

УДК
378.51**ТЕХНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО
МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ
ПОСРЕДСТВОМ КОНСТРУИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ
ОБРАЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GEOGEBRA****Санина Елена Ивановна**
д.п.н., профессор
esanmet@yandex.ru
г. МоскваГосударственное казенное образовательное
учреждение высшего образования
«Российская таможенная академия»**Мозговая Мария Александровна**
mozgovaya_mari@mail.ru
Г. АрмавирАрмавирский государственный
педагогический университет

Аннотация. Обучение геометрии занимает особое место в развитии мыслительной деятельности обучающихся средней школы, в формировании компонентов и качеств мышления, необходимых не только для продолжения образования и освоения новых областей знаний, но и обеспечивающих успешность профессиональной деятельности и полноценность повседневной жизни в современном обществе. Специфика геометрического содержания математической подготовки в школе способствует овладению математическими методами познания окружающего мира, формированию логического мышления, овладению графическими, символическими умениями и навыками, необходимыми для развития пространственного мышления обучающихся. Основой формирования пространственного мышления в обучении геометрии в средней школе служит наглядно-образное мышление. Учащийся откладывает в памяти образы воспринятых им геометрических объектов. Для обучающихся старшего подросткового возраста мысленное представление графического образа имеет важное значение и является фактором, способствующим развитию пространственного мышления. Несмотря на то, что на протяжении многих лет вопрос формирования пространственных образов и представлений, развития пространственного мышления остаётся в центре внимания учёных и методистов, проблема развития пространственного мышления имеет нерешённые задачи. В современной образовательной среде недостаточно находят применение информационные технологии в развитии пространственного мышления при обучении геометрии.

В статье рассматривается технология развития пространственного мышления обучающихся посредством конструирования геометрических образов с использованием GEOGEBRA. Представлена методика компьютерного сопровождения уроков геометрии на примере темы «Комбинация многогранников и круглых тел». Технология развития пространственного мышления представляет собой системный метод проектирования, реализации, оценки, коррекции и последующего воспроизведения процесса обучения.

Ключевые слова: пространственное мышление, обучение геометрии, цифровые средства обучения, технология развития пространственного мышления.

Введение

Обучение геометрии в школе в современных условиях имеет ряд особенностей, связанных как с изменением содержания обучения, так и обновлением средств обучения в цифровой образовательной среде. Интенсивное развитие цифровых технологий и их применение в образовательном процессе школы обуславливают поиск новых подходов к развитию пространственного мышления школьников при изучении геометрии.

Развитие пространственного мышления происходит в тесной связи с общим психическим развитием человека. Однако геометрия как учебный предмет имеет возможность целенаправленно воздействовать на становление и развитие пространственного мышления обучающихся средней школы. Такое место геометрии определяется не только влиянием её на освоение знаний в разных научных областях ещё в процессе обучения в школе, но и на успешность профессиональной деятельности, и полноценность повседневной жизни в современном обществе.

Мышление перерабатывает информацию, которая содержится в ощущениях и восприятии, а результатом мыслительной работы может быть представление нового образа. «Структурными компонентами пространственного мышления являются:

- пространственное восприятие (образное отражение пространственных характеристик окружающего мира, восприятие величины и формы предметов, их взаимного расположения);
- пространственное представительство (процесс и результат произвольного восстановления в памяти или в сознании человека пространственного образа какого-либо объекта, представление о форме, положении, величине, направлении и других пространственных соотношениях объектов реального мира);
- пространственное воображение (умение мысленно моделировать и «представлять» различные проекты или конструкции, видеть их внутренним зрением в цвете и деталях; оперирование пространственными представлениями» (Каплунович, 1986, 67).

Развитие пространственного мышления у учащихся старшего подросткового возраста происходит «на базе их восприятия, внимания, образной памяти и преобразования изучаемого материала, последовательного и целенаправленного перехода от представления к воображению» (Рубинштейн, 2002). Обогащая опыт восприятия и специальных наблюдений учащихся, учитель тем самым обогащает и развивает их воображение. Важна здесь роль специальных методических приемов. «Развитию пространственного мышления предшествует умение выстраивать в сознании пространственные образы, а затем представлять изображения и умение воспроизводить графические образы в новых учебных ситуациях» (Санина, 2013, 99).

Анализ научных психологических источников показал, что пространственное мышление имеет своей основой в обучении геометрии в школе графические образы геометрических понятий. Использование в обучении геометрии инструментов цифровой образовательной среды, в частности систем динамической геометрии, обуславливает поиск новых методических подходов в решении проблемы развития пространственного мышления в школе, особенно при обучении стереометрии.

Обзор литературы

В теории и методике обучения математике представлены различные подходы по развитию пространственного мышления учащихся в процессе обучения геометрии в средней школе. Методистами-математиками, такими как Л.И. Боженкова (2007), А.В. Василенко (2012), В.А. Гусев (2014), Г.Д. Глейзер (1984), В.А. Далингер (1992), Н.Ф. Четверухин (2015), И.С. Якиманская (1985) и др., показано, что обучение решению различного рода задач способствует проявлению приёмов мышления, в том числе и пространственного.

