

V

АКАДЕМИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК СССР  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ШКОЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

---

На правах рукописи

ЯКОВСОН Лилля Львовна

УДК 372.851.046.14

ФОРМИРОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ МНОГОГРАННИКОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

13.00.02 - методика преподавания математики

**А в т о р е ф е р а т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

Москва 1990

Работа выполнена в Научно-исследовательском институте  
школьного оборудования и технических средств обучения  
АПН СССР

Научный руководитель - доктор педагогических наук,  
профессор Д.Е. Дурасевич

Научный консультант - кандидат педагогических наук  
И.В. Роберт

Официальные оппоненты: член-корреспондент АПН СССР,  
доктор педагогических наук,  
профессор Д.М. Колягин

кандидат технических наук,  
доцент Э.И. Кузнецов

Ведущая организация: Омский государственный  
педагогический институт

Защита состоится "19" октября 1990 г.  
на заседании специализированного совета К 018.06.01  
в НИИ содержания и методов обучения АПН СССР по адресу:  
129243, г. Москва, ул. Космонавтов, д. 18, к. 1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
института.

Автореферат разослан "27" августа 1990 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета  
кандидат физико-математических  
наук

  
Е.К. Страут

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В условиях внедрения в современное производство микропроцессорных средств, устройств программного управления, роботов, гибких автоматизированных систем наблюдается тенденция к использованию схематического представления информации, замене реальных объектов моделями, наглядных изображений - условными обозначениями. Для описания различных технологических процессов и технических объектов все шире применяются кинематические схемы, графики, чертежи, инструкционные карты. Поэтому для большинства современных специалистов в равной мере необходимы умения создавать мысленную пространственную конструкцию некоторого объекта по его графическому представлению и умения оперировать вторичными образами.

Способность создавать и свободно оперировать пространственными образами в процессе решения учебных, графических, художественных, конструктивно-технических и многих других задач рассматривается сегодня как одна из фундаментальных человеческих способностей, характеризующих уровень общего интеллектуального развития человека.

В числе основных школьных дисциплин, которые наиболее последовательно формируют умения по двумерному изображению создавать пространственную конструкцию, отображать в образе форму и величину объектов, метрические отношения отдельных элементов, переводить представление о трехмерном объекте в его реальное изображение, ряд психологов, в том числе И.Я.Каплунович, В.С.Столетнев, И.С.Якиманская, называют геометрию. Вооружая ученика одним из богатейших средств познания окружающего мира и обладая потенциальными возможностями для его развития, изучение стереометрического материала создает благоприятные условия для формирования графических образов трехмерных объектов. Однако, анализ состава образов, формируемых у учащихся при изучении геометрии в средней школе, позволяет констатировать, что способность устанавливать пространственные соотношения по плоскому чертежу развивается недостаточно. Методика обучения геометрии не располагает пока системой научно обоснованных рекомендаций по формированию умений адекватно воспринимать пространственные тела по их графическим изображениям и переводить представления об объекте в его реальный рисунок. Психологами И.Я.Каплуновичем, Е.Н.Кабановой-Меллер, Б.Ф.Ломовым, И.С.Якиманской установлено, что целенаправленное формирование структур образного мышления с заданными свойствами требует создания специальных средств организации познавательной деятельности учащихся, разработанных с учетом психо-



логических закономерностей восприятия графических изображений и оперирования образами.

Существенный разрыв между возрастными в современных условиях требованиями к образному и техническому мышлению, графической культуре выпускника общеобразовательной школы и реально достигаемым уровнем его теоретической и практической стереометрической подготовки; недостаточная методическая разработанность вопросов, связанных с формированием графических образов трехмерных объектов; отсутствие эффективных средств организации познавательной деятельности, направленной на овладение графическими умениями, - все это указывает на актуальность предпринятого нами исследования.

