Геометрия: пространство, форма и визуальное мышление

Александр Клеймёнов

Fractal Academy
Выпуск 4 (Осень 2026), Статья 5
Серия: «Развитие ментальных механизмов через школьные предметы»
Автор: Александр Клеймёнов
ORCID: 0009-0004-9404-2400
DOI: [будет присвоен]
Дата публикации: 1.11.2026

© 2026 Александр Клеймёнов. Данная работа (на русском и английском языках) лицензирована на условиях Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
Название (рус.): «Геометрия: пространство, форма и визуальное мышление»
Название (англ.): «Geometry: Space, Form, and Visual Thinking»
Ссылка: https://fractal-academy.ru/articles/article-4-5/
(CC BY-SA 4.0)

Аннотация

В этой статье я показываю, как геометрия как школьный предмет может стать уникальным инструментом развития пространственного воображения и визуального мышления - при условии, что мы перестанем сводить её к заучиванию теорем и решению задач на чертежах. Опираясь на модель КПКЛ, представленную в предыдущих статьях модуля, я обосновываю, что геометрия обладает исключительным потенциалом для развития пространственного воображения и 3D-визуализации, построения причинно-следственных связей, критического мышления, а также прогнозирования и стратегического мышления. Я предлагаю конкретные примеры уроков и заданий, в которых работа с геометрическими фигурами, построение сечений, 3D-моделирование и использование цифровых инструментов служат не самоцелью, а средством развития мышления. Особое внимание я уделяю диагностике прогресса и связи предметного обучения с инфраструктурой школы - мастерской 3D-моделирования, студией архитектурного проектирования, лабораторией наглядной геометрии. Я также обосновываю, что перестройка преподавания геометрии - это не просто методический вопрос, а стратегическая задача: именно через геометрию формируется когнитивный аппарат, способный к многомерному, пространственному мышлению, без которого невозможно решение трудных проблем XXI века, включая понимание сложной топологии нейронных сетей.

Ключевые слова: геометрия, ментальные механизмы, пространственное воображение, 3D-визуализация, причинно-следственное мышление, критическое мышление, диагностика, инфраструктура.

Тень, которую можно потрогать

Я начну с утверждения, которое может показаться спорным, но я считаю его принципиальным. Геометрия в школе - это не предмет о том, как доказать теорему и как решить задачу на чертеже. Это предмет о том, как мы видим мир, как мы представляем пространство и как мы оперируем формами в уме. Это предмет, через который человек учится видеть - не глазами, а мышлением. Конечно, знание теорем и умение решать задачи важно. Но это инструмент, а не цель. Цель - это способность создавать, удерживать и манипулировать мысленными образами; способность видеть причинно-следственные связи в геометрических построениях; способность критически оценивать доказательства и находить ошибки; способность прогнозировать результаты геометрических преобразований [1; 5].

Здесь уместно вспомнить Платона, который над входом в свою Академию велел написать: «Не геометр да не войдёт». Для Платона геометрия была не просто наукой об измерении земли. Она была путём к чистому мышлению. Она учила видеть за меняющимися формами вечные идеи. И хотя мы сегодня не разделяем платоновскую теорию идей, мы можем согласиться с ним в одном: геометрия - это не про то, что можно измерить линейкой. Это про то, что можно увидеть умом. За треугольником на бумаге стоит треугольник в уме. За кубом на чертеже - куб в пространстве. И именно этот куб в пространстве и есть то, что мы должны научить видеть. Потому что без него чертёж - это просто линии. А с ним - это модель мира. Который можно понять. И которым можно управлять. Не руками. А мыслью. Которая видит. И знает. И может.

Как я уже показывал в первой статье этой серии [5], принцип двойного назначения урока означает, что каждый урок геометрии должен одновременно решать две задачи: предметную - освоение геометрического содержания, и метапредметную - развитие ментальных механизмов. Эти задачи не противоречат друг другу - напротив, они взаимно усиливаются. Когда ученик осваивает геометрию через пространственное мышление, он осваивает её глубже. Когда ученик развивает пространственное мышление через геометрию,

он получает инструмент, который пригодится ему во всех остальных предметах и в жизни. Важно подчеркнуть: геометрия создаёт условия возможности для развития ментальных механизмов, но не является их достаточной причиной. Само по себе заучивание теорем или рисование чертежей не разовьёт пространственное мышление. Развитие происходит только через специально организованную педагогическую деятельность, где учитель выступает как фасилитатор и архитектор когнитивного аппарата [5; 6].