Развитию пространственного восприятия и пространственных представлений в процессе обучения геометрии в начальной, основной и средней школе посвящены работы С.Б. Верченко (1983), Н.Ю. Грачёвой (2002), С.Ю. Дивногорцевой (1998), Н.С. Кудаквой

(1999), Л.П. Петрич (2003), Т.В. Расташанской (2004), А.В. Старшиновой (2005), Л.С. Секретарёвой (2007) и др. Формирование пространственных образов с опорой на идеи фузионизма нашло отражение в исследованиях Ю.В. Булычевой (2006), Н.Я. Варнавской (2005), З.Р. Федосеевой (1998), В.Н. Фрундина (1998) и др. Развитию пространственного мышления посвящены работы И.А. Кочетковой (1997), Н.И. Никулиной (2006), М.В. Подаева (2011), О.Ю. Тихомировой (2004), В.М. Шевченко (2006) и др.

Обучение геометрии с применением информационных технологий представлено в работах М.Н. Марюкова (1998), с использованием GEOGEBRA в работах М.А. Павловой (2017), Т.С. Шириковой (2014) и др. В.Р. Майер (2001) разработал концепцию геометрической подготовки учителя математики на основе новых информационных технологий, Р.Ф. Мамалыга (20005) провела исследование развития пространственного мышления у студентов педагогического вуза.

Несмотря на то, что на протяжении многих лет вопрос формирования пространственных образов и представлений, развития пространственного мышления остаётся в центре внимания учёных и методистов, проблема развития пространственного мышления имеет нерешённые задачи. В современной образовательной среде недостаточно находят применение цифровые средства обучения в развитии пространственного мышления при обучении геометрии.

Результаты

Технология развития пространственного мышления обучающихся посредством конструирования геометрических образов с использованием GEOGEBRA в информационно-образовательной среде состоит из трёх структурных компонентов: организационно-целевого, операционально-содержательного и контрольно-оценочного.

Организационно-целевой компонент технологии определяет цели и этапы. Детальное описание целей обучения на каждом этапе. Цель технологии развития пространственного мышления: формирование графических образов геометрических понятий с использованием средств динамической математики.

Созданием стереометрических образов является точное формирование графических образов геометрических понятий, как при изучении планиметрии, так и стереометрии. На первом этапе в начальной школе цель – усвоение умений и навыков изображения геометрических фигур на плоскости. На втором этапе целью является закрепление образов планиметрических фигур, их обобщение и планомерное движение по созданию образов стереометрических понятий, знакомство с многогранниками и круглыми телами. На этапе изучения систематического курса геометрии развитие пространственного мышления происходит на основе имеющихся знаний, умений и навыков построения геометрического чертежа и собственного практического опыта обучающихся. На этом этапе целью целенаправленного развития пространственного мышления становится не только представление наглядного образа, но и словесно-логическое обоснование конструирования чертежа по условию к задаче. Именно визуальное восприятие этой геометрической конструкции здесь выходит на первый план. На четвёртом этапе в курсе стереометрии (10 – 11 классы) развитие пространственного мышления учащихся особенно в современных условиях, когда курс черчения является необязательным в основной школе, происходит неоднозначно и многие обучающиеся испытывают трудности в построении чертежа к стереометрической задаче. Цель этого этапа – оперирование образами, словесно-логическое описание действий построения чертежа, воображение графического изображения и запоминание его, самостоятельное конструирование чертежа к задаче.

Операционально-содержательный компонент обеспечивает выбор оптимальных форм, методов и средств обучения, отбор содержания и разработку методики компьютерного сопровождения уроков геометрии с использованием систем динамической математики.

Разработанная методика компьютерного сопровождения обучения геометрии с использованием GEOGEBRA в информационно-образовательной среде, опирается на достижения современной психологии, и отражает основные процессы развития пространственного мышления. Этапы работы с геометрическими объектами и их графическими образами строятся в следующей последовательности:

1. Восприятие наглядного образа геометрического объекта (рисунок или оригинал объекта).

2. Словесно-логическое описание геометрического образа и наглядное его представление (изображение и анализ чертежа).
3. Динамическое представление, создание образа в GEOGEBRA, варьирование свойств геометрического объекта, запоминание образа.
4. Оперирование образом, изображение чертежа, словесно-логическое объяснение его построения.
5. Закрепление образа через решение задач с изменёнными условиями.
6. Развитие воображения через решение задач на комбинацию многогранников и круглых тел.
7. Оперирование геометрическими образами в изменённых условиях задачи, самостоятельное конструирование чертежа в GEOGEBRA.
8. Развитие пространственного мышления при решении исследовательских задач по геометрии с использованием инструментов системы динамической математики (СДМ).

