

Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**  
Педагогический институт

Кафедра математики и методики её преподавания

**РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ МЛАДШИХ  
ПОДРОСТКОВ СРЕДСТВАМИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО КРУЖКА**

АВТОРЕФЕРАТ  
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ  
МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 235 группы  
направления 44.04.01 Педагогическое образование,  
профиль подготовки «Развитие математических способностей обучающихся»  
факультета физико-математических и естественно-научных дисциплин

**Плеханова Данила Алексеевича**

Научный руководитель

зав. кафедрой, к.п.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись                      дата

И. К. Кондаурова

Зав. кафедрой

к.п.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись                      дата

И. К. Кондаурова

Саратов 2026

**Введение.** Актуальность исследования обусловлена требованиями ФГОС ООО и Стратегии научно-технологического развития РФ, подчеркивающими необходимость формирования у обучающихся пространственного воображения и цифровых компетенций, критически важных для обеспечения технологического суверенитета страны. Пространственное мышление выступает фундаментом инженерно-конструкторской деятельности, а его развитие наиболее эффективно в младшем подростковом возрасте, когда происходит интенсивная перестройка когнитивных функций и переход от наглядно-образного к абстрактно-логическому мышлению.

Несмотря на наличие фундаментальных исследований по развитию пространственных способностей (И.С. Якиманская, А.В. Василенко, С.А. Коногорская и др.) и использованию цифровых инструментов, остается недостаточно изученным вопрос системной интеграции 3D-моделирования во внеурочную математическую деятельность с диагностическим сопровождением и ориентацией на отечественные программные платформы.

Цель работы: теоретически обосновать, практически разработать и экспериментально проверить программу математического кружка «Геометриум 3D» как средства развития пространственного мышления младших подростков средствами 3D-моделирования.

Исходя из цели, поставлены задачи:

1. Выявить теоретические основы и специфику развития пространственного мышления младших подростков.
2. Определить роль и возможности 3D-моделирования в формировании пространственных навыков.
3. Обосновать потенциал математического кружка для целенаправленного развития пространственного мышления.
4. Разработать концептуальные основы создания и функционирования математического кружка «Геометриум 3D».
5. Создать программу и методическое обеспечение функционирования кружка.

6. Провести опытно-экспериментальную работу по апробации разработанной модели.

Методы работы: анализ психолого-педагогической и методической литературы, проектирование, педагогический эксперимент, диагностическое тестирование, анкетирование, количественная и качественная обработка результатов.

Структура работы: титульный лист, введение, две главы (Теоретические основы развития пространственного мышления младших подростков; Практические основы развития пространственного мышления младших подростков средствами 3D-моделирования), заключение, список использованных источников, приложения.

**Основное содержание работы.** Первый раздел «Теоретические основы развития пространственного мышления младших подростков» посвящен решению первых трех задач магистерской работы.

Проанализировав психолого-педагогическую литературу, мы уточнили структуру и компоненты пространственного мышления, охарактеризовали специфику его развития в возрасте 11–13 лет, а также обосновали педагогический потенциал 3D-моделирования и внеурочной кружковой деятельности.

Мы определили пространственное мышление, как вид умственной деятельности, обеспечивающий создание пространственных образов и оперирование ими в процессе решения различных практических и теоретических задач. Структурная организация данного вида мышления, включает три ключевых компонента: пространственное восприятие (базовый элемент, отражающий объективные характеристики среды), пространственные представления (сознательное воссоздание мысленного образа без непосредственного присутствия объекта) и пространственное воображение (высший уровень, проявляющийся в целенаправленной трансформации и комбинировании образов).