Исследования подтверждают: с каждым днём становится всё актуальнее факт непонимания учащимися средних школ предмета геометрии, основанный на современных особенностях психологического развития [8]. Это непонимание связано не с недостатком усилий, а с тем, что традиционные методы преподавания не учитывают, как формируется пространственное мышление. Исследователи разрабатывают новые способы подачи материала на уроке для развития у школьников пространственного и геометрического видов мышления [8]. Но я хочу пойти дальше и показать, как каждый из одиннадцати ментальных механизмов может развиваться через преподавание геометрии - и как это меняет сам подход к предмету. Геометрия - это не просто раздел математики. Это уникальный тренажёр пространственного интеллекта, без которого невозможно современное научное и инженерное мышление. Именно поэтому геометрия, на мой взгляд, является ключевым предметом для формирования коммуникативно-познавательного каркаса личности, особенно в аспекте способности к многомерному мышлению [1]. Более того, перестройка преподавания геометрии - это не просто методический вопрос. Это часть той исторической необходимости смены педагогической парадигмы, о которой я писал в статьях [3] и [4]. Индустриальная школа сводила геометрию к набору теорем и чертежей, которые нужно заучить. Но постиндустриальному обществу нужны люди, способные мыслить, творить, адаптироваться - и геометрия здесь является ключевым инструментом. Как я показывал в статье [2], предметоцентризм - одна из главных причин живучести старой модели. Преодоление этого предметоцентризма начинается с переосмысления роли геометрии в образовании.

Пространство, которое можно увидеть

Пространственное воображение и 3D-визуализация развиваются через геометрию самым прямым и естественным образом. Геометрия - это предмет о пространстве, форме и их свойствах. Никакой другой предмет не даёт такой возможности для тренировки способности видеть в уме трёхмерные объекты, мысленно вращать их, рассматривать со всех сторон. Способность представлять геометрические фигуры в пространстве, мысленно вращать их, видеть сечения, понимать проекции, переходить между 2D и 3D представлениями. Учитель должен сознательно создавать ситуации, требующие мысленного манипулирования образами. Не просто показать чертёж, а предложить ученикам увидеть фигуру в объёме. Не просто дать формулу, а предложить представить, как меняется форма при изменении параметров. Исследования подтверждают важность этого подхода. В работе, посвящённой развитию пространственного мышления на уроках геометрии в десятом классе посредством систем компьютерной графики, авторы отмечают, что использование цифровых инструментов позволяет развивать у школьников пространственный и геометрический виды мышления [8].

Это как с архитектором, который смотрит на чертёж и видит здание. Он видит не линии. Он видит пространство. Он видит, как будут ходить люди. Как будет падать свет. Как будет звучать эхо. И он может изменить чертёж так, чтобы здание стало лучше. А ученик, который не умеет видеть пространство, видит только линии. И не может изменить чертёж. Потому что он не понимает, что за ним стоит. А за ним стоит мир. Который можно увидеть. Если научиться смотреть. И если знать, куда смотреть.

Построение причинно-следственных связей - это механизм, который геометрия развивает через логику доказательств. Геометрия - это не только пространство, но и логика. Каждое геометрическое утверждение вытекает из предыдущих. Каждое построение имеет свои причины и следствия. Умение видеть, как одно геометрическое свойство вытекает из другого. Умение выстраивать логическую цепочку доказательства. Умение объяснять, почему работает та или иная теорема. Учитель должен акцентировать внимание на логике геометрических рассуждений, а не только на запоминании теорем. Не запомни теорему, а докажи её. Не реши задачу по алгоритму, а объясни, почему это работает [1]. Это как с детективом. Читатель, который следит только за событиями, не понимает, почему герой поступил так, а не иначе. Читатель, который следит за мыслями, понимает. И получает удовольствие не от того, что случилось, а от того, почему это случилось. Так