Анализ отечественного и зарубежного педагогического опыта применения технических средств современных информационных технологий (Р.Вильямс, Б.С.Гершунский, Эд.Джейкобсен, Г.М.Клейман, А.А.Кузнецов, К.Маклин, Е.И.Машбиц, В.М.Монахов, С.Пейперт, А.Рубцов, И.В.Роберт, Т.А.Сергеева и др.), уникальных возможностей представления графического материала средствами трехмерной компьютерной графики позволили высказать предположение о возможности интенсифицировать процесс формирования графических образов пространственных объектов путем использования педагогических программных средств различного дидактического назначения для оперативного педагогического руководства познавательной деятельностью учащихся. В связи с этим проблема нашей работы заключается в том, чтобы выявить и наиболее полно реализовать дидактические возможности педагогических программных средств для формирования графических образов многогранников.

Цель исследования состоит в создании методики формирования графических образов многогранников, предусматривающей использование педагогических программных средств, для повышения эффективности овладения графическими умениями, развития познавательных способностей учащихся.

Объект исследования - психолого-педагогические основы и школьная практика формирования графических образов многогранников, а его предмет - условия и средства эффективного формирования графических образов многогранников.

При исследовании сформулированной проблемы мы исходили из следующей гипотезы: педагогические программные средства различного дидактического назначения во взаимодействии с традиционными средствами обучения обеспечивают поэтапное многоуровневое

формирование графических образов многогранников, расширяют возможности развития познавательных способностей каждого ученика, если использование их создает условия для:

- оперативного управления учебно-познавательной деятельностью ;
- индивидуализации деятельности школьников путем дифференцирования по сложности предъявляемых заданий, варьирования темпа и стиля обучения в зависимости от достигнутого уровня развития самостоятельности и познавательных способностей ученика ;
- применения динамического стереометрического изображения в качестве одного из эффективных средств формирования графических умений ;
- создания положительного мотивационного фона на всех этапах формирования графических образов многогранников.

Для достижения поставленной цели и проверки гипотезы необходимо было решить следующие задачи :

1. Сформулировать психолого-педагогические требования к процессу формирования графических образов многогранников.
2. Определить дидактические функции и свойства средств обучения, необходимых для формирования графических образов многогранников.
3. Разработать методическую инструментовку процесса формирования графических образов многогранников.

Методологическую основу исследования составляют труды советских и зарубежных психологов, философов, педагогов, нормативные документы по вопросам развития народного образования.

В процессе работы над диссертацией использовались различные методы исследования:

- анализ психолого-педагогической, учебно-методической, философской, технической литературы по избранной теме, программ и других нормативных документов, учебных пособий по геометрии ;
- изучение и обобщение опыта преподавания стереометрии в средних школах ;
- анализ зарубежного и отечественного опыта применения педагогических программных средств в процессе изучения различных школьных дисциплин ;
- педагогический эксперимент.

Научная новизна и теоретическая значимость работы заключается в том, что предложены новый дидактичес-

кий подход и методика формирования графических образов многогранников, предполагающие использование педагогических программных средств: установлены уровни и этапы формирования графических образов многогранников; выделены дидактические требования к сформированности графических образов разных уровней; определены дидактические функции и свойства средств обучения, целесообразных для формирования графических образов; раскрыты совокупность условий эффективного применения, роль и место педагогических программных средств на разных этапах формирования графических образов многогранников; предложены подходы к вариативному использованию предлагаемой методики с учетом уровня развития графических умений.

Необходимый уровень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений обеспечивается в диссертации корректным в научном отношении выбором методов исследовательской работы, адекватных характеру решаемых задач, опытно-экспериментальной проверкой гипотезы.

Практическая значимость диссертационного исследования состоит в том, что предложенная методика формирования графических образов многогранников может быть использована в учебном процессе различных типов средних учебных заведений и в системе подготовки и повышения квалификации учителей.

На защиту выносятся следующие положения:

1. В процессе формирования графических образов многогранников целесообразно выделить несколько этапов и уровней, отличающихся между собой свободой владения умением перевода внешних действий по установлению взаимосвязи между трехмерным объектом и его двумерным изображением в мысленную сферу и обратно.