Исследование показало, что использование инструментов СДМ на уроке зависит от типа урока (объяснение нового материала, закрепление, обобщающее повторение и др.). Значимость использования СДМ зависит от целесообразности их применения. Второй этап методики влияет на применение СДМ, если чертёж задачи не подчиняется основным правилам изображения и возникают проблемы с представлением геометрического образа, то третий этап обязателен. Задавая параметры условия, динамика движения изображения помогает созданию образа в GEOGEBRA и его запоминанию. Ключевым моментом развития пространственного мышления обучающихся является изображение чертежа и словесно-логическое объяснение его построения. Обязательным шагом в развитии пространственного мышления является решение задач с изменёнными условиями, что влияет на развитие воображения и закрепление графического образа геометрических понятий, суждений и умозаключений. Как результат длительной работы по развитию пространственного мышления является самостоятельное конструирование графического образа в GEOGEBRA и его изображение на чертеже. Исследовательские задачи позволяют мотивировать обучающихся к самостоятельному оперированию представлением геометрического образа и последовательного и целенаправленного перехода от представления к воображению.

Контрольно-оценочный компонент обеспечивает систематическое использование обратной связи для оценки результатов и дальнейшей коррекции, и управления процессом обучения. Диагностические материалы представлены критериально-ориентированными тестами, цепочками задач. Задачи, раскрывающие способность обучающегося создавать отличный образ от той графической основы, на которой этот образ первоначально создавался. Задачи, показывающие изменение положения пространственного объекта и его элементов. Задачи на полноту образа (отражение различных характеристик: формы, величины, пространственной размещённости, протяжённости).

Приведём пример работы над задачей с использованием СДМ и методики компьютерного сопровождения обучения геометрии.

Задача. Внутри куба $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$, ребро которого a , помещается конус так, что его вершина совпадает с одной из вершин куба, а окружность основания касается трех граней куба, сходящихся в противоположной вершине. Образующая конуса составляет с его осью угол α . Определить радиус основания конуса.

1. Наглядный образ комбинации куба и конуса представлен на рис. 1.

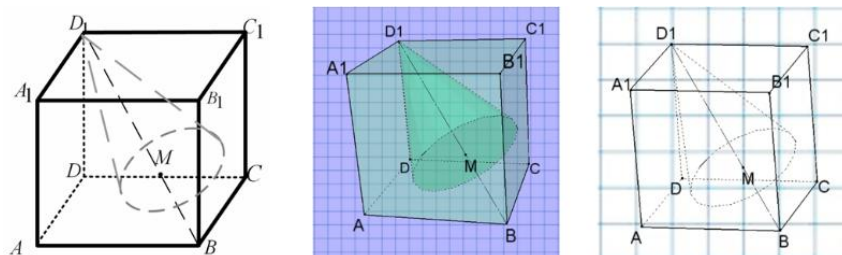


Рис. 1

2. Построение чертежа.

Словесно-логическое описание геометрического образа и наглядное его представление. Вершина конуса находится в одной из вершин куба, и конус касается трех граней куба, выходящих из одной вершины, противоположной вершине конуса.

Вопросы, на которые надо ответить при построении чертежа: где находится центр основания конуса и чем является сечение куба, где находится основание конуса?

Возьмём противоположные вершины куба B и D_1 . Используя GEOGEBRA, будем конструировать модель чертежа задачи (рис. 2).

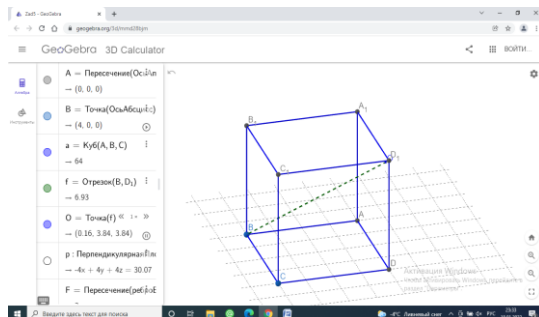


Рис. 2

Анализ и доказательство визуального вывода (рис. 3)

Ось конуса совпадает с диагональю куба BD_1 , так как $BD_1 \perp (ACB_1)$ и $BD_1 \cap (ACB_1) = O$,

где точка O – центр тяжести равностороннего $\triangle AB_1C$ ($AD_1 = B_1C = AC$). Докажем это.

1. $DD_1 \perp (ADC)$. BD_1 – наклонная,

BD – ее проекция,

$BD \cap AC$ – диагонали квадрата в основании куба,

$$BD \perp AC \Rightarrow BD_1 \perp AC$$

2. $BB_1 \perp (A_1B_1C_1)$, BD_1 – наклонная,

B_1D_1 – ее проекция,

$$BC_1 \perp BB_1 \Rightarrow BD_1 \perp BC$$

3. $AC \cap BC = C \Rightarrow BD_1 \perp (AB_1C)$

$$\left. \begin{array}{l} BD_1 \perp A_1D_1 \\ A_1D_1 \parallel BC \end{array} \right\} \Rightarrow BD_1 \perp BC$$

$H = D_1O$, O – точка пересечения медиан,

$\triangle AB_1C$ – правильный

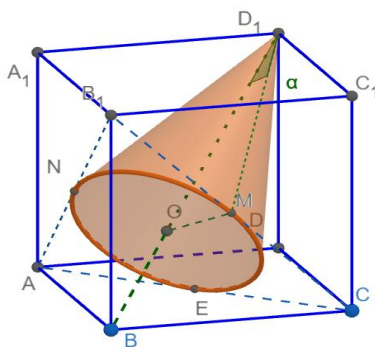


Рис. 3

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

3. Динамическое представление, создание образа в GEOGEBRA, варьирование свойств геометрического объекта, запоминание образа (рис. 4, рис. 5).

