

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ШКОЛЬНОГО КУРСА ГЕОМЕТРИИ: КЛАССИКА И СОВРЕМЕННОСТЬ

Т.Ф. Сергеева¹, А.Г. Ягола², И.Н. Сербис³

¹ГОУ ВПО МО «Академия социального управления»

²Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

³Московский государственный областной университет
Москва, Российская Федерация

Ни для кого не секрет, что большинство школьников вряд ли назовут геометрию среди любимых предметов, при этом в последние годы число таких учащихся возросло. Причин этому существует несколько, однако остановимся лишь на одной, связанной с достаточно консервативной методикой преподавания геометрии, что в значительной мере обусловлено специфическими особенностями курса. В то же время преподавание многих других предметов в школе за прошедшие два десятилетия претерпело значительные изменения за счет использования современных педагогических технологий, ориентированных на деятельностный характер обучения и позволяющих активизировать учебно-познавательную деятельность школьников, развивать у них мотивацию и интерес к изучаемому материалу. Абстрактный характер геометрического материала, усиленный стремлением сохранить фундаментальность его изложения в школьных учебниках (что, на наш взгляд, вполне оправданно!) сужает возможности использования развивающих технологий в преподавании школьного курса геометрии.

В этой связи внимание авторов статьи несколько лет назад привлекли интерактивные геометрические среды (ИГС), которые представляют собой программное обеспечение, позволяющее выполнять геометрические построения на компьютере таким образом, что при изменении одного из геометрических объектов чертежа остальные также изменяются, сохраняя заданные отношения неизменными. Например, при перемещении прямой, перпендикуляр к ней также переместится, оставаясь перпендикулярным к ней. Таким образом, чертеж, созданный в интерактивной геометрической среде, представляет собой модель, реализующую заданные отношения между геометрическими объектами.

Кроме указанной отличительной черты, подобные среды обладают также и другими возможностями, в частности, в них можно изменять стиль и цвет линий,

оставлять след движущихся геометрических объектов и автоматически перемещать их.

Система операций интерактивных геометрических сред совпадает с системой операций, характерной для самой геометрии (построить прямую, проходящую через точку; провести окружность заданного радиуса с центром в точке А и т. д.). При этом ИГС обладают расширенным по сравнению с геометрией «на бумаге» набором элементарных операций (включая, например, деление отрезка пополам или вписывание треугольника в окружность). Это значительно упрощает построение модели геометрической задачи, так как для создания чертежа достаточно последовательно выполнять в интерактивной геометрической среде операции, указанные в условии задачи.

В настоящее время существуют несколько интерактивных геометрических сред, каждая из которых имеет свои сильные стороны и недостатки.

Программа «Живая математика» (до 2006 г. – «Живая геометрия») – русская версия популярной американской ИГС Geometer's Sketchpad, разработанной фирмой Key Curriculum Press, – одна из первых ИГС, её первая версия была выпущена в 1995 году. В России переводом и распространением программы занимается Институт новых технологий. Программа обладает хорошими демонстрационными возможностями, позволяющими наглядно управлять поведением сложных моделей. Сильной стороной также является наличие операций трансформации (параллельный перенос, вращение, отражение, изменение пропорций), подобные операции отсутствуют в большинстве ИГС. В то же время «Живая математика» несколько сложна в управлении и обладает устаревшим интерфейсом.

«Живая математика» рассчитана на работу на локальном компьютере, поэтому модели, экспортированные из неё в Интернет-совместимый формат, обладают ограниченным набором функций для редактирования и позволяют лишь продемонстрировать созданную модель. В сочетании с отсутствием возможности запретить использование некоторых инструментов, эта особенность значительно ограничивает сферу применения «Живой математики» для создания интерактивных задач на построение. В Москве много пользователей «Живой математики», а компьютерные классы достаточно большого числа московских школ оборудованы именно этой программой.