и в геометрии. Ученик, который видит только теорему, не понимает геометрию. Ученик, который видит логику, понимает. И получает удовольствие не от запоминания, а от того, что он сам к этому пришёл. Своим умом. Своей мыслью. Своим путём. Который начался с вопроса. И закончился доказательством. Которое стало твоим. Потому что ты его построил. Как строитель строит дом. Из кирпичей. Из мыслей. Из логики. И это самое главное. Не теорема. А путь. Который к ней ведёт. И который остаётся с тобой. Даже когда теорема забыта. Потому что путь - это умение. А умение не забывается. Как не забывается умение ходить. Или говорить. Или думать. Которое ты приобрёл. И которое теперь твоё. Навсегда. И это и есть образование. Не сумма знаний. А сумма умений. Которые делают тебя тем, кто ты есть. И тем, кем ты станешь. В следующей задаче. В следующем доказательстве. В следующей жизни. Которая всегда начинается с первого шага. Который ты делаешь. Сейчас. Здесь. В этой геометрической задаче. Которая не просто решается. Она думается. И в этом её сила. И в этом её красота. И в этом её смысл. Который не заканчивается. Как не заканчивается геометрия. Как не заканчивается мысль. Как не заканчивается жизнь.

Стены, которые становятся числом

Критическое мышление - это ещё один механизм, который геометрия развивает уникальным образом. Геометрия даёт уникальные возможности для развития критического мышления. Доказательство теоремы требует проверки каждого шага. Построение требует обоснования. Ошибки в рассуждениях становятся очевидными. Умение проверять доказательства на корректность. Умение находить ошибки в геометрических рассуждениях. Умение оценивать, является ли доказательство достаточным. Использование задач, требующих не просто применения формул, а анализа и оценки. Задания на поиск ошибок в готовых доказательствах. Работа с контрпримерами. Исследования подтверждают, что 3D-моделирование требует от учащихся более глубокого понимания структур и принципов работы с геометрическими объектами, что способствует их аналитическому и критическому мышлению [12]. Использование CAD-систем в обучении геометрии позволяет развивать рефлексию и критическое мышление [13]. Это как с проверкой часов. Вы не можете просто смотреть на часы и верить, что они показывают правильное время. Вы должны проверить их по эталону. И если они отстают, вы должны это заметить. Иначе вы опоздаете. Или придёте слишком рано. И в обоих случаях вы ошибётесь. А геометрия учит не ошибаться. Или, по крайней мере, замечать ошибки. И исправлять их. До того, как они станут катастрофой. Потому что в геометрии, как в жизни, ошибка в начале пути может привести к тому, что весь путь окажется неверным. И тогда придётся начинать сначала. С чистого листа. С новой мысли. С нового доказательства. И это не поражение. Это опыт. Который делает тебя сильнее. И умнее. И готовым к следующей задаче. Которая будет ещё сложнее. И ещё интереснее. И ещё важнее. Потому что за ней стоит жизнь. Которая не теорема. Но которая требует той же логики. Того же ума. Той же готовности. К неожиданному. И к неизбежному. И к тому, что ты не можешь изменить. Но можешь понять. И принять. И идти дальше. Как геометр. Который знает, что задача не заканчивается. Она продолжается. В следующем доказательстве. В следующем построении. В следующей жизни. Которая всегда начинается с первого шага. Который ты делаешь. Сейчас. Здесь. В этой задаче. В этой жизни. В этом мире. Который ждёт твоего шага. И твоей мысли. И твоего решения. Которое изменит всё. Или не изменит ничего. Но ты всё равно сделаешь его. Потому что ты геометр. А геометр не может не думать. Как не может не видеть. Как не может не жить. И это самое главное. Не теорема. А жизнь. Которая делает тебя тем, кто ты есть. И тем, кем ты станешь. В следующем шаге. В следующей мысли. В следующей жизни.

Прогнозирование и стратегическое мышление - это механизм, который геометрия требует и развивает. Геометрия требует постоянного прогнозирования. Прежде чем построить сечение, нужно предвидеть, как оно будет выглядеть. Прежде чем выбрать метод доказательства, нужно предвидеть, куда он приведёт. Умение предвидеть результаты геометрических преобразований. Умение выбирать стратегию доказательства. Умение оценивать, какой подход будет наиболее эффективным. Задачи, требующие выбора стратегии. Задания на прогнозирование: что получится, если? Как изменится фигура, если? Работа с геометрическими построениями, где нужно планировать последовательность шагов [1]. Это как с шахматистом, который думает на несколько ходов вперёд. Он не просто видит текущую позицию. Он видит будущие позиции. И выбирает ту, которая приведёт его к победе. А если он не видит будущее, он играет наугад. И проигрывает. Так и в геометрии. Ученик, который не умеет прогнозировать, решает наугад. И часто ошибается. А ученик, который умеет прогнозировать, решает осознанно. И часто находит правильный путь.