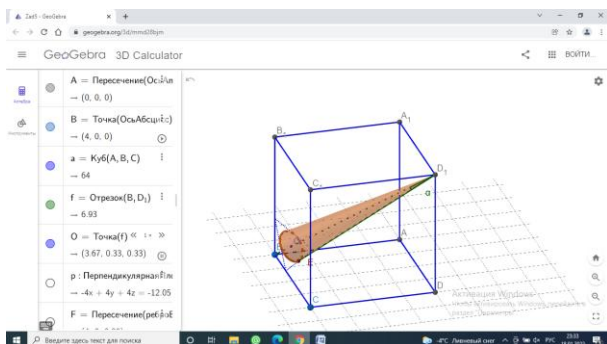


Рис. 4

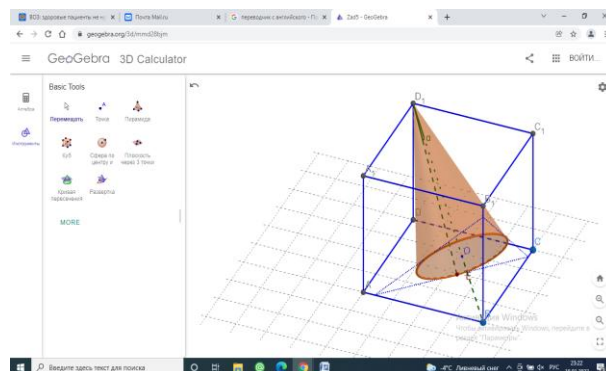


Рис. 5

4. Оперирование образом, изображение чертежа, словесно-логическое объяснение его построения (рис. 3, рис. 6)

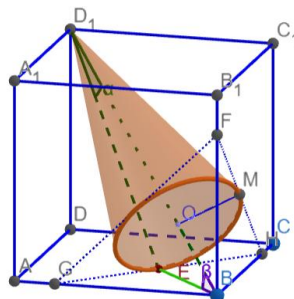


Рис. 6

5. Закрепление образа через решение задач на построение (рис. 7).

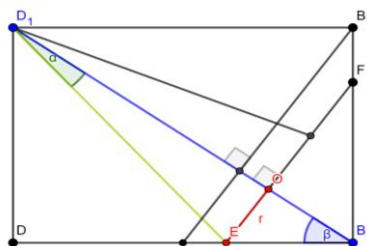


Рис. 7

6. Развитие воображения через решение задач на комбинацию многогранников и круглых тел.
7. Рассмотрим диагональное сечение DD_1B_1B . (рис. 7)

DB – диагональ основания куба, равная $a\sqrt{2}$,

D_1B – диагональ куба, равная $a\sqrt{3}$,

$OE = x$ – искомый радиус конуса.

1. Пусть $\angle OBE = \beta$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{EO}{BO} = \frac{DD_1}{DB} = \frac{a}{a\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$\Rightarrow$ если $OE = x$, то $OB = x\sqrt{2}$

2. Рассмотрим

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{D_1O}{EO} = \frac{D_1B - OB}{EO} = \frac{a\sqrt{3} - x\sqrt{2}}{x}$$

3. Таким образом

$$\begin{aligned} \operatorname{ctg} \alpha &= \frac{a\sqrt{3}-x\sqrt{2}}{x}; \\ x \operatorname{ctg} \alpha &= a\sqrt{3}-x\sqrt{2}; \\ x \operatorname{ctg} \alpha + x\sqrt{2} &= a\sqrt{3}; \\ x(\operatorname{ctg} \alpha + \sqrt{2}) &= a\sqrt{3}; \\ x &= \frac{a\sqrt{3}}{\operatorname{ctg} \alpha + \sqrt{2}}. \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } x = \frac{a\sqrt{3}}{\operatorname{ctg} \alpha + \sqrt{2}}$$

Исследование показало, что использование инструментов СДМ на уроке зависит от типа урока (объяснение нового материала, закрепление, обобщающее повторение и др.). Значимость использования СДМ зависит от целесообразности их применения. Второй этап методики компьютерного сопровождения уроков геометрии влияет на применение СДМ, если чертёж задачи не подчиняется основным правилам изображения и возникают проблемы с представлением геометрического образа, то третий этап обязателен. Задавая параметры условия, динамика движения изображения помогает созданию образа в GEOGEBRA и его запоминанию. Ключевым моментом развития пространственного мышления обучающихся является изображение чертежа и словесно-логическое объяснение его построения. Обязательным шагом в развитии пространственного мышления является решение задач с изменёнными условиями, что влияет на развитие воображения и закрепление графического образа геометрического понятия, суждений и умозаключений. Как результат длительной работы по развитию пространственного мышления является самостоятельное конструирование графического образа в GEOGEBRA и его изображение на чертеже. Исследовательские задачи позволяют мотивировать обучающихся к самостоятельному оперированию представлением геометрического образа и последовательного и целенаправленного перехода от представивания к воображению. Таким образом, технология развития пространственного мышления представляет собой системный метод проектирования, реализации, оценки, коррекции и последующего воспроизведения процесса обучения.

