

Д. Н. Шеховцова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

В статье рассматриваются вопросы, связанные с использованием компьютерных технологий на занятиях по геометрии и роли визуального мышления в этом процессе. Приводится обзор наиболее распространенных компьютерных программ по геометрии. На основе проведенного анализа психолого-педагогической и учебной литературы автор предлагает к рассмотрению электронное пособие по стереометрии, ориентированное на визуальное представление учебной информации.

Ключевые слова: геометрия, стереометрия, визуализация, электронное пособие, компьютерные технологии, визуальное мышление.

Сегодня активно обсуждается соответствие существующей системы образования современным направлениям развития страны, запросам общества и государства. Особое внимание обращается на готовность выпускников школ к самостоятельному принятию решений, к умению жить и работать в информационном обществе [1]. Как отмечает В. А. Далингер: «Система образования поставлена перед проблемой совершенствования ее содержания, поиска новых форм, методов и средств обучения, а также специфичных приемов их использования в учебном процессе» [2].

Геометрия как отдельная отрасль знаний, обладающая своим понятийным аппаратом и методами исследования, является одним из сложных школьных предметов. Поэтому при модернизации математического образования невозможно обойти проблемы обучения геометрии в школе.

В последние годы на педагогических форумах, на страницах печати, в Интернете все активнее обсуждаются новые цели обучения геометрии в школе, предлагаются оригинальные концепции, рассматриваются новые учебники по школьному курсу геометрии. Как подчеркивают психологи, «идет активный поиск инновационных форм и методов обучения, которые могли бы раскрепостить и стимулировать рост интеллектуальных сил учащихся» [3].

Эта необходимость обусловлена тем, что у подавляющего большинства учащихся отсутствует интерес к геометрии, а знания по этому предмету находятся на недопустимо низком уровне. Об этом говорят учителя, преподаватели вузов, родители и сами учащиеся. Главную причину, приводящую к такому результату, Г. Д. Глейзер видит в том, что искажаются ведущие цели обучения геометрии в школе. Он подчеркивает, что «школьный учебник и сложившаяся у нас традиция преподавания привели к представлению о том, что основная цель обучения геометрии – развитие логического мышления у школьников... причем эта цель становится фактически не только основной, но и, по существу,

единственной целью обучения, отнимая у учащихся и учителей практически все силы и время».

«Если вдуматься в сущность геометрического образования, то становится ясным, что его цели более разнообразны и содержательны, нежели овладение некоторым запасом конкретных знаний, умений и навыков, происходящих на фоне декларируемой сверхзадачи курса – развития логического мышления», – пишет Г. Д. Глейзер [4].

Эту точку зрения разделяет и В. А. Далингер: «В работе учителя математики большой акцент делается на использование формально-логических средств, на оперирование знаковыми системами без необходимой опоры на образные компоненты». При обучении математике основной упор учителя делают на логическое мышление, т. е. на работу левого полушария головного мозга. Исследования же психологов показывают, что до 80 % информации человек получает через зрительный канал (при этом задействовано правое полушарие мозга) [2].

Актуальным становится поиск путей оптимизации и совершенствования обучения математике. Обучения, основанного на разумном сочетании логического и наглядно-образного мышления.

В настоящее время активно разрабатываются технологии обучения, в которых важную роль играет принцип наглядности. Считается, что именно наглядное обучение позволяет обеспечить разностороннее и полное формирование математических знаний, поддерживает интерес и мотивацию обучения, приводит к более высокому уровню развития математического мышления.

Математика оперирует объектами, уже абстрагированными от действительного мира, обобщающими разнообразные реальные и идеальные ситуации. Поэтому для организации учебного материала имеет особое значение оптимальное сочетание конкретной и абстрактной наглядности. Под конкретной наглядностью чаще всего понимается наглядность на уровне явления, она заключается в живом созерцании реальных объектов. Абстрактная наглядность – это наглядность на уровне

сущности, общего. Она присуща не реальному объекту, а логическому знанию. Наглядность, рассматриваемая на уровне абстрактного, дает возможность говорить о наглядном обучении не только в младших классах, но и в преподавании математики в старших классах школы [5]. Как пишет И. С. Якиманская, именно в этих классах при изучении стереометрии «имеется немало трудностей при оперировании трехмерными (пространственными) изображениями, поскольку существующая методика обучения предполагает оперирование в основном плоскостными (двумерными) изображениями на предыдущем этапе обучения, т. е. при изучении планиметрии» [6]. В. Н. Дубровский также отмечает, что большинству школьников требуется помощь в развитии умения представлять и изображать стандартные стереометрические конфигурации. Необходимым становится обучить их геометрическому видению [7].