2. Эффективное формирование графических образов многогранников с учетом выделенных этапов и уровней может быть достигнуто при условии комплексного использования традиционных средств обучения и педагогических программных средств.

Апробация работы. Основные результаты и положения диссертационного исследования докладывались и обсуждались на заседаниях лабораторий ИВТ НИИ ШОТСО АПН СССР (г.Москва, 1986-1989 гг.), методики обучения математике НИИ СиМО АПН СССР (г.Москва, 1990 г.), на научно-практических конференциях аспирантов и младших научных сотрудников НИИ ШОТСО АПН СССР (г.Москва, 1987-1989 гг.), на курсах усовершенствования учителей г.Витебска при областном ИУУ (1989 г.), на заседаниях кафедры алгебры и методики преподавания

математики Витебского государственного педагогического института (1969 г.).

Внедрение. Результаты исследования внедрены в практику работы учителей средних школ Ленинского района, СШ №№ 226, 542 г.Москвы, средних школ г.Витебска через использование педагогических программных средств пакета "Многогранники" и методических рекомендаций "Изучение многогранников в школьном курсе геометрии", а также применяются при изучении соответствующих разделов методики преподавания математики на физико-математических факультетах Витебского, Вологодского, Стерлитамакского педагогических институтов. Автором диссертации проводились лекционные и практические занятия по теме исследования в Московском областном педагогическом институте. Разработанный пакет педагогических программных средств "Многогранники" принят всесоюзной Комиссией по ИПС и рекомендован к использованию в учебно-воспитательном процессе массовой школы. Результаты исследования отражены в 6 опубликованных печатных работах.

Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения и списка литературы.

#### ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы, определены элементы научного аппарата исследования, показан новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе "Теоретические основы формирования графических образов многогранников" углублены и конкретизированы психолого-педагогические требования к процессу формирования графических образов многогранников, сформулированы дидактические функции и свойства средств обучения, рекомендуемых к использованию на различных этапах этого процесса, определены роль, место педагогических программных средств в процессе формирования графических образов многогранников, их связь с другими средствами обучения.

Во второй главе "Методика формирования у учащихся графических образов многогранников с использованием педагогических программных средств" предложена методическая инструментовка процесса формирования графических образов, раскрыты подходы к вариативному использованию предлагаемой методики с учетом намеченных этапов и уровней, приведены результаты экспериментальной проверки эффективности разработанной методики.

В заключении изложены основные результаты проведенного педагогического исследования.

Анализ таких психологических феноменов как восприятие, представление, представления памяти и воображения, пространственные представления, воображение, образное и пространственное мышление позволил определить категорию графических образов как мысленное или реальное двумерное отображение представления о пространственном объекте. Такая дефиниция дала возможность в качестве структурных компонентов деятельности по созданию графических образов назвать:

- создание пространственного образа по двумерному изображению;
- создание мысленного двумерного образа (изображения) пространственной фигуры;
- перевод мысленного двумерного отображения объекта в реальное графическое изображение.

Разрабатывая методику формирования графических образов многогранников, мы исходили из фундаментального положения педагогической психологии, согласно которому любое психическое образование, в том числе и графические образы, формируется в процессе активной деятельности субъекта, задаваемой специфическим содержанием учебного предмета, через усвоение последнего в ходе обучения. Для определения конкретного содержания действий учащихся теоретический и практический интерес представили изученные советскими и зарубежными психологами Б.Г.Ананьевым, Д.Биллсом, В.П.Зинченко, Е.Н.Кабановой-Меллер, И.Н.Каплуновичем, Е.И.Корнеевой, Л.Купером, А.Н.Леонтьевым, К.Робинсом, И.Роком, Л.С.Рубинштейном, Р.Шепардом, И.С.Якиманской закономерности перцептивной деятельности, приводящей к возникновению образа трехмерного объекта, представленного на двумерной плоскости, и переводу пространственных представлений из мысленной сферы в реальное графическое изображение. Теоретический анализ исследований названных авторов позволил определить последовательность этапов формирования графических образов многогранников, которая получила экспериментальное подтверждение в процессе опытного преподавания:

1. Восприятие и анализ наглядной модели многогранника.
2. Создание пространственного представления о многограннике.
3. Оперирование пространственным образом многогранника.
4. Владение методами плоскостного отображения пространствен-



ных объектов.