Заключение

Анализ научной литературы по теме исследования позволил уточнить и конкретизировать сущность понятия «развитие пространственного мышления», выявить особенности структуры пространственного мышления, выработать тактику проектирования технологии развития пространственного мышления с использованием СДМ. Технология развития пространственного мышления посредством конструирования графических образов в обучении геометрии с использованием систем динамической геометрии отвечает принципам постнеклассической образовательной парадигмы, основывается на деятельностном, системном и синергетическом подходах. Эффективность разработанной и теоретически обоснованной технологии подтверждена экспериментально. Результаты учащихся экспериментального класса после прохождения занятий с использованием методической системы компьютерного сопровождения уроков геометрии на примере комбинаций многогранников и круглых тел выше, чем результаты учащихся контрольной группы. На основании этого можно утверждать, что использование предложенной технологии развития пространственного мышления посредством конструирования графических образов в обучении геометрии с использованием систем динамической математики оказывает развивающий эффект.

Список литературы

- Боженкова Л.И. Методическая система обучения геометрии, ориентированная на интеллектуальное воспитание учащихся общеобразовательной школы: дис. ... докт. пед. наук, М., 2007.
- Варнавская Н.Я. Стандарт геометрической подготовки учащихся 5-6 классов в условиях реализации фузионистского курса геометрии: дис. ... канд. пед. наук. Рязань, 2005.
- Василенко А.В. Особенности формирования восприятия пространства как элемента пространственного мышления у учащихся средней школы // Наука и школа. 2012. № 5. С. 32–35.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

- Василенко А.В. Развитие пространственного мышления учащихся в процессе обучения геометрии: психологический аспект // Преподаватель XXI век. 2010. № 2-1. С. 37–39.
- Верченко С.Б. Развитие пространственных представлений учащихся при изучении геометрического материала в 4-5 классах средней школы: дис. ... канд. пед. наук. М., 1983.
- Грачева Н.Ю. Формирование творческой деятельности у учащихся 5-6 классов основной школы при решении геометрических задач: дис. ... канд. пед. наук. М., 2002.
- Глейзер Г.Д. Методы формирования и развития пространственных представлений взрослых в процессе обучения геометрии в школе: дис. ... докт. пед. наук. М., 1984.
- Гришина О.А., Санина Е.И. Система компьютерного сопровождения обучающего курса по стереометрии с применением интерактивных технологий // Ярославский педагогический вестник. 2014. Т. II. № 1. С. 29–32.
- Гришина О.А. Формирование пространственных образов стереометрических комбинаций с использованием новых информационных технологий // Мир науки, культуры, образования. 2012. № 6 (37). С. 146–148.
- Гусев В.А. Теория и методика обучения математике: психолого-педагогические основы. 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.
- Далингер В. А. Методика формирования пространственных представлений у учащихся при обучении геометрии: учебное пособие. Омск: Изд-во ОГПИ, 1992.
- Дивногорцева С.Ю. Развитие геометрического видения учащихся при обучении математике в 1-6 классах: дис. ... канд. пед. наук. Арзамас, 1998.
- Захарова Е.А. Формирование пространственного воображения посредством моделирования у детей младшего школьного возраста: дис. ... канд. пед. наук. Якутск, 2003.
- Зепнова Н.Н. Формирование и развитие пространственного мышления учащихся на элективных курсах по геометрии: дис. ... канд. пед. наук. Омск, 2005.
- Каплунович И.Я. Развитие структуры пространственного мышления при решении математических задач // Вопросы психологии. 1986. № 2. С. 67–71.
- Коногорская С.А. Особенности пространственного мышления и их взаимосвязь с учебной успешностью обучающихся // Научно-педагогическое обозрение. 2017. № 1 (15). С. 142–149.
- Кочеткова И.А. Развитие пространственного мышления школьников при изучении геометрического материала в курсе математики начальных классов: дис. ... канд. пед. наук. М., 1997.
- Кудакова Н.С. Развитие пространственных представлений учащихся 5-6 классов средней школы с использованием движений: дис. ... канд. пед. наук. Арзамас, 2000.
- Майер В.Р. Методическая система геометрической подготовки учителя математики на основе новых информационных технологий: дис. ... д-ра пед. наук. Красноярск, 2001.
- Мамалыга Р.Ф. Развитие пространственного мышления у студентов педагогического вуза при формировании понятий в курсе геометрии: дис. ... канд. пед. наук. Екатеринбург, 2005.
- Марюков М.Н. Научно-методические основы использования компьютерных технологий при изучении геометрии в школе: дис. ... д-ра пед. наук. Брянск, 1998.
- Мозговая М.А. Характеристика пространственного мышления и особенности его формирования в обучении геометрии в средней школе // Мир науки, культуры, образования. 2020. № 1 (80). С. 13–15.
- Никулина Н.И. Использование компьютерной среды Лого для пропедевтической подготовки по геометрии школьников 5-6 классов: дис. ... канд. пед. наук. Ярославль, 2006.
- Орлова Н.Н. Обучение решению задач на комбинации геометрических тел с использованием мультимедийных технологий: дис. ... канд. пед. наук. Самара, 2011.
- Павлова М.А. Исследовательское обучение математике учащихся основной школы во внеурочное время с использованием систем динамической геометрии: дис. ... канд. пед. наук. Елец, 2018.