Особое значение в связи с этим приобретает реализация принципа наглядности на основе развития и использования резервов визуального мышления учащихся.

Мышление зрительными образами, или визуальное мышление (Р. Арнхейм, Г. Грегори, Р. Хольт, В. П. Зинченко и др.), рассматривается как сложный процесс преобразования зрительной информации. Он позволяет создавать образы в соответствии с исходной наглядностью, оперировать ими, решать задачи на сравнение образов, их опознание, трансформацию [6, с. 65].

Максимально использовать возможности визуального мышления можно в процессе обучения математике на основе когнитивно-визуального (зрительно-познавательного) подхода. Приоритетным здесь является активное и целенаправленное использование средств наглядности.

При таком подходе предполагается создание визуальной учебной среды – совокупности условий обучения, в которых акцент ставится на использование резервов визуального мышления. Эти условия предполагают наличие как традиционных наглядных средств, так и специальных средств и приемов, позволяющих активизировать работу зрения с целью получения продуктивных результатов [8].

Одним из основных инструментов реализации когнитивно-визуального подхода являются визуализированные задачи. В таких задачах образ явно или неявно задействован в условии, задает метод решения задачи, создает опору каждому этапу решения либо явно или неявно сопутствует на определенных этапах ее решения [2]. Это особенно актуально, если учесть, что многие ученики не способны к длительной умственной деятельности и не владеют различными ее формами. Из процесса решения задачи у них выпадает этап поиска реше-

ния. Практически все время от прочтения условия до получения ответа уходит на реализацию стандартной схемы, на вычисления, объяснения, оформления [9]. В то время как визуальный поиск решения задачи помогает им проследить все этапы решения.

Визуальный поиск – это процесс порождения новых образов, новых визуальных форм, несущих конкретную визуально-логическую нагрузку и делающих видимым значение искомого объекта или его свойства. Исходной позицией такого процесса является запас готовых, известных учащемуся визуальных образов, структура и элементы информации, визуально обозримые связи между ними. Визуализированные задачи служат средством формирования навыков визуального поиска [2].

Представляется целесообразным организовать такую работу учеников с геометрической задачей, чтобы ее решение направлялось зрительными образами. Печатное издание не может в полной мере отразить динамику зрительных образов и организовать учебный процесс на качественно новом уровне, так как «учебные пособия часто дают нам примеры чертежей, перегруженных ненужными деталями, служащие скорее иллюстрацией к задаче, чем элементом ее решения», – пишет И. Ф. Шарыгин [9].

Следовательно, для визуализации математического знания все более актуальным становится использование компьютерных технологий.

Применение компьютеров для решения разнообразных задач обучения, воспитания и развития учащихся обосновывается в целом ряде исследований (А. П. Ершов, В. М. Монахов, П. В. Беспалов, И. В. Роберт, П. И. Самойленко, С. Пейперт, Г. М. Клейман, Е. И. Машбиц, Б. С. Гершунский и другие).

По мнению экспертов, компьютерные технологии обучения позволяют повысить эффективность практических и лабораторных занятий по естественно-научным дисциплинам не менее чем на 30 %, а объективность контроля знаний учащихся на 20–25 % [10]. А стереометрия представляется одной из тех областей математики, в изучении которых использование компьютера наиболее естественно и эффективно.

В настоящее время высокую оценку заслужили программные среды, отправной точкой для которых стала идея «динамической геометрии», или интерактивных геометрических систем. Сегодня программы этого класса широко признаны во всем мире как наиболее эффективное средство обучения математике в области информационных технологий. Если говорить о программах динамической геометрии вообще, то «это среда, позволяющая создавать динамические чертежи, т. е. компьютерные

геометрические чертежи-модели, исходные данные которых можно варьировать с сохранением всего алгоритма построения, просматривать их и работать с ними» [11].