5. Установление взаимосвязи между многогранником и его графическим изображением:

а) овладение приемами содержательного анализа графического изображения многогранника ;

б) создание пространственного образа по изображению.

6. Установление взаимосвязи между двумерным представлением о многограннике и его реальным графическим изображением:

а) создание мысленного двумерного образа многогранника ;

б) отображение двумерного представления о многограннике на реальную плоскость в виде графического изображения.

Последовательность этапов задает одновременно виды познавательной деятельности, которые в совокупности составляют содержательную основу процесса формирования графических образов многогранников.

Теоретический анализ исследуемой проблемы, школьная практика изучения многогранников показывают, что графические образы можно сформировать у учащихся на существенно различных уровнях. В работе обосновано выделение трех уровней: низкий (базовый), средний и высокий. Критериями послужили возможность продления образования, профессиональная ориентация и учет индивидуальных различий учащихся. Базовый уровень характеризует тот минимум умений, овладение которыми обеспечивает учащимся возможность дальнейшего изучения школьного курса геометрии и смежных дисциплин (информатика и вычислительная техника, физика, химия, астрономия). Этот уровень сформированности графических образов многогранников создает условия для более глубокого овладения материалом и максимального развития школьников, проявляющих интерес, склонности и способности к математике. Выделение более высокого, чем обязательный, уровня сформированности графических образов служит необходимым условием дальнейшего образования школьников в вузах и техникумах, так как для изучения многих дисциплин требуются умения адекватно воспринимать чертежи и выполнять изображения объектов, которые можно рассматривать как комбинации многогранников и других геометрических тел, а также проводить различные построения на плоских изображениях трехмерных объектов. Третий уровень сформированности графических образов многогранников необходим учащимся, которые предполагают в будущем заниматься художественно-графической, конструктивно-технической и другими видами деятельности, связанными с конструированием, графическим моделированием, перекодированием

пространственных образов разной меры условности, наглядности, обобщенности. Предпосылки к такому виду творчества могут быть заложены при формировании графических образов более высокого уровня, при котором возникшие на графической основе пространственные образы обладают динамичностью, а перечень приемов работы с графическими изображениями довольно обширен. Все вышесказанное, с одной стороны, является обоснованием необходимости выделения уровней сформированности графических образов многогранников, с другой, позволяет объективно определить дидактические требования к ним.

Определяющим психологическим феноменом, позволяющим различить три уровня сформированности графических образов, послужил тип оперирования пространственными образами, так как именно эта мыслительная операция лежит в основе восприятия графического изображения, создания мысленного двумерного образа пространственной фигуры и перевода его в реальное графическое отображение, т.е. всех структурных компонентов умения создавать графические образы многогранников. Согласно психологическим исследованиям И.Я.Каплуновича, И.В.Тихомировой, В.С.Столетнева, И.С.Якиманской, первый тип оперирования характеризуется мысленным видоизменением пространственного положения созданного образа многогранника (вращения различного рода, перемещения в пределах одной плоскости и выходом из нее). Второй тип оперирования предполагает различные трансформации исходного образа, приводящие к изменению его структуры. Третий тип оперирования характеризует целая серия умственных действий, которые направлены на длительные и неоднократные преобразования исходного многогранника одновременно и по пространственному расположению, и по структуре.

Типы оперирования, адекватные трем уровням сформированности графических образов многогранников, позволили дифференцировать требования к каждому из уровней на всех вышеназванных этапах.

В качестве дидактических требований к сформированности графических образов был определен перечень интеллектуальных и практических умений, которыми должны овладеть учащиеся на каждом этапе формирования образов. К общим для всех трех уровней относятся группы таких умений:

- 1) проводить полный содержательный анализ плоского изображения трехмерной фигуры;
- 2) создавать пространственный образ фигуры по ее объемной форме представления в виде трехмерной модели, по графическому

изображению, по словесному описанию (без опоры на наглядное изображение);

3) мысленно манипулировать пространственными образами многогранников;

4) по созданному пространственному представлению многогранника отображать его на плоскость в виде графического изображения;

5) проводить различные построения на графическом изображении многогранника.