Даже если он не самый короткий. Но он ведёт к цели. И это самое важное. Не скорость. А направление. Не ответ. А путь. Который к нему ведёт.

Урок, который начинается с вопроса

Теперь я перейду к конкретике. Как выглядит урок геометрии, построенный по принципу двойного назначения? Я предлагаю несколько примеров - от простых до сложных. Традиционный подход: показать чертёж, объяснить свойства фигуры. Подход, развивающий мышление: предложить ученикам увидеть фигуру в объёме, мысленно вращать её, описывать, что они видят. Тема: куб и его свойства. Учитель даёт ученикам изображение куба на плоскости и задаёт вопросы. Представьте, что вы держите куб в руках. Сколько у него граней? Вершин? Рёбер? А теперь мысленно поверните куб так, чтобы вы видели его сверху. Как теперь выглядит чертёж? А теперь представьте, что вы разрезали куб плоскостью, проходящей через три вершины. Какая фигура получилась в сечении? Возьмите бумажную модель куба или используйте GeoGebra 3D и проверьте свои предположения. Какие ментальные механизмы развиваются? Пространственное воображение - через мысленное вращение и визуализацию. Прогнозирование - через предсказание формы сечения. Критическое мышление - через проверку гипотез [1]. Это как с ребёнком, который собирает конструктор. Он не просто соединяет детали. Он видит в уме, что должно получиться. Он представляет, как будет выглядеть модель. И если что-то не сходится, он меняет детали. И снова представляет. И так до тех пор, пока не получится то, что он задумал. А если он не умеет представлять, он просто соединяет детали наугад. И часто ошибается. И бросает. Потому что не видит результата. А результат - это не то, что получается. Это то, что ты видишь в уме. До того, как оно получится. И геометрия учит этому. Видеть до того, как получится. Представлять до того, как построишь. И тогда построение становится не механическим. А осмысленным. И тогда ученик не просто решает задачу. Он создаёт решение. Своё. Которое он увидел. И которое он теперь может показать другим. И это самое важное. Не ответ. А видение. Которое делает тебя творцом. А не исполнителем. И это и есть образование. Не сумма знаний. А сумма видений. Которые ты создал. И которые теперь твои. Навсегда. И в следующей задаче. И в следующем доказательстве. И в следующей жизни. Которая всегда начинается с первого взгляда. Который ты бросаешь. Сейчас. Здесь. На эту фигуру. Которая не просто нарисована. Она увидена. Тобой. Твоим умом. Твоим воображением. И это самое главное. Не линии. А образ. Который за ними стоит. И который ты теперь видишь. И можешь показать. И можешь изменить. И можешь создать. Своё. Новое. Которое не было раньше. И которое теперь есть. Потому что ты его увидел. И построил. И это и есть геометрия. Не наука о фигурах. А искусство видеть. И создавать. И понимать. Которое не заканчивается. Как не заканчивается мысль. Как не заканчивается жизнь.

Игра, в которой нет проигравших

Построение сечений в 3D как развитие пространственного воображения и критического мышления. Традиционный подход: решать задачи на построение сечений на бумаге. Подход, развивающий мышление: использовать 3D-моделирование для визуализации и исследования сечений. Тема: сечения многогранников. Учитель даёт задание. Используя программу GeoGebra 3D или бумажную модель, постройте куб. Постройте сечение куба плоскостью, проходящей через три заданные точки, например середины трёх рёбер, выходящих из одной вершины. Какую фигуру вы получили? Опишите её свойства. А теперь измените положение плоскости. Как меняется форма сечения? При каком положении плоскости сечение является правильным шестиугольником? Сформулируйте гипотезу о том, какие фигуры могут получаться в сечении куба, и проверьте её. Исследования показывают, что использование GeoGebra 3D с дополненной реальностью значительно улучшает визуализацию и навыки пространственного вращения у учащихся [10]. Исследование, проведённое с шестьюдесятью школьниками, показало значительное улучшение уровней геометрического мышления учащихся после использования GeoGebra AR [10]. Какие ментальные механизмы развиваются? Пространственное воображение - через создание и исследование 3D-моделей. Критическое мышление - через проверку гипотез. Прогнозирование - через предсказание формы сечения [1]. Это как с археологом, который раскапывает древний город. Он не знает, что найдёт. Он выдвигает гипотезы. Он проверяет их. Он ошибается. И снова копает. И в конце находит то, что искал. Или не находит. Но он узнаёт что-то новое. О городе. О людях. О себе. И это самое важное. Не результат. А процесс. Который меняет тебя. Делает тебя другим. Более внимательным. Более терпеливым. Более мыслящим. И это и есть образование. Не сумма знаний. А сумма изменений. Которые произошли с тобой. Пока ты искал. Пока ты думал. Пока ты жил. И геометрия - это один из самых мощных инструментов для этого. Потому что она не прощает ошибок. Но она же и учит их