- Петрич Л.П. Формирование пространственных представлений у младших школьников на основе организации системного подхода к изучению геометрического материала: дис. ... канд. пед. наук. Карачаевск, 2004.
- Подаев М.В. Развитие мыслительной деятельности младших подростков при обучении геометрии: дис. ... канд. пед. наук. Елец, 2011.
- Подходова Н.С. Теоретические основы построения курса геометрии 1-6 классов: дис. ... докт. пед. наук. СПб., 1999.
- Покровская Т.А. Формирование у младших школьников представлений о геометрических фигурах на основе принципа фузионизма: дис. ... канд. пед. наук. М., 2003.
- Расташанская Т.В. Развитие воображения учащихся 5-6 классов при обучении элементам геометрии: дис. ... канд. пед. наук. Омск, 2004.
- Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. М.: Питер, 2002.
- Санина Е.И., Гришина О.А. Развитие пространственного мышления в процессе обучения стереометрии // Вестник РУДН. 2013. № 4. С. 99-102.
- Секретарева Л.С. Формирование геометрических представлений младших школьников на основе поисковой деятельности: дис. ... канд. пед. наук. Вологда, 2007.
- Тихомирова Ю.Е. Условия использования компьютерного сопровождения для развития обобщенных пространственных представлений при изучении геометрии: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2004.
- Федосеева З.Р. Формирование пространственных представлений учащихся посредством пропедевтики стереометрических знаний в процессе обучения геометрии: дис. ... канд. пед. наук. М., 1998.
- Фрундин В.Н. Методика взаимосвязанного изучения свойств плоских и пространственных фигур в 5-6 классах основной школы: дис. ... канд. пед. наук. М., 1998.
- Четверухин, Н. Ф. Изображения фигур в курсе геометрии: учебное пособие. Изд. 3-е. М.: URSS, 2015.
- Шевченко В.М. Методика изучения геометрического материала в 5-6 классах, основанная на использовании приемов мыслительной деятельности и закономерностей теории обучения математике: дис. ... канд. пед. наук. М., 2006.
- Ширикова Т.С. Методика обучения учащихся основной школы доказательству теорем при изучении геометрии с использованием GeoGebra: дис. ... канд. пед. наук. Ярославль, 2014.
- Якиманская И. С. Основные направления исследований образного мышления // Вопросы психологии. 1985. № 5. С. 5–16.
- Якиманская И.С. Развитие пространственного мышления школьников. М.: Педагогика, 1980.

TECHNOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF SPATIAL THINKING OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS THROUGH THE CONSTRUCTION OF GEOMETRIC IMAGES USING GEOGEBRA

Sanina E. I.
Dr. Sci. (Pedagogy), professor
esanmet@yandex.ru
Moscow

Russian Customs Academy

Mozgovaya M. A.
savadova2009@yandex.ru
Armavir

Armavir State Pedagogical University

Abstract. Teaching geometry occupies a special place in the development of thinking of secondary school students, in the formation of components and qualities of thinking necessary not only for continuing education and mastering new fields of knowledge, but also ensuring the success of professional activity and the fullness of everyday life in

modern society. The specifics of the geometric content of mathematical training at school contributes to the mastery of mathematical methods of cognition of the surrounding world, the development of logical thinking, the mastery of graphic, symbolic skills and skills necessary for the development of spatial thinking of students. The development of spatial thinking in teaching geometry in secondary school is based on visual-imaginative thinking. The student deposits images of perceived geometric objects in his memory. For students of older adolescence, the mental representation of a graphic image is important and is a factor contributing to the development of spatial thinking. Despite the fact that for many years the issue of the formation of spatial images and representations, the development of spatial thinking remains in the focus of attention of scientists and methodologists, the problem of the development of spatial thinking has unsolved problems. In the modern educational environment, information technologies are not sufficiently used in the development of spatial thinking when teaching geometry.

The article discusses the technology of developing students' spatial thinking by constructing geometric images using GEOGEBRA. The technique of computer support of geometry lessons on the example of the topic "Combination of polyhedra and round bodies" is presented. The technology of spatial thinking development is a systematic method of designing, implementing, evaluating, correcting and then reproducing the learning process.