Каждая группа умений конкретизируется в тексте диссертации согласно трем уровням сформированности графических образов многогранников.

Всеми видами умственных и практических умений учащиеся овладевают в процессе выполнения стереометрических упражнений различного рода, адекватных формируемым способам деятельности. Сложность предъявляемых заданий варьируется в зависимости от уровня формируемых графических образов. Задачи первого уровня предполагают распознавание и непосредственное воспроизведение пространственных свойств изучаемых многогранников. Для их выполнения достаточно владения первым типом оперирования образами памяти. Упражнения второго уровня требуют использования изученных свойств и сформированных представлений в измененных условиях и владения вторым типом оперирования пространственными образами. Решение задач третьего уровня сложности предусматривает создание образов, отличных от представлений памяти и по пространственному расположению, и по структуре.

Для поэтапного и многоуровневого формирования графических образов понадобились специальные средства организации познавательной деятельности учащихся. Набор существующих средств обучения стереометрии (таблицы, модели, диафильмы, диапозитивы, транспаранты, кинофрагменты) для этой цели малоэффективен по ряду причин. Во-первых, по своему содержанию они не создают необходимую ориентировочную основу действий для формирования графических образов согласно выделенным нами психолого-педагогическим требованиям к этому процессу. Во-вторых, в процессе анализа литературы по проблеме исследования и школьной практики преподавания стереометрии было определено, что в связи с различием индивидуальных познавательных способностей учащихся и уровней их интеллектуального развития формирование графических образов требует индивидуализации обучения. Все используемые традиционные средства предназначены для фронтальной работы и не позволяют для дифференцированного обучения организовать

индивидуальную самостоятельную деятельность. В-третьих, с помощью перечисленных средств в процессе обучения не осуществляется оперативная обратная связь, которая открывает принципиально новые возможности для реального управления познавательной деятельностью. Следовательно, возникла объективная необходимость разработки качественно новых либо по содержанию, либо по типу и содержанию средств обучения, с помощью которых можно организовать деятельность учащихся на каждом этапе формирования графических образов многогранников с учетом выделенных уровней их развития.

Для определения дидактических требований к разрабатываемым средствам была выделена совокупность дидактических функций, выполняемых ими на различных этапах формирования графических образов многогранников, установлены необходимые для выполнения намеченных функций свойства средств обучения.

Согласно психологическим предпосылкам (Е.Н.Кабанова-Меллер, И.Н.Каплунович, В.Ф.Ломов, И.С.Якиманская), созданию пространственных представлений о многогранниках и оперированию ими предшествует этап восприятия и анализа статичных и динамичных моделей многогранников. Опытное преподавание подтвердило педагогическую целесообразность использования для организации такого рода познавательной деятельности демонстрационных моделей различных видов многогранников: статичной трехмерной модели для демонстрации пространственной формы представления объекта, внешней формы многогранника, его структурных компонентов и их взаиморасположения (непрозрачная модель), предоставления возможности "сквозного" видения фигуры, установления видимости ее элементов и их расположения в пространстве по отношению к плоскости проекции и наблюдателю (прозрачная модель); динамичной трехмерной модели для визуализации непрерывного и дискретного изменения расположения геометрического тела в пространстве, организации деятельности по переводу внешнего оперирования пространственными объектами в мысленную сферу (оперирование пространственными образами многогранников).

Для установления взаимосвязи многогранника и его графического изображения целесообразно визуализировать получение двумерной проекции многогранника. Для этого использовалось проектирование прозрачных моделей с помощью графпроектора на плоскость. Одновременно появляются при этом условия для актуализации полученных на уроках черчения знаний о методах плоскостного отображения пространственных объектов. С помощью такой демонстрации устанавливает-

ся зависимость плоскостного отображения фигуры от ее пространственного расположения по отношению к плоскости проекции.