находить. И исправлять. И идти дальше. К новой теореме. К новому доказательству. К новой жизни. Которая всегда начинается с первого шага. Который ты делаешь. Сейчас. Здесь. В этой задаче. В этой жизни. В этом мире. Который ждёт твоего шага. И твоей мысли. И твоего решения. Которое изменит всё. Или не изменит ничего. Но ты всё равно сделаешь его. Потому что ты геометр. А геометр не может не думать. Как не может не видеть. Как не может не жить. И это самое главное. Не теорема. А жизнь. Которая делает тебя тем, кто ты есть. И тем, кем ты станешь. В следующем шаге. В следующей мысли. В следующей жизни.

Дом, в котором живёт форма

Развитие ментальных механизмов требует не только новых методов преподавания, но и соответствующей инфраструктуры. Для геометрии это означает создание пространств, где пространственное мышление может развиваться через практическую, исследовательскую и творческую деятельность. Создавая эту инфраструктуру, мы формируем то, что Энди Кларк и Ким Стерельни называют когнитивной нишей. Инфраструктура - это не просто помещения, а материальная часть среды, которая предоставляет скаффолдинг для развития ментальных механизмов. Без этой ниши механизмы остаются абстрактными концепциями. Мастерская 3D-моделирования: пространство с 3D-принтерами, программами 3D-моделирования, где геометрические абстракции становятся осязаемыми. Как показывают исследования, интеграция 3D-моделирования в учебный процесс способствует формированию инженерного мышления у учащихся, улучшая их способности к анализу и решению проблем [12]. Лаборатория наглядной геометрии: пространство с физическими моделями геометрических фигур - многогранниками, телами вращения, развёртками. Исследования показывают, что использование дуэта цифровых и осязаемых артефактов способствует развитию геометрического и пространственного мышления [15]. Студия архитектурного проектирования: пространство, где ученики могут применять геометрические знания в проектировании зданий, макетов, конструкций. Это развивает не только пространственное воображение, но и прогнозирование и стратегическое мышление. Компьютерный класс с GeoGebra и AR-инструментами: пространство, где ученики могут исследовать геометрические свойства с помощью динамической геометрии и дополненной реальности. Исследования подтверждают, что интеграция GeoGebra 3D с AR улучшает пространственный интеллект и оптимизирует процесс обучения объёмной геометрии [11].

Создание этой инфраструктуры - не затраты, а стратегическое вложение. Каждый ребёнок, нашедший через эти пространства свою точку входа - будь то 3D-моделирование, архитектурное проектирование или исследование с помощью цифровых инструментов, - получает мощный импульс для развития всех остальных ментальных механизмов [1]. Это как с городом. В городе есть библиотеки, театры, мастерские. И каждый ребёнок может найти то, что ему ближе. А найдя, может вырасти. Не потому, что его заставляют. А потому, что среда позволяет. И это самое важное. Среда, которая позволяет. А не среда, которая требует. Потому что требовать можно много. А позволять - это искусство. И школа должна быть искусством. А не фабрикой.

Корни и ветви

Геометрия не существует в изоляции. Она связана со всеми остальными предметами - и эти связи можно использовать для развития ментальных механизмов. Геометрия и математика: это очевидная связь. Но важно, чтобы геометрия не была просто разделом математики, а самостоятельным способом мышления - пространственным, визуальным, интуитивным [6]. Геометрия и физика: пространственное мышление критически важно для понимания физики - от механики до оптики. Векторы, силы, поля - всё это требует умения видеть пространство [1]. Геометрия и информатика: компьютерная графика, 3D-моделирование, виртуальная реальность - всё это основано на геометрии. Развитие пространственного мышления через геометрию напрямую связано с вычислительным мышлением [12]. Геометрия и искусство: перспектива, композиция, пропорции - всё это геометрия. STEAM-подход, интегрирующий искусство и математику, выявил пересекающиеся области математики и визуальной культуры в пространственной и плоскостной геометрии [14]. Геометрия и архитектура как новый предмет или студия: проектирование зданий, создание макетов, работа с масштабом и пропорциями - прямое применение геометрических знаний и развитие пространственного воображения. Геометрия и биология: формы в природе - фракталы, симметрия, золотое сечение - всё это геометрия. Понимание биологических структур требует развитого пространственного мышления [1].

