнения и других связанных с ним понятий, введение соответствующей терминологии требуют продолжительного времени, поэтому целенаправленное изучение уравнений должно проводиться с первого класса.

Успешное усвоение уравнений учащимися I—III классов и подготовка к изучению их на более высоком теоретическом уровне в IV—V классах достигается прежде всего постепенным развертыванием и углублением материала на протяжении каждого года обучения.

Учитывая то обстоятельство, что последовательное осуществление преимущества придает обучению перспективный характер, целесообразно готовить учащихся к новому, обобщенному способу решения уравнений на основе свойств равенств уже в I—III классах. В IV классе создаются реальные возможности применять «новый» способ решения уравнений на множестве неотрицательных целых чисел и десятичных дробей. Благодаря этому удается избежать одновременного нагромождения нескольких трудностей, в частности, связанных с изучением отрицательных чисел.

Разработанная и реализованная нами система изучения уравнений не отвлекает внимание учащихся от основных вопросов курса единой математики, а наоборот, повышает качество усвоения их. В частности, в результате обучения по нашей методике улучшились вычислительные навыки учащихся, знание ими законов и свойств действий стало более сознательным и действенным, аппарат уравнений широко применялся при решении задач.

Результаты исследования обсуждались на методических советах опорных средних школ № 5 г. Запорожья и СШ № 1 Днепрорудного Васильевского района Запорожской области, на методических объединениях учителей начальных классов и учителей математики Жовтневого района г. Запорожья, на совете Запорожского облоно, на Республиканском научно-методическом семинаре при кафедре элементарной математики и методики математики Киевского государственного педагогического института им. А. М. Горького.

Диссертант провел определенную работу по внедрению результатов своего исследования. В частности, с 1964 по 1968 г. руководил постоянно действующим семинаром-практикумом учителей начальных классов и учителей математики Жовтневого района г. Запорожья по вопросам перестройки математического образования в средней школе. Методические положения и рекомендации по изучению уравнений в I—V классах нашли практическое воплощение в лекциях, которые диссертант систематически читал на курсах повышения квалификации и переподготовки учителей для работы по новым программам; семинарах директоров, завучей и методистов при Центральном институте повышения квалификации учителей (Киев), областных ИУКУ (Запорожье, Севастополь, Киев). По теме диссертации прочитаны

доклады на итоговых научных конференциях Запорожского государственного педагогического института (1965—70 гг.), Республиканских научно-практических конференциях (г. Херсон, 1965 г.; г. Симферополь, 1966 г., г. Киев, 1967 г.; г. Ивано-Франковск, 1969 г.; на юбилейных чтениях, г. Киев, 1970 г.).

Основные положения диссертации изложены в следующих работах автора:

1. В поисках нового. Журнал «Радянська школа», 1966, № 4 (на укр. языке).

2. Единство содержания и методов обучения. Журнал «Радянська школа», 1967, № 7 (на укр. языке).

3. Проверем новые программы. Журнал «Радянська школа», 1968, № 5 (на укр. языке).

4. Из опыта обучения математике в III классе по новой программе. Журнал «Радянська школа», 1969, № 4 (на укр. языке).

5. Математические диктанты для I класса. Журнал «Початкова школа», 1969, № 2 (на укр. языке).

6. Математические диктанты для II класса. Журнал «Початкова школа», 1969, № 4, 1970, № 1 (на укр. языке).

7. Математические диктанты для начальных классов. Издательство «Радянська школа», К., 1970 (на укр. языке, 3,2 п. л.).

8. О преподавании математики в IV классе по новой программе (глава методического письма). Издательство «Радянська школа», К., 1969 (на укр. языке, 2,0 п. л.).

9. Методические материалы по математике для учителей экспериментальных IV классов на 1969/70 учебный год. (в соавторстве), НИИП УССР, К., 1969 (на укр. языке, ротапринт, 5 п. л.).

10. Уравнения в V классе (в книге «Методические разработки по математике для учителей пятых экспериментальных классов на 1970/71 учебный год»), НИИП УССР, К., 1970 (на укр. языке, ротапринт, 1,5 п. л.).

11. Экспериментальное обучение математике в I—II классах. Сб. «Наука і виховання», издательство «Промінь», Днепропетровск, 1970 (на укр. языке).

12. Обеспечение преемственности и перспективности при изучении уравнений в восьмилетней школе. Тезисы докладов и сообщений на научной конференции. Запорожский пединститут, 1965 (на укр. языке).

13. Приглашаем на семинар. Газета «Радянська освіта», 1968, № 7, 28/II (на укр. языке).

14. Задачи в курсе математики IV класса по новой программе. Журнал «Радянська школа», 1970, № 8.

15. Самостоятельные и контрольные работы по математике для II класса. Журнал «Початкова школа», 1970, № 8.