Для организации деятельности по сопоставлению реальных объектов и их графических стереометрических изображений (с учетом видимости элементов) педагогически целесообразно использовать средства трехмерной компьютерной графики, благодаря которым ученикам предоставляется возможность наблюдать одновременно изменение положения геометрического тела в пространстве и его адекватное отображение на плоскости в виде подвижного чертежа. Такое "живое" представление принципиально отличается от аналогичной демонстрации с помощью кинофильма, так как впервые появляется возможность управлять процессом вращения стереометрического изображения трехмерной фигуры. Это осуществляется с помощью демонстрационного программного средства "Многогранники", которое в сочетании с "Библиотекой графических подпрограмм MSX-C" позволяет на компьютерном экране визуализировать стереометрическое и фотографическое изображение многогранника любой конструкции, изменение пространственного расположения фигуры и ее структурные преобразования. Фиксируя в любой момент положение модели, учитель может рекомендовать ученикам проанализировать положение в пространстве элементов фигуры, их взаимное расположение, отыскать эти элементы на изображении, выделить видимые и невидимые части геометрического тела, сопоставить их на модели и на компьютерном экране. Как показало опытное преподавание, такая деятельность способствует формированию у учащихся адекватного восприятия объемной фигуры по ее плоскому изображению. Содержательный анализ воспринимаемых с экрана дисплея плоских изображений различных по виду пространственных фигур, динамически изменяющихся в зависимости от выбора учеником режима работы, при участии таких мыслительных операций как сравнение, синтез, абстрагирование, обобщение позволяет выделять существенные признаки геометрических тел, проводить классификацию исследуемых многогранников.

Содержательный анализ графического изображения непосредственно взаимосвязан с созданием пространственного образа - представления на основе восприятия плоского изображения. Ряд психологических предпосылок ("стереокинетический феномен" Ч.Л.Мусатти, "впечатлительные глубины в движущемся поле", описанное В.Метцгером, "кинетический эффект" глубины Г.Уоллаха, объяснение названных эффектов Г.Юханссоном) позволил установить, что незнакомое изображение, которое при отсутствии определенного опыта кажется двумерным, может

восприниматься как изображение трехмерного объекта. Этому способствует такая организация деятельности, которая позволяет проводить содержательный анализ динамического стереометрического изображения, так как непрерывно меняющийся силуэт (имитация на плоскости вращения фигуры в пространстве) производит впечатление глубины и способствует адекватному восприятию пространственных форм по их плоскостным отображениям.

Разработанные педагогические программные средства "Многогранники" и "Сечение многогранников плоскостью" позволяют на экране не только изменять расположение фигуры в пространстве, но и варьировать ее форму, проводить всевозможные манипуляции с изображениями геометрических тел, визуализировать трансформации плоских проекций. Уникальные свойства компьютерной графики дают возможность использовать дисплей для организации познавательной деятельности учащихся на описываемом этапе с учетом трех уровней сформированности графических образов. Для первого уровня достаточно использовать имитацию вращения многогранника вокруг произвольной оси, так как в данном случае обязательно владение умением изменять пространственное положение трехмерного образа, что является необходимым условием адекватного восприятия даже шаблонного плоского изображения. Для развития до среднего уровня умения создавать графические образы необходима визуализация трансформации изображенного тела (изменение формы), так как этот уровень предполагает адекватное восприятие нешаблонного изображения пространственной фигуры. Третий уровень на этапе установления взаимосвязи между многогранником и его графическим изображением требует умения создавать динамический пространственный образ по нешаблонному изображению, поэтому педагогически целесообразно предлагать учащимся для анализа комбинированные манипуляции (изменение структуры и пространственного расположения). Вышеназванные программные средства предоставляют возможность рассекать многогранник произвольной плоскостью, отделять и изменять положение в пространстве полученных частей фигуры, выносить за пределы чертежа и располагать в плоскости экрана многоугольник сечения, визуализировать процесс вращения секущей плоскости вокруг заданной оси.