Keywords: spatial thinking, geometry learning, digital learning tools, spatial thinking development technology.

References

- Bozhenkova, L. I. (2007). *Metodicheskaya sistema obucheniya geometrii, orientirovannaya na intellektual'noe vospitanie uchashchihsya obshcheobrazovatel'noj shkoly* [Doctoral Dissertation]. Moscow. (In Russ.)
- Chetverukhin, N. F. (2015). *Izobrazheniya figur v kurse geometrii: uchebnoe posobie*. Izd. 3-e. Moscow. (In Russ.)
- Dalinger, V. A. (1992). *Metodika formirovaniya prostranstvennykh predstavlenij u uchashchihsya pri obuchenii geometrii: Uchebnoe posobie*. Omsk: OGPI Publishing House. (In Russ.)
- Divnogortseva, S. Yu. (1998). *Razvitie geometricheskogo videniya uchashchikhsya pri obuchenii matematike v 1-6 klassakh* [Candidate Dissertation]. Arzamas. (In Russ.)
- Fedoseeva, Z. R. (1998). *Formirovanie prostranstvennykh predstavlenij uchashchikhsya posredstvom propedevtiki stereometricheskikh znaniy v protsesse obucheniya geometrii* [Candidate Dissertation]. Moscow. (In Russ.)
- Frundin, V. N. (1998). *Metodika vzaimosvyazannogo izucheniya svoystv ploskikh i prostranstvennykh figur v 5-6 klassakh osnovnoy shkoly* [Candidate Dissertation]. Moscow. (In Russ.)
- Glazer, G. D. (1984). *Metody formirovaniya i razvitiya prostranstvennykh predstavlenij vzroslykh v processe obucheniya geometrii v shkole* [Doctoral Dissertation]. Moscow. (In Russ.)
- Gracheva, N. Yu. (2002). *Formirovanie tvorcheskoy deyatel'nosti u uchashchikhsya 5-6 klassov osnovnoy shkoly pri reshenii geometricheskikh zadach* [Candidate Dissertation]. Moscow. (In Russ.)
- Grishina, O. A., Sanina, E. I. (2014). A system of computer support of the training course on stereometry with use of interactive technologies. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, 1(II), 29-32. (In Russ., abstract in Eng.)
- Grishina, O. A. (2012). Formation of spatial images of stereometric combinations with use of new information technologies. *The world of science, culture and education*, 6 (37), 146-148. (In Russ., abstract in Eng.)

- Gusev, V. A. (2014). *Teoriya i metodika obucheniya matematike: psihologo-pedagogicheskie osnovy* [Elektronnyj resurs]. 2-e izd. Moscow: BINOM. Laboratory of Knowledge. (In Russ.).
- Kaplunovich, I. Ya. (1986). Razvitie struktury prostranstvennogo myshleniya pri reshenii matematicheskikh zadach. *Voprosy psikhologii*, 2, 67-71.
- Kochetkova, I. A. (1997). *Razvitie prostranstvennogo myshleniya shkol'nikov pri izuchenii geometricheskogo materiala v kurse matematiki nachal'nykh klassov* [Candidate Dissertation]. Moscow. (In Russ.)
- Konogorskaya, S. A. (2017). Spatial reasoning characteristics and their correlation to academic success of schoolchildren. *Pedagogical Review*, 1(15), 142-149. (In Russ., abstract in Eng.)
- Kudakova, N. S. (2000). *Razvitie prostranstvennykh predstavleniy uchashchikhsya 5-6 klassov sredney shkoly s ispol'zovaniem dvizheniy* [Candidate Dissertation]. Arzamas. (In Russ.)
- Mamalyga, R. F. (2005). *Razvitie prostranstvennogo myshleniya u studentov pedagogicheskogo vuza pri formirovanii ponyatiy v kurse geometrii* [Candidate Dissertation]. Ekaterinburg. (In Russ.)
- Maryukov, M. N. (1998). *Nauchno-metodicheskie osnovy ispol'zovaniya komp'yuternykh tekhnologiy pri izuchenii geometrii v shkole* [Candidate Dissertation]. Bryansk. (In Russ.)
- Mayer, V. R. (2001). *Metodicheskaya sistema geometricheskoy podgotovki uchitelya matematiki na osnove novykh informatsionnykh tekhnologiy* [Doctoral Dissertation]. Krasnoyarsk. (In Russ.)
- Mozgovaya, M. A. (2020). Characteristics of spatial thinking and features of its formation in teaching geometry in high school. *The world of science, culture and education*, 1(80), 13-15.
- Nikulina, N. I. (2006). *Ispol'zovanie komp'yuternoy sredy Logo dlya propedevticheskoy podgotovki po geometrii shkol'nikov 5-6 klassov* [Candidate Dissertation]. Yaroslavl. (In Russ.)
- Orlova, N. N. (2011). *Obuchenie resheniyu zadach na kombinatsii geometricheskikh tel s ispol'zovaniem mul'timediynykh tekhnologiy* [Candidate Dissertation]. Samara. (In Russ.)
- Pavlova, M. A. (2018). *Issledovatel'skoe obuchenie matematike uchashchikhsya osnovnoy shkoly vo vneurochnoe vremya s ispol'zovaniem sistem dinamicheskoy geometrii* [Candidate Dissertation]. Yelets. (In Russ.)
- Petrich, L. P. (2004). *Formirovanie prostranstvennykh predstavleniy u mladshikh shkol'nikov na osnove organizatsii sistemnogo podkhoda k izucheniyu geometricheskogo materiala* [Candidate Dissertation]. Karachaevsk. (In Russ.)
- Podaev, M. V. (2011). *Razvitie myslitel'noy deyatel'nosti mladshikh podrostkov pri obuchenii geometrii* [Candidate Dissertation]. Yelets. (In Russ.)
- Podkhodova, N. S. (1999). *Teoreticheskie osnovy postroeniya kursa geometrii 1-6 klassov* [Doctoral Dissertation]. Saint Petersburg. (In Russ.)
- Pokrovskaya, T. A. (2003). *Formirovanie u mladshikh shkol'nikov predstavleniy o geometricheskikh figurakh na osnove printsipa fuzionizma* [Candidate Dissertation]. Moscow. (In Russ.)
- Rastashanskaya, T. V. (2004). *Razvitie voobrazheniya uchashchikhsya 5-6 klassov pri obuchenii elementam geometrii* [Candidate Dissertation]. Omsk. (In Russ.)
- Rubinshteyn, S. L. (1958). *O myshlenii i putyakh ego issledovaniya*. Moscow: Piter. (In Russ.)
- Sanina, E. I., Grishina, O. A. (2013). Development of spatial thiking in process of studying stereometry. *Rudn journal of psychology and pedagogics*, 4, 99-102. (In Russ., abstract in Eng.)
- Sekretareva, L. S. (2007). *Formirovanie geometricheskikh predstavleniy mladshikh shkol'nikov na osnove poiskovoy deyatel'nosti* [Candidate Dissertation]. Vologda. (In Russ.)
- Shevchenko, V. M. (2006). *Metodika izucheniya geometricheskogo materiala v 5-6 klassakh, osnovannaya na ispol'zovanii priemov myslitel'noy deyatel'nosti i zakonomernostey teorii obucheniya matematike* [Candidate Dissertation]. Moscow. (In Russ.)