Другая ИГС – «Математический конструктор» – разрабатывается с 2006 г. фирмой «1С» по заказу Федерального агентства по образованию (в рамках Федеральной целевой программы развития образования на 2006 – 2010 годы). Программа активно развивается. «Математический конструктор» написан на Java, поэтому работает в любой операционной системе и легко встраивается в Интернет-страницы. У этой программы удобный, продуманный интерфейс, а встроенный язык программирования позволяет реализовать сложное поведение, что необходимо для создания наглядных демонстрационных моделей.

«Математический конструктор» обладает рядом возможностей, отсутствующих в других ИГС: возможностью проверки, построена ли геометрическая фигура, возможностью вывода информационных сообщений, комментирующих неправильные или неточные построения. По сравнению с другими ИГС, значительно расширен набор операций. Например, можно разделить угол на N равных частей, выделить равные отрезки штрихами, что бывает важно как для повышения наглядности чертежа, так и для ускорения его построения.

Программа относится к тем немногим ИГС, которые позволяют в широких пределах изменять уже готовый чертёж. Если при построении допущена ошибка, такая возможность значительно сокращает время ее исправления, особенно при работе над моделями с большим количеством геометрических объектов и сложной структурой.

Кроме всего перечисленного, «Математический конструктор» может обмениваться информацией с другими программными продуктами, в частности – с системами управления учебным процессом (например, для передачи оценки в электронный журнал).

В настоящее время существуют также и свободно распространяемые программные продукты, которые по своим функциональным возможностям не уступают вышеперечисленным ИГС. К их числу относится программа GEONExT, разработанная на кафедре математики и дидактики в Университете Байройта (Германия), а также программа GEOGEBRA, созданная профессором Флоридского Атлантического университета Маркусом Хохенвартером.

Ввиду стремительного развития современных ИГС особую актуальность приобретает выявление эффективных путей их использования в образовательном процессе, что инициирует разработку соответствующих технологий обучения геометрии. Попытка создания одной из таких технологий была предпринята авторами данной статьи и в настоящее время реализована в качестве учебного комплекта «Наглядная планиметрия» для 7, 8 и 9-го классов. Комплект включает в себя электронный ресурс (диск) для самостоятельного изучения школьниками теоретических вопросов, решения задач преимущественно исследовательского характера, и рабочую тетрадь, в которой фиксируются результаты выполнения учащимися упражнений и задач с использованием построений в интерактивной геометрической среде [1 – 3].

Концептуальной основой обучения геометрии с использованием интерактивной геометрической среды в общеобразовательной школе является представление процесса освоения курса геометрии как поэтапного овладения математической деятельностью в ходе целенаправленной управляемой самостоятельной работы учащихся по решению учебно-исследовательских задач на визуализацию, трансформацию и исследование математических моделей геометрических объектов.

Разработанная технология характеризуется рядом особенностей, которые отражают методические возможности ИГС:

1. Обеспечение поэтапного перехода от наглядно-действенного мышления к словесно-логическому.
2. Обучение деятельности по математическому моделированию.
3. Реализация дифференцированного подхода посредством вариативности содержания обучения и способов его освоения.
4. Развитие мотивации и познавательного интереса.

Сравнение процессов организации освоения геометрии учащимися при традиционном обучении и с использованием ИГС приведено в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ традиционного обучения планиметрии и обучения планиметрии с использованием ИГС

Традиционное обучение планиметрии	Обучение планиметрии с использованием ИГС
<p>1. Введение понятийного аппарата (учитель, учебник, учащийся)</p> <p>2. Формулирование основных теоретических положений и их доказательство (учитель, учебник, учащийся)</p> <p>3. Решение задач (как процесс применения теории)</p>	<p>1. Знакомство с понятийным аппаратом в процессе освоения операций чертежной плоскости (учащийся, диск, рабочая тетрадь, учитель, учебник)</p> <p>2. Работа с динамическими моделями геометрических объектов с целью выдвижения теоретических положений с последующим доказательством полученных выводов (учащийся, диск, рабочая тетрадь, учитель, учебник)</p> <p>3. Решение задач (как процесс создания и исследования математических моделей)</p>

Опишем основные компоненты технологии обучения планиметрии с использованием ИГС.