Наибольшее распространение среди них получили Cabri 3D (Франция) и The Geometer's Sketchpad фирмы Key Curriculum Press (США).

Имеется большое количество статей, посвященных анализу данных программ и описанию методики работы с ними. (Например, обзор возможностей, предоставляемых инструментальной средой Cabri 3D для преподавания математики, есть в журнале «Компьютерные инструменты в образовании» № 3, 2005; № 1–6, 2006; № 4–5, 2007.)

В России данные программы представлены «Живой геометрией» и «Живой математикой» – версиями американской программы «The Geometer's Sketchpad». Фирма-разработчик в аннотации к «Живой геометрии» пишет, что программа рекомендуется к использованию на уроках геометрии в 7–9-х классах и позволяет заинтересованному математикой учащемуся проверить выполнение подмеченных закономерностей.

В последние годы российскими разработчиками создаются аналогичные, но более доступные программы. Примером может служить «1С: Математический конструктор». Программная среда «предназначена для создания интерактивных моделей по математике, сочетающих в себе конструирование, моделирование, динамическое варьирование, эксперимент» (с возможностями программы и руководством пользователя можно познакомиться на сайте <http://obr.1c.ru/mathkit/>).

Среди статей, посвященных рассмотрению функциональных и дидактических особенностей программы, отметим следующие: «Компьютерные инструменты в образовании» № 3, 2007; «Математика» (еженедельное приложение к газете «1 сентября») № 15, 2008; «Компьютерные инструменты в школе» № 1–6, 2008.

Рассмотрим также ряд электронных обучающих изданий по геометрии, выпущенных за последние несколько лет.

В 2010 г. появился CD-ROM «Уроки геометрии Кирилла и Мефодия. 8-й класс». Курс содержит мультимедийные уроки, большое количество иллюстраций и анимации. Положительными характеристиками является возможность вести дневник успеваемости и проводить тестирование по темам курса.

Годом раньше вышла обучающая программа «Школа изобретателей. Геометрия. 9 класс». Как пишут авторы: «Основой программы является практическая экспериментальная деятельность, позволяющая в увлекательной форме освоить основные темы школьного курса геометрии».

Компания «Физикон» выпустила обучающие диски: «Открытая математика. Планиметрия» и «Открытая математика. Стереометрия» – это курсы, предназначенные для абитуриентов и самостоятельного изучения, включают краткое изложение теории, а также вопросы, задачи, тренажеры.

Отличительной особенностью программы «Виртуальный наставник. Геометрия, 7–9 класс» 2007 г. является ее бесплатное распространение. Эта программа, по мнению разработчиков, призвана заменить репетиторов и дополнительные занятия в школе.

Приведем отзыв на «Стереометрию» фирмы «Кудиц»: «Она уже давно не обновлялась и сложна в использовании. Сложность – основной и в принципе трудно преодолимый недостаток специализированных стереометрических программ, препятствующий их использованию в школе. И едва ли тот положительный эффект, который, возможно, принесет в изучении школьной стереометрии использование таких программ, окупит время и усилия, необходимые для их освоения» [12].

Как было отмечено выше, ряд программ рассчитан в первую очередь на заинтересованных математикой учащихся. При этом, как отмечают педагоги, эффективность обучения достигается только при систематической и совместной работе учителя и учеников с данными средствами. Многие программы, содержащие большое количество иллюстраций и анимационных рисунков, ориентированы на средний школьный возраст. Для старших классов программ разработано мало. И если брать во внимание, что работа с некоторыми из них представляет сложности, то число их существенно уменьшается.

Рассмотренные противоречия между желанием школьника разобраться с учебным материалом и недостаточным количеством самого материала, представленного в доступной и понятной форме, свидетельствуют о необходимости разработки и создания такого электронного пособия, материал которого был бы представлен в удобной для восприятия и анализа форме. Это особенно необходимо на первых занятиях, когда идет первичное знакомство с новыми понятиями.

Цель данной работы авторы видят в создании электронного пособия по стереометрии, позволяющего вести обучение на основе визуального поиска решения задачи средствами компьютерных технологий.