Сформированность графических образов на описываемом этапе предполагает владение умением создавать пространственный образ не только на основе восприятия динамического, но и статического изображения, сложность которого зависит от уровня развития графических

образов. Для предъявления статического изображения нет необходимости обращаться к компьютерному экрану, можно воспользоваться печатными средствами. Требование индивидуализации учебной деятельности предопределило в этом случае выбор средства обучения. Результаты педагогического эксперимента подтвердили целесообразность применения рабочей тетради с печатной основой, так как она позволяет организовать индивидуальную самостоятельную работу, дифференцировать задания по сложности, предъявлять их в определенной последовательности и компактной образной форме, предоставляет возможность выполнять упражнения непосредственно на готовом чертеже. Кроме того, она выполняет функцию предварительного и итогового контроля на различных этапах формирования графических образов.

Для перехода к следующему этапу - установление взаимосвязи между мысленным двумерным представлением о многограннике и его реальным графическим изображением - психологи предлагают использовать упражнения двух типов: создание пространственного образа и последующего графического изображения многогранника по его вербальному описанию; выполнение графических задач на построение на чертежах многогранников.

Для предъявления заданий первого типа целесообразно использовать дидактические материалы с текстовыми задачами на разрешение некоторых стереометрических ситуаций, так как построение верного чертежа является определяющим этапом решения таких задач. В разработанных нами материалах содержатся задания трех уровней сложности, адекватных уровням сформированности графических образов. Названный вид средства был выбран в связи с тем, что на описываемом этапе формирования графических образов необходимо средство организации деятельности ученика, которое позволяет индивидуализировать самостоятельную работу, дифференцировать задания по уровням сложности и представлять их в определенной последовательности, а также предъявлять информацию в вербальной форме.

Для организации деятельности по выполнению графических заданий на построение предлагается использовать педагогическое программное средство "Построение проекций в стереометрии", которое предоставляет возможности адаптивного дифференцирования темпа и стиля учебной деятельности, визуализации управляемого динамического изображения многогранника, осуществления текущего контроля, организации оперативно корректируемой работы с плоскими изображениями

ми пространственных фигур.

Специфичность описываемого педагогического программного средства заключается в том, что оно в первом приближении обладает свойствами экспертной системы. В процессе его разработки автором был проведен тщательный анализ типичных ошибок, которые могут появляться при решении той или иной задачи, и выявлены возможные причины их возникновения. Поэтому в зависимости от совершённого ошибочного действия компьютер, оперативно анализируя деятельность ученика, предлагает ему либо выполнить задание, позволяющее сконцентрировать внимание на определенном умении и овладеть им, либо изучить алгоритм построения, либо ознакомиться с порцией адекватного ошибки теоретического материала.

Следует оговорить, что в программе заложена возможность сохранять и анализировать нетипичные ошибки учащихся и согласно этому видоизменять предлагаемые задания. Своеобразен контроль за деятельностью учащегося со стороны педагога: в любой момент самостоятельной работы учитель имеет возможность установить с помощью специальной индикации, на каком этапе формирования умения ученик находится.

Работая в режиме интерактивного диалога с предложенной обучающей системой, учащийся овладевает умениями строить: проекции точки и прямой на плоскость грани многогранника, точку пересечения прямой и плоскости, прямую пересечения двух плоскостей, результат пересечения произвольной плоскости и плоскостей граней многогранника.

Таким образом, в ходе теоретико-экспериментального исследования было установлено, что на каждом из этапов формирования графических образов многогранников необходимы специальные средства организации познавательной деятельности, выполняющие определенные дидактические функции и взаимодополняющие друг друга.