Процесс обучения планиметрии с использованием ИГС проектируется как учебно-исследовательская деятельность школьников по приобретению практических и теоретических знаний о геометрических объектах на основе их моделирования, исследования и экспериментирования. Структура учебно-исследовательской деятельности представлена компонентами: учебно-исследовательская задача; учебно-исследовательские действия и операции; действия контроля и оценки.

Содержанием учебно-исследовательской деятельности является общие способы учебных и исследовательских действий по решению задач. К ним относятся: действия по преобразованию условий задачи с целью обнаружения всеобщего (основного) отношения изучаемого объекта; действия моделирования выделенного отношения в предметной, графической или буквенной форме; действия по построению системы частных задач, решаемых общим способом (алгоритмом, приемом); формулирование

гипотезы; действия по разбиению проблемы на подзадачи, решение которых направлено на достижение цели.

Структура содержания обучения имеет модульно-блочную основу и включает в себя формирование теоретической базы на основе интеграции наглядно-эмпирической и дедуктивной составляющих курса геометрии, овладение навыками построения динамических моделей геометрических объектов, решения системы учебно-исследовательских задач. Она включает следующие блоки:

- знакомство с понятиями, свойствами, отношениями геометрических объектов и операциями их воспроизведения на чертежной плоскости;
- упражнения на построение на чертежной плоскости и на листе бумаги,
- задачи для самостоятельного решения, расположенные по степени возрастания исследовательской активности учащихся.

Первое знакомство с геометрическими объектами в соответствии с предлагаемой методикой происходит с использованием виртуальной геометрической среды, что позволяет обеспечить их наглядную визуализацию и деятельностное изучение в ходе освоения соответствующих операций чертежной плоскости, а уже затем переходить к логическому описанию изученных объектов и их свойств в общей системе геометрических фигур.

Так, знакомство с углом предусматривает следующие демонстрации: построение угла с помощью операций чертежной плоскости, его маркировка, виды углов. После каждой демонстрации учащиеся выполняют задания на репродуктивное воспроизведение новых для них операций.

Упражнения на построение имеют целью воспроизведение изученных операций в измененных условиях или создание их комбинаций для получения изображений геометрических объектов. В случае с углом это могут быть следующие упражнения:

- создайте изображение трех лучей с общим началом, запишите все получившиеся углы;
- создайте изображение двух углов с общей стороной так, чтобы один из них был острый, а другой тупой.

Освоение учебно-исследовательских действий происходит в ходе выполнения динамических построений, позволяющих наглядно представить изучаемое понятие, признак, свойство и др.

В теме «Угол» с помощью операций чертежной плоскости учащиеся могут самостоятельно выдвинуть и проверить гипотезы о равенстве вертикальных углов, сумме смежных углов и т.д.

Задачи для самостоятельного решения составлены по степени возрастания уровня исследовательской активности школьников: от формулирования закономерностей, свойств, признаков и др., которые наглядно представлены на готовых чертежах, до выдвижения гипотез в ситуациях, когда необходимо самостоятельно выполнить чертеж. Сначала решение задач осуществляется с

использованием чертежной плоскости, а затем строгое доказательство проводится в тетради. В качестве примера приведем следующие задачи:

1. Даны угол и прямая, пересекающая его стороны. Могут ли обе стороны угла быть перпендикулярны данной прямой?

2. Постройте прямую АВ. Через точку, не лежащую на данной прямой, проведите три прямые. Сколько из них могут быть перпендикулярными АВ?