Выделены пять ступеней развития пространственного мышления младших подростков (от нулевой до четвертой), характеризующиеся постепенным переходом от статичного мысленного представления предметов к способности выполнять сложные динамические преобразования, оперировать развертками, сечениями и комбинировать несколько пространственных образов одновременно. Ключевыми критериями сформированности выступают полнота образа, тип оперирования (изменение положения, изменение структуры, оперирование несколькими образами) и широта оперирования. Как отмечают исследователи, именно в младшем подростковом возрасте фиксируются существенные изменения в психических процессах, преимущественно в становлении их произвольности, что создает предпосылки для целенаправленного развития пространственных способностей.

Обобщая изученные теоретические исследования, мы выяснили, что 3D-моделирование выступает не просто как современный цифровой инструмент, а как педагогически значимое средство, которое активизирует все три компонента пространственного мышления, способствует продвижению учащихся по ступеням развития пространственных способностей, формирует навыки оперирования образами всех трёх типов и поддерживает преемственность между наглядно-действенным и теоретическим уровнями мышления. В отличие от традиционных методов обучения геометрии, 3D-моделирование позволяет школьникам активно взаимодействовать с объектами: вращать, разрезать, собирать из частей, менять параметры, что обеспечивает деятельностный характер работы.

Вместе с тем, мы констатировали малоизученный аспект системного внедрения 3D-технологий во внеурочную деятельность, для чего было выявлено возможное решение данной проблемы через организацию математического кружка. Анализ работ позволил определить математический кружок как специально организованную образовательную среду, обеспечивающую условия для развития интеллектуальных способностей через решение нестандартных задач, проектную деятельность и исследовательскую работу.

Во втором разделе «Практические основы развития пространственного мышления младших подростков средствами 3D-моделирования» представлены концептуальные основы создания и функционирования математического кружка «Геометриум 3D», его программа, система диагностики, а также описано методическое обеспечение и результаты опытно-экспериментальной работы.

Выбор программного обеспечения определялся комплексом педагогических, технических и организационных факторов. В качестве основной платформы была выбрана отечественная параметрическая система КОМПАС-3D LT V12. Проведенный сравнительный анализ с зарубежными аналогами (Tinkercad, Blender) показал, что отечественная платформа обладает оптимальным балансом между образовательной ценностью и доступностью.

Концепция кружка «Геометриум 3D» выстраивается с учетом возрастных особенностей учащихся 5–7 классов, психолого-педагогических закономерностей развития пространственных представлений и современных возможностей цифровых технологий. Численность группы ограничена 10–12 учащимися, занятия проводятся 2 раза в неделю по 40 минут.

Концепция ориентирована на достижение системного результата на трех уровнях: личностном (формирование позитивного отношения к математике, развитие исследовательской инициативы), метапредметном (развитие всех компонентов пространственного мышления, освоение всех типов оперирования образами, формирование навыков проектной деятельности) и предметном (углубление понимания геометрических понятий, освоение базовых операций 3D-моделирования, приобретение навыков подготовки моделей к 3D-печати).

Организация образовательного процесса базируется на модульно-проектном подходе, интегрирующем принципы деятельностного подхода и технологию проектной деятельности.

Каждое занятие структурировано по четырем этапам:

- 1) ориентировочно-мотивационный;
- 2) материализованного выполнения действий;
- 3) интериоризации и трансформации образов;

#### 4) рефлексивно-оценочный.

Дальнейшие действия заключались в теоретическом обосновании и практической разработке методического обеспечения работы математического кружка. Программа кружка «Геометриум 3D» рассчитана на 68 учебных часов и реализуется в течение одного учебного года. Содержательное наполнение структурировано в четыре раздела: «Основы 3D моделирования», «Знакомство и работа в программе КОМПАС 3D LT», «Моделирование реальных объектов с помощью примитивов, логических операций, параметров» и «Практический блок. Создание и печать 3D-моделей по определенной тематике. Защита проекта». Логика построения курса обеспечивает переход от ознакомительного этапа к самостоятельному проектному творчеству, включая этап материализации виртуальных моделей через 3D-печать.

В качестве примера приведем краткое описание методической разработки одного из проектных занятий.