Уточнение и проверка гипотезы предпринятого нами исследования происходили в процессе педагогического эксперимента. Первый этап позволил установить реальный уровень владения графическими умениями у учащихся средних общеобразовательных школ (СШ №№ 29, 34, 35, 50, 204, 226, 655 г.Москвы), выявить причины низкого уровня сформированности графических образов многогранников. На втором этапе на основе сформулированных дидактических требований разрабатывались и апробировались в лабораторных условиях (СШ №№ 29, 204, 542 г.Москвы) средства обучения, применяемые на различных



этапах формирования графических образов. Третий этап педагогического эксперимента позволил в процессе опытного преподавания (СШ № 226 г. Москвы) уточнить основные положения, установить реализуемость и эффективность использования в учебном процессе разработанной методики формирования графических образов многогранников. В процессе опытно-экспериментальной работы проводился сравнительный (количественный и качественный) анализ результатов учебно-познавательной деятельности учащихся двух групп, работавших по различным вариантам методики. Анализ целенаправленно вносимых экспериментатором изменений в ориентировочную основу, общую организацию, содержание и материально-техническое оснащение деятельности учащихся послужил основой для разработки вариативных методических подходов к применению предлагаемых педагогических программных средств в процессе формирования графических образов многогранников.

Сравнение данных опытного преподавания и массовой практики изучения многогранников в курсе геометрии средней школы свидетельствует о существенном позитивном влиянии предлагаемой методики формирования графических образов многогранников на результаты обучения.

#### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Углублены и конкретизированы психолого-педагогические и дидактические основания построения методики формирования графических образов многогранников.

1.1. Теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены последовательность этапов формирования графических образов многогранников и виды деятельности учащихся на каждом из них.

1.2. Выявлено, что графические образы многогранников формируются в процессе познавательной деятельности учащихся, направленной на перевод внешних действий по установлению взаимосвязи между трехмерным объектом и его двумерным изображением в мысленную сферу и обратно.

1.3. Обосновано выделение трех уровней сформированности графических образов многогранников и определены дидактические требования к каждому из них.

2. Установлена педагогическая целесообразность создания специальных средств организации познавательной деятельности учащихся

в процессе формирования графических образов многогранников.

2.1. Определены дидактические функции и свойства средств обучения, рекомендуемых к использованию на различных этапах формирования графических образов.

2.2. Разработаны типология и содержание необходимых средств обучения.

2.3. Показаны необходимость и целесообразность применения педагогических программных средств различного дидактического назначения на определяющих этапах формирования графических образов: установления взаимосвязи между многогранником и его графическим изображением; установления взаимосвязи между двумерным представлением о многограннике и его реальным графическим изображением.

3. Создан пакет педагогических программных средств "Многогранники", позволяющий значительно интенсифицировать познавательную деятельность учащихся на всех основных этапах формирования графических образов многогранников.

4. Разработана методическая инструментовка процесса формирования графических образов многогранников. Раскрыты подходы к вариативному использованию предлагаемой методики с учетом уровней формирования графических образов многогранников.

Перспектива дальнейшего исследования видится в изучении возможностей применения экспертных систем в процессе обучения стереометрии.

Основные положения диссертации изложены в следующих публикациях:

1. О создании учебно-методического комплекса для изучения многогранников // Вклад молодых ученых и аспирантов в решение задач реформы школы: Тезисы докладов на конференции молодых ученых и аспирантов НИИ ШОТСО АПН СССР. - М., 1987. - С.73-76.

2. Возможности использования компьютерной графики для изучения стереометрического материала // Материалы IV Всесоюзного семинара "Разработка и применение программных средств ПЭВМ в учебном процессе": Тезисы докладов. - М., 1988. - С.53-56.

3. Экспериментальная проверка модели учебно-методического комплекса (УМК) для изучения многогранников // Проблемы эффективного использования учебного оборудования в работах молодых ученых и аспирантов НИИ ШОТСО АПН СССР: Тезисы докладов на конференции молодых ученых и аспирантов НИИ ШОТСО АПН СССР. - М., 1989. - С.58-62.

4. Рабочая тетрадь по геометрии: учебные задания для 10 класса. - М., 1988. - 35 с. .
5. Изучение многогранников в школьном курсе геометрии: Методические рекомендации. - М., 1989. - 43 с.
6. Теоретические основы создания оптимальных систем средств обучения (в соавторстве). - М., 1989. - 122 с.