Учебный процесс с использованием комплекта «Динамическая геометрия» предполагает сочетание как традиционных форм обучения геометрии с организацией активной самостоятельной работы учащихся в условиях компьютерного класса (или в домашних условиях при наличии компьютера). Наиболее оптимальным является соотношение: 1 час в неделю в компьютерном классе и 1 час на традиционное обучение. При таком соотношении обеспечивается интеграция наглядно-эмпирического и дедуктивного способа освоения геометрии. В школах, не обладающих возможностями организации компьютерного обучения, комплект может быть использован учителем для наглядной интерпретации геометрического материала при наличии одного из технических средств – проектора, интерактивной доски и др.

Диагностика процесса освоения курса геометрии также отражает деятельностную направленность обучения и строится на основе трехуровневой модели математической подготовки: элементарная математическая грамотность, функциональная математическая грамотность, творческое развитие.

Элементарная математическая грамотность предусматривает знание теории, владение умениями и навыками выполнения простейших чертежей с использованием стандартного набора чертежной плоскости.

Функциональная математическая грамотность предполагает владение навыками решения задач с применением теории, в том числе:

- создание и обоснование динамической модели, отражающей условие задачи;
- описание алгоритма решения;
- доказательство полученных выводов.

Творческое развитие оценивается как способность проводить исследование, выдвигать гипотезы и осуществлять доказательство полученных выводов.

Совокупность вышеперечисленных компонентов обеспечивает оценку знания теории, навыков построения чертежей и динамических моделей геометрических объектов, умений решать и ставить учебные и учебно-исследовательские задачи.

Основными показателями эффективности процесса обучения школьников планиметрии с использованием интерактивной геометрической среды являются:

– *повышение уровня математической подготовки*: развитие у учащихся логического, эвристического, алгоритмического мышления и пространственного воображения.

– *личностное развитие*: воспитание у учащихся навыков самоконтроля, рефлексии, изменение их роли в учебном процессе от пассивных наблюдателей до активных исследователей.

Апробация технологии обучения планиметрии с использованием интерактивной геометрической среды более чем в сорока школах регионов России показала ее жизнеспособность и продемонстрировала ряд преимуществ по сравнению с традиционной системой обучения.

1. Учащиеся сегодняшней школы активно используют возможности современных информационных и телекоммуникационных средств (компьютеров, коммуникаторов, Интернета, сотовой связи и т.п.). Поэтому можно говорить о том, что они погружены в эту среду, и она является для них «родной» и вполне естественной. Поэтому использование интерактивных геометрических сред является для них вполне привычным и даже более привлекательным по сравнению с использованием традиционных инструментов.

2. Интерактивные геометрические среды позволяют строить не просто чертежи, а наглядные модели геометрических объектов, способные видоизменяться с сохранением заданных отношений между этими объектами.

3. Лёгкость построения и изменения подобной модели, её наглядность стимулирует исследовательскую деятельность учащихся и, следовательно, позволяет реализовать исследовательский подход к обучению.

4. Подобные среды самой формой работы с ними способствуют реализации деятельностного подхода к обучению (согласно которому продуктивная деятельность не может развиваться без усвоения репродуктивных форм).

5. Использование программной среды позволяет реализовать дифференцированный подход к обучению: каждый учащийся работает в темпе, удобном ему, учитель же при этом имеет возможность давать индивидуальные задания на разном уровне учебно-познавательной деятельности – от репродуктивного до творческого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розов Н.Х., Ягола А.Г., Сергеева Т.Ф., Сербис И.Н. Наглядная планиметрия. Рабочая тетрадь для 7 класса. – М.: Факультет педагогического образования МГУ имени М.В. Ломоносова, 2009. – 80 с.
2. Розов Н.Х., Сергеева Т.Ф., Сербис И.Н. Наглядная планиметрия. Рабочая тетрадь для 8 класса. – М.: Факультет педагогического образования МГУ имени М.В. Ломоносова, 2009. – 76 с.
3. Розов Н.Х., Ягола А.Г., Сергеева Т.Ф., Сербис И.Н. Наглядная планиметрия. Рабочая тетрадь для 9 класса. – М.: Факультет педагогического образования МГУ имени М.В. Ломоносова, 2009. – 76 с.