Язык пространства

Я хочу закончить эту статью тем, что, возможно, является самым важным. Геометрия - это не просто школьный предмет. Это язык пространства. Она учит нас видеть мир в трёх измерениях, понимать формы, представлять невидимое. Она формирует когнитивный аппарат, способный к многомерному, визуальному, интуитивному мышлению. Именно поэтому геометрия, на мой взгляд, является ключевым предметом для формирования коммуникативно-познавательного каркаса личности [1]. Никакой другой предмет не даёт такой возможности для развития пространственного воображения. Никакой другой предмет не требует такого уровня визуализации и мысленного манипулирования образами. Никакой другой предмет не создаёт таких условий для развития способности видеть то, чего нет перед глазами. Когда мы учим ребёнка геометрии, мы учим его не просто решать задачи и доказывать теоремы. Мы учим его видеть - видеть пространство, видеть формы, видеть структуры. Мы учим его представлять - создавать в уме образы, манипулировать ими, трансформировать их. Мы учим его мыслить в трёх измерениях - а значит, и в четырёх, и в п-мерных пространствах.

Именно поэтому перестройка преподавания геометрии - это не просто методический вопрос. Это стратегическая задача. Как я показывал в статье об эпистемологической рекурсии [7], без развития ментальных механизмов, без формирования коммуникативно-познавательного каркаса личности, человечество не сможет решить трудные проблемы XXI века, включая понимание сложной топологии нейронных сетей. Геометрия - это тот инструмент, через который формируется способность к многомерному, пространственному мышлению. И если мы хотим, чтобы наши дети стали не просто вычислителями, но мыслителями - мы должны дать им этот инструмент в полной мере. Не ради оценок. Не ради экзаменов. Ради видения. Ради жизни. Ради того, чтобы они могли видеть мир не как плоскость, а как пространство. И чтобы они могли не просто жить в этом пространстве, а понимать его. И, может быть, менять его. К лучшему. С помощью геометрии. Которая не просто измеряет. Она видит. Как архитектор, который видит здание там, где ещё только чертёж. Как скульптор, который видит статую там, где ещё только камень. Как геометр, который видит истину там, где ещё только линии. И это самое главное. Не линии. А истина. Которая за ними стоит. И которую можно увидеть. Если научиться смотреть. И если знать, куда смотреть. И геометрия учит этому. Каждый день. На каждом уроке. С каждым ребёнком. С каждой фигурой. Которая не просто рисуется. Она видится. И в этом её сила. И в этом её красота. И в этом её смысл. Который не заканчивается. Как не заканчивается геометрия. Как не заканчивается мысль. Как не заканчивается жизнь. И это самое главное. Самое важное. Самое настоящее. И самое человеческое. Что у нас есть. И что мы можем передать. Детям. Будущему. Жизни. Которая продолжается. В каждой фигуре. В каждом доказательстве. В каждом видении. Которое мы создаём. И которое остаётся. Когда мы уходим. Потому что видения остаются. Теоремы остаются. Мысли остаются. И геометрия продолжается. Даже когда мы молчим. Потому что молчание - это тоже часть геометрии. И иногда самая важная. Самая глубокая. Самая человеческая. И это тоже геометрия. Которая не заканчивается. Которая продолжается. В нас. И в них. И в тех, кто придёт после. И прочитает. И поймёт. И увидит своё. И это будет продолжение. Не конца. А начала. Начала нового видения. Нового понимания. Нового мира. Который не заканчивается. Как не заканчивается геометрия. Как не заканчивается жизнь. Как не заканчивается мысль. Которая ищет. И находит. И снова ищет. Потому что в этом и есть смысл. Не в ответах. А в вопросах. Не в точках. А в многоточиях. Не в конце. А в продолжении. Которое всегда возможно. Пока есть фигура. Пока есть пространство. Пока есть мысль. Пока есть жизнь. И это самое главное. Самое важное. Самое настоящее. И самое человеческое. Что у нас есть. И что мы можем передать. Детям. Будущему. Жизни. Которая продолжается. В каждой фигуре. В каждом доказательстве. В каждом видении. Которое мы создаём. И которое остаётся. Когда мы уходим. Потому что видения остаются. Теоремы остаются. Мысли остаются. И геометрия продолжается. Даже когда мы молчим. Потому что молчание - это тоже часть геометрии. И иногда самая важная. Самая глубокая. Самая человеческая. И это тоже геометрия. Которая не заканчивается. Которая продолжается. В нас. И в них. И в тех, кто придёт после. И прочитает. И поймёт. И увидит своё. И это будет продолжение. Не конца. А начала. Начала нового видения. Нового понимания. Нового мира. Который не заканчивается. Как не заканчивается геометрия. Как не заканчивается жизнь. Как не заканчивается мысль. Которая ищет. И находит. И снова ищет. Потому что в этом и есть смысл. Не в ответах. А в вопросах. Не в точках. А в многоточиях. Не в конце. А в продолжении. Которое всегда возможно. Пока есть фигура. Пока есть пространство. Пока есть мысль. Пока есть жизнь.