Это обусловлено тем, что при решении математических задач человек приобретает математические знания, повышает свое математическое образование. При овладении методом решения некоторого класса задач у человека формируется умение решать такие задачи, а при достаточной

тренировке – и навык, что тоже повышает уровень математического образования. Поэтому решение задач является основной деятельностью при обучении геометрии, а умение их решать является критерием успешности обучения математике [13].

Начало работы над электронным пособием предварял обзор методической, психолого-педагогической литературы. Были рассмотрены структура и содержание школьных учебников геометрии, широко распространенных в школе [14], подготовлен обзор комментариев и отзывов педагогической общественности в адрес этих учебников. Проанализированы концепции школьного курса геометрии, рассмотрены цели обучения геометрии, которые выбирались в качестве ведущих в последнее время.

Проведенный анализ показал, что сейчас функции учителя заключаются не только в трансляции знаний, но и в проектировании процесса индивидуального интеллектуального развития каждого конкретного ученика [3]. И чтобы обеспечить такое проектирование средствами школьного предмета «Геометрия», учитель должен быть знаком не только со структурой и содержанием школьных учебников, понимать современные цели обучения геометрии, но и знать особенности развития психических процессов – «без учета психологических закономерностей развития личности школьника добиться успехов в обучении математики невозможно» [15, с. 232].

Полученные сведения стали основой для разработки электронного средства обучения по стереометрии для 10-го класса, отличительной особенностью которого является наглядное, динамичное представление практически всей учебной информации.

Пособие ориентировано в первую очередь на школьников, испытывающих трудности при изучении стереометрии. Но работать с ним может любой желающий, имеющий доступ к сети Интернет.

Актуальность и целесообразность пособия обусловлена тем, что решение любой геометрической задачи начинается с чертежа и «имеется немало задач, процесс решения которых состоит в последовательном уточнении особенностей рассматриваемой конфигурации с соответствующими переделками и изменениями чертежа, так что окончательный вид чертеж принимает лишь одновременно с окончанием решения» [9, с. 165].

Использование компьютерных технологий позволяет визуализировать процесс решения таких задач, представив их пошаговое решение. Метод визуализации помогает найти путь решения, увидеть взаимосвязи понятий, оценить их роль и значение для задачи в частности и соответствующей теории вообще.

Это является первым этапом обучения школьников решению стереометрических задач, когда в наглядной, динамичной форме идет не только построение основного чертежа, но и в разделе комментариев приводятся сопровождающие пояснения или фрагменты математической записи решения.

«Выполненный чертеж (рисунок) по тексту задачи позволяет фиксировать ход рассуждений при ее решении, что способствует формированию общих подходов к решению задач. Поэтому к выполнению чертежей предъявляются требования: они должны быть наглядными, четкими, соответствовать тексту задачи» [16, с. 139].

На втором этапе школьнику предлагается задача, схожая с рассмотренной ранее, и ее решение уже не вызывает трудностей. Тем самым создается для ученика ситуация успеха, что способствует лучшему усвоению материала, проявлению интереса к предмету.

Проверка и закрепление изученного материала по теме «Аксиомы стереометрии» предполагает выполнение заданий из рабочей тетради с печатной основой. Задания рабочей тетради при этом должны способствовать осмыслению материала курса и его целенаправленному применению как в учебной, так и в практической деятельности. В качестве приложения тетрадь содержит мультимедийное сопровождение, которое позволяет в динамичной форме показать ученику весь процесс решения задачи. Это способствует развитию наглядных представлений и пространственного мышления, создает условия для формирования умений решать стереометрические задачи.

Как показала практика, работа с электронным пособием и рабочей тетрадью, организующими визуальный поиск решения задачи, является для ученика хорошим помощником на начальном этапе изучения темы, когда необходимо осознать чертеж в соответствии с условием задачи, мысленно его преобразовать, перестроить и на этой основе открыть для себя новые свойства фигур и отношения между ними [15], когда произошло первичное знакомство с новыми понятиями, созданы соответствующие образы объектов с присущими им характеристическими свойствами. В этом случае у ученика возникает желание провести исследование, сконструировать собственный геометрический образ, открыть для себя что-то новое в этом замечательном предмете.