*План-конспект занятия: Проект «Транспорт прошлого». Изготовление 3D модели «Пароход». Занятие 1.*

Занятие построено по модульно-проектной схеме и включает четыре последовательных этапа, направленных на поэтапную интериоризацию пространственных действий.

На ориентировочно-мотивационном этапе создается проблемная ситуация через демонстрацию изометрической модели парохода; учащиеся анализируют объект, выделяют базовые геометрические формы и формулируют задачу перехода от 2D-эскиза к 3D-телу.

На этапе материализованного выполнения действий под руководством педагога осваиваются ключевые операции в КОМПАС-3D LT: выбор рабочей плоскости, построение замкнутого эскиза и операция выдавливания с параметризацией глубины. Дифференциация обеспечивается инструкционными картами разного уровня сложности.

Этап интериоризации направлен на развитие пространственного воображения через задания на мысленное прогнозирование трансформаций и

упражнение на ментальное вращение с последующей программной проверкой; ключевым условием выступает вербализация операций математическим аппаратом.

Рефлексивно-оценочный этап включает сопоставление модели с эталоном, самооценку по критериям геометрической точности и логики построения, а также сохранение файла с маркировкой, что создает когнитивный мостик к следующему модулю курса.

Методическое обеспечение диагностического процесса представляет собой регламентированную систему процедур, направленных на объективную фиксацию исходного уровня и динамики развития пространственного мышления.

Диагностика осуществляется на констатирующем и контрольном этапах. Для автоматизации процесса используется веб-ресурс, обеспечивающий стандартизацию условий и автоматический подсчёт баллов. Тест структурирован по пяти параметрам: «Величина», «Форма», «Тип 1 (изменение положения)», «Тип 2 (изменение структуры)», «Тип 3 (оперирование несколькими образами)». Переход от Тип 1 к Тип 2 или Тип 3 свидетельствует о качественном развитии пространственного мышления.

Опытно-экспериментальная работа проводилась в четыре этапа на базе ГАОУ СО «Гимназия № 4 имени Героя Советского Союза В. М. Безбокова» г. Саратова в 2025–2026 учебном году.

Подготовительный этап включал анкетирование педагогического сообщества и организацию набора участников. С помощью сервиса «Яндекс Формы» было проведено анонимное анкетирование 48 учителей математики и информатики Саратовской области.

Результаты показали, что подавляющее большинство педагогов (41 из 48) признают высокую значимость пространственного мышления для дальнейшего математического развития (в соответствии с рисунком 1). При этом 34 респондента указали на отсутствие практического опыта работы с 3D-платформами в школьной практике, что подтверждает существующий методический вакуум (в соответствии с рисунком 2).

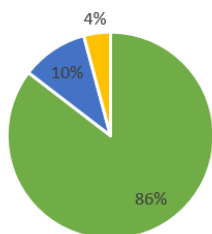
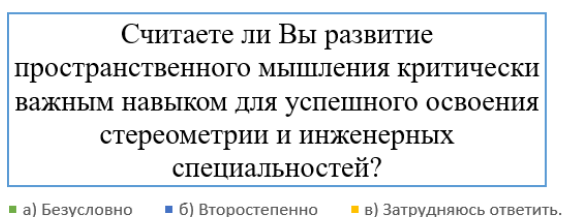


Рисунок 1 – Вопрос 1

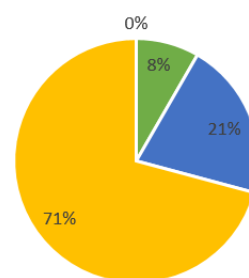


Рисунок 2 – Вопрос 2

Положительно на вопрос о мотивационном потенциале материализации моделей через 3D-печать ответили 88% учителей (в соответствии с рисунком 3).

Анализ показал, что большинству педагогов (37 из 48) интересно принять участие в организации кружка при наличии готового методического обеспечения, что обосновало запрос на тиражируемые разработки.