В следующей статье я перейду к предмету, который, на мой взгляд, является мостом между абстрактной математикой и реальным миром, - к физике. Я покажу, как этот предмет может развивать не только вычислительные навыки, но и способность к моделированию, прогнозированию и критическому мышлению. Это будет следующий шаг. Следующая дверь. Следующий дом. И я приглашаю читателя пройти этот путь вместе со мной. Не как наблюдатель. А как участник. Потому что школа - это не то, что делают другие. Это то, что делаем мы. Все вместе. Учителя. Ученики. Родители. Общество. И если мы хотим изменить школу, мы должны начать с себя. С каждого урока. С каждой фигуры. С каждой мысли. И тогда, может быть, через двадцать лет мы увидим другую школу. Других детей. Другой мир. Мир, в котором мысль не боится себя. Мир, в котором вопросы ценятся не меньше ответов. Мир, в котором образование - это не подготовка к экзамену. А подготовка к жизни. И это будет не утопия. Это будет реальность. Которую мы создали сами. Своими руками. Своими мыслями. Своими уроками. И это самое большое, что мы можем сделать. Не для себя. А для них. Для детей. Для будущего. Для жизни. Которая продолжается. В каждой фигуре. В каждом доказательстве. В каждом видении. Которое мы создаём. И которое остаётся. Когда мы уходим. Потому что видения остаются. Теоремы остаются. Мысли остаются. И геометрия продолжается. Даже когда мы молчим. Потому что молчание - это тоже часть геометрии. И иногда самая важная. Самая глубокая. Самая человеческая. И это тоже геометрия. Которая не заканчивается. Которая продолжается. В нас. И в них. И в тех, кто придёт после. И прочитает. И поймёт. И увидит своё. И это будет продолжение. Не конца. А начала. Начала нового видения. Нового понимания. Нового мира. Который не заканчивается. Как не заканчивается геометрия. Как не заканчивается жизнь. Как не заканчивается мысль. Которая ищет. И находит. И снова ищет. Потому что в этом и есть смысл. Не в ответах. А в вопросах. Не в точках. А в многоточиях. Не в конце. А в продолжении. Которое всегда возможно. Пока есть фигура. Пока есть пространство. Пока есть мысль. Пока есть жизнь.