Поэтому дальнейшее изучение целесообразнее проводить с программами, которые расширят уже полученные знания по предмету и позволят визуализировать различные закономерности с последующим изучением их свойств; конструировать на экране дисплея разнообразные геометрические об-

разы; проводить эксперименты, создавать математические, компьютерные и информационные модели изучаемых процессов, явлений и т. д.

Это определено и тем, что «постоянно снабжая ученика готовыми, пусть и очень красивыми и пра-

вильными рисунками, тем более 3D-моделями, мы в конце концов начинаем тормозить дальнейшее совершенствование пространственного воображения, а некоторые задачи вообще теряют смысл, если дать к ним готовый рисунок» [7].

Список литературы

1. Современная учебная книга: подготовка и издание / под ред С. Г. Антоновой, А. А. Вахрушева. М.: МГУП, 2004. 224 с.
2. Далингер В. А. Когнитивно-визуальный подход и его особенности в обучении математике // Электрон. науч. журн. «Вестник ОГПУ». Вып. 2006.
3. Холодная М. А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. Томск; М.: Изд-во Том. ун-та; Из-во «Барс», 1997. 382 с.
4. Глейзер Г. Д. Каким быть школьному курсу геометрии // Математика в школе. 1990. № 7. С. 68–71.
5. Подготовка учителя математики: инновационные подходы. М.: Гардарики, 2002. 383 с.
6. Якиманская И. С. Психологические основы математического образования. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 320 с.
7. Дубровский В. Н. Стереометрия с компьютером // Компьютерные инструменты в образовании. 2003. № 6. С. 3–11.
8. Рыжков А. Н. Технология разработки интерактивных средств обучения и методика их использования в курсе геометрии педвузов: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Новосибирск, 2006. 23 с.
9. Шарыгин И. Ф. Факультативный курс по математике: решение задач. М.: Просвещение, 1989. 252 с.
10. Кафтров А. Ф. Компьютерные программы по физике для средней школы // Компьютерные инструменты в образовании. 1998. № 1. С. 42–47.
11. Дубровский В. Н., Лебедева Н. А., Белайчук О. А. 1С: Математический конструктор – новая программа динамической геометрии // Компьютерные инструменты в образовании. 2007. № 3. С. 47–56.
12. Дубровский В. Н., Поздняков С. Н. Динамическая геометрия в школе. Занятие 6. Стереометрия в двумерных средах // Компьютерные инструменты в школе. 2008. № 6. С. 24–38.
13. Иванова Т. А., Перевощикова Е. Н., Григорьева Т. П., Кузнецова Л. И. Теоретические основы обучения математике в средней школе: учебное пособие / под ред. проф. Т. А. Ивановой. Н. Новгород: НГПУ, 2003. 320 с.
14. Шеховцова Д. Н. Сравнительный анализ школьных учебников геометрии // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. 2009. № 2. С. 74–76.
15. Гусев В. А., Орлов В. В., Панщина В. А. и др. Методика обучения геометрии: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 368 с.
16. Блох А. Я., Гусев В. А., Дорощев Г. В. и др. Методика преподавания математики в средней школе: частная методика / сост В. И. Мишин. М., 1987. 416 с.

Шеховцова Д. Н., аспирант.

Томский государственный педагогический университет.

Ул. Киевская, 60, г. Томск, Томская область, Россия, 634041.

Материал поступил в редакцию 15.03.2010.

D. N. Shekhovtsova

USE OF COMPUTER TECHNOLOGIES FOR VISUALIZATION OF MATHEMATICAL KNOWLEDGE

The article discusses issues related to the use of computer technology on the lessons of the geometry and the role of visual thinking in this process. The survey of the most popular computer programs on geometry. Based on the analysis of psychological-pedagogical and educational literature the author proposes to consider an electronic textbook on Stereometry. It is based on the visual presentation of information.

Key words: *geometry, stereometry, visualization, electronic textbook, computer technologies, visual thinking.*

Tomsk State Pedagogical University.

Kiyevskaya Street, 60, Tomsk, Tomsk region, Russia, 634041.