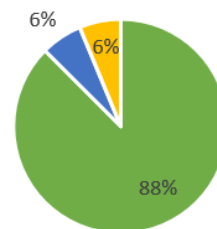
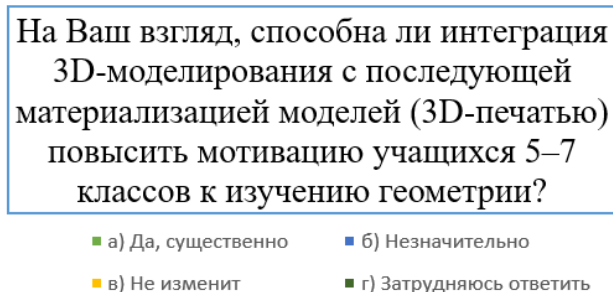


Рисунок 3 – Вопрос 3

Параллельно был разработан специализированный веб-ресурс кружка, выполнивший информационно-рекламную и диагностико-отборочную функции.

Через сайт подано 54 заявки, по результатам онлайн-викторины сформирована экспериментальная группа из 10 учащихся 5–7 классов.

Формирующий этап заключался в реализации программы «Геометриум 3D» (68 часов) по модульно-проектной модели. Учащиеся последовательно осваивали навигацию в 3D-среде, построение эскизов, параметрическое моделирование и булевы операции в КОМПАС-3D LT, переходя от наглядно-действенных операций к мысленному прогнозированию трансформаций. Материализация лучших моделей через 3D-печать обеспечила тактильную фиксацию пространственных образов.

Контрольный этап выявил положительную динамику: средний прирост по ТПМ составил +14 п.п., статистически значимый рост зафиксирован у 9 из 10 участников. Показатели по 3-му типу оперирования возросли, у 8 учащихся произошёл качественный переход на высшие уровни работы с пространственными образами.

По завершении формирующего эксперимента была проведена итоговая рефлексия участников математического кружка с помощью Интернет-сервиса «Яндекс Формы».

Анализ ответов на первый вопрос (*изменилось ли твоё умение мысленно представлять и вращать предметы после занятий в кружке?*) показал, что 8 из 10 участников отметили значительное улучшение навыков мысленного вращения и оперирования образами без опоры на визуализацию.

Развёрнутые ответы на второй вопрос (*помогло ли создание цифровых моделей и/или их последующая 3D-печать лучше понять связи между плоскими чертежами и объёмными телами?*) подтвердили эффективность принципа материализации: учащиеся указали, что возможность подержать в руках распечатанную модель помогла им чётко соотнести эскиз, проекции и итоговый объём, что напрямую способствовало развитию пространственных представлений.

Утвердительные ответы на вопросы о продолжении занятий и рекомендации друзьям (10 из 10 участников) свидетельствуют о высокой

устойчивости познавательного интереса и готовности учащихся к дальнейшему углублённому изучению геометрии и инженерной графики.

Таким образом, итоговое анкетирование подтвердило высокую устойчивость мотивации, осознанный переход к планированию действий и высокую оценку принципа материализации.

Результаты работы успешно апробированы на научно-методической конференции факультета ФМиЕНД ПИ СГУ имени Н.Г. Чернышевского (апрель 2026 г., II место), что подтверждает практическую значимость и готовность программы к тиражированию.

**Заключение.** В результате выполнения магистерской работы были получены следующие теоретические и практические результаты:

1. Выявлены теоретические основы и специфика развития пространственного мышления младших подростков.

2. Определены роль и возможности 3D-моделирования в формировании пространственных навыков у младших подростков.

3. Обоснован потенциал математического кружка для развития пространственного мышления младших подростков.

4. Разработаны концептуальные основы создания и эффективного функционирования математического кружка «Геометриум 3D».

5. Создана программа и методическое обеспечение функционирования математического кружка.

6. Проведена опытно-экспериментальная работа по апробации разработанной программы кружка.