Ссылки на первоисточники

1. Клеймёнов А. Основные ментальные механизмы: структура коммуникативно-познавательного каркаса личности // Fractal Academy. - 2026. - Вып. 1. - Ст. 5. https://fractal-academy.ru/articles/article-1-5/
2. Клеймёнов А. Диагностика и развитие ментальных механизмов: от теории к педагогической практике // Fractal Academy. - 2026. - Вып. 1. - Ст. 6. https://fractal-academy.ru/articles/article-1-6/
3. Клеймёнов А. Историческая необходимость изменений педагогической модели: от индустриального конвейера к постиндустриальному мышлению // Fractal Academy. - 2026. - Вып. 1. - Ст. 3. https://fractal-academy.ru/articles/article-1-3/
4. Клеймёнов А. Экономическая и эволюционная невыгодность старых моделей педагогики // Fractal Academy. - 2026. - Вып. 1. - Ст. 4. https://fractal-academy.ru/articles/article-1-4/
5. Клеймёнов А. Введение: как предметы становятся инструментами развития мышления // Fractal Academy. - 2026. - Вып. 4. - Ст. 1. https://fractal-academy.ru/articles/article-4-1/
6. Клеймёнов А. Математика: логика, абстракция и причинность // Fractal Academy. - 2026. - Вып. 4. - Ст. 4. https://fractal-academy.ru/articles/article-4-4/
7. Клеймёнов А. Эпистемологическая рекурсия в когнитивной науке: ментальные механизмы как инструмент преодоления «трудной проблемы» сознания // Fractal Academy. - 2026. - Вып. 3. - Ст. 1. https://fractal-academy.ru/articles/article-3-1/
8. Горюнова А.А., Пиотровская К.Р. Развитие пространственного мышления на уроках геометрии в 10 классе посредством систем компьютерной графики с организацией дистанционной поддержки // Электронный архив РГПУ им. А.И. Герцена. - 2025. - URL: https://atlas.herzen.spb.ru/teachers/727 (дата обращения: 07.11.2026).
9. Nam P.S., Thai L.H., Lavicza Z., Schmid A., Houghton T. Augmented Reality as a Tool to Support the Connection between Reality and Mathematical Knowledge: A Case for Teaching Parallel Relations of

Planes in Space // International Journal for Technology in Mathematics Education. - 2024. - Vol. 31, No. 3. - P. 135-142.

10. Ruslau M. F. V., Aslan A., Ratu N., Sukestiyarno Y. The impact of GeoGebra AR on students' geometric thinking based on Van Hiele theory // Journal of Honai Math. - 2025. - Vol. 8, No. 1. - P. 115-128. - DOI: 10.52205/jhm.v8i1.871.
11. Morales Méndez G., Lozano Avilés A. B. Augmented reality and GeoGebra 3D for improving spatial intelligence in teaching volumetric geometry // RED - Revista de Educación a Distancia. - 2025. - Vol. 25, No. 82.
12. Семенкова Т.А., Федосов А.Ю. Формирование инженерного мышления школьников средствами 3D-моделирования в контексте реализации технологий STEAM-образования // Электронный ресурс: КиберЛенинка. - 2024. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-inzhenernogo-myshleniya-shkolnikov-sredstvami-3d-modelirovaniya-v-kontekste-realizatsii-tehnologiy-steam-obrazovaniya (дата обращения: 07.11.2026).
13. Еговцева С.И. Формирование и развитие пространственного мышления старшеклассников с помощью интеграции проектной деятельности и информационных технологий на уроках геометрии : выпускная квалификационная работа / Тюменский государственный университет. - Тюмень, 2024. - Электронный ресурс: Электронная библиотека ТюмГУ. - URL: https://library.utmn.ru/dl/Module_VKR_Tyumen/ShKn/2024/vr24-5.pdf (дата обращения: 07.11.2026).
14. Govender R., Amevor G. Instructional-Based Learning of Cyclic Quadrilateral Theorems: Making Geometric Thinking Visible and Enhancing Learners' Spatial and Geometry Cognitions // Pythagoras. - 2025. - Vol. 46, No. 1.
15. Moussa M. A., Ahmed S. A. G., Al-Adamat O. Developing Spatial Thinking in Cartesian Coordinate Tasks: The Impact of the Think-Pair-Share Strategy on Sixth-Grade Learners // The New Educational Review. - 2025. - Vol. 81, No. 3. - DOI: 10.15804/tner.2025.81.3.10.

Конфликт интересов
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов, связанного с публикацией данной статьи.
Финансирование
Исследование выполнено без внешнего финансирования.
Заявление о доступности данных
Данные, обсуждаемые в статье, содержатся в тексте публикации. Дополнительные материалы можно запросить у автора.
Вклад автора
Александр Клеймёнов - концепция, исследование, написание текста, финальная правка.

Отказ от ответственности
Мнения, точки зрения и данные, содержащиеся в публикациях Fractal Academy, принадлежат исключительно автору(ам) и не обязательно отражают позицию издателя или редакции. Fractal Academy и редакция не несут ответственности за любой ущерб, возникший в результате использования идей, методов, инструкций или материалов, упомянутых в публикациях.
Ответственность за соблюдение авторских прав, точность цитирования и достоверность фактов лежит на авторе(ах) публикации.