- Shirikova, T. S. (2014). *Metodika obucheniya uchashchikhsya osnovnoy shkoly dokazatel'stvu teorem pri izuchenii geometrii s ispol'zovaniem GeoGebra* [Candidate Dissertation]. Yaroslavl. (In Russ.)
- Tikhomirova, Yu. E. (2004). *Usloviya ispol'zovaniya komp'yuternogo soprovozhdeniya dlya razvitiya obobshchennykh prostranstvennykh predstavleniy pri izuchenii geometrii* [Candidate Dissertation]. Saint Petersburg. (In Russ.)
- Varnavskaya, N. Ya. (2005). *Standart geometricheskoy podgotovki uchashchikhsya 5-6 klassov v usloviyakh realizatsii fuzionistskogo kursa geometrii* [Candidate Dissertation]. Ryazan. (In Russ.)
- Vasilenko, A. V. (2012). Peculiarities of forming of space perception as an element of spatial thinking of secondary school students. *Science and School*, 5, 32-35. (In Russ., abstract in Eng.)
- Vasilenko, A. V. Razvitie prostranstvennogo myshleniya uchashchikhsya v protsesse obucheniya geometrii: psikhologicheskiy aspekt. *Prepodavatel XXI vek*, 2(1), 37-39.
- Verchenko, S. B. (1983). *Razvitie prostranstvennykh predstavleniy uchashchikhsya pri izuchenii geometricheskogo materiala v 4-5 klassakh sredney shkoly* [Candidate Dissertation]. Moscow. (In Russ.)
- Yakimanskaya, I. S. (1985). Osnovnye napravleniya issledovaniy obraznogo myshleniya. *Voprosi psikhologii*, 5, 5-16.
- Yakimanskaya, I. S. (1980). *Razvitie prostranstvennogo myshleniya shkol'nikov*. Moscow: Pedagogika. (In Russ.)
- Zakharova, E. A. (2003) *Formirovanie prostranstvennogo voobrazheniya posredstvom modelirovaniya u detey mladshego shkol'nogo vozrasta* [Candidate Dissertation]. Yakutsk. (In Russ.)
- Zepnova, N. N. (2005). *Formirovanie i razvitie prostranstvennogo myshleniya uchashchikhsya na elektivnykh kursakh po geometrii* [Candidate Dissertation]. Omsk. (In Russ.)
- Znamenskaya, E. V. (1995). *Formirovanie prostranstvennykh predstavleniy u mladshikh shkol'nikov pri izuchenii geometricheskogo materiala* [Candidate Dissertation]. Moscow. (In Russ.)