Ментальный механизм «Пространственное воображение и 3D-визуализация»: когнитивная основа творчества и понимания

Александр Клеймёнов

Fractal Academy
Выпуск 5 (Осень 2026), Статья 10
Серия: «Ментальные механизмы коммуникативно-познавательного каркаса личности: структура, основания и педагогика развития»
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.): «Ментальный механизм «Пространственное воображение и 3D-визуализация»: когнитивная основа творчества и понимания»
Название (англ.): «The Mental Mechanism of "Spatial Imagination and 3D Visualization": The Cognitive Foundation of Creativity and Understanding»
Ссылка: https://fractal-academy.ru/articles/article-5-10/
(CC BY-SA 4.0)

Аннотация

В этой статье я подробно раскрываю такой ментальный механизм, как пространственное воображение и 3D-визуализация, который является неотъемлемой частью коммуникативно-познавательного каркаса личности. Опираясь на современные исследования в области когнитивной психологии, нейробиологии и педагогической практики, а также на высказывания учёных, я показываю, что пространственное воображение представляет собой фундаментальную когнитивную способность, лежащую в основе не только успешного освоения естественных и точных наук, но и творческого мышления, дизайна, инженерии и многих других видов человеческой деятельности. Особое внимание я уделяю тому, что пространственное воображение является важнейшим навыком для понимания информации, полученной из разных источников, посредством визуализации, а также ключевым инструментом творчества. В статье предлагаются педагогические стратегии развития этого механизма у обучающихся.

Ключевые слова: пространственное воображение, 3D-визуализация, коммуникативно-познавательный каркас личности, ментальные механизмы, когнитивное развитие, творческое мышление, педагогика развития.

Камень, в котором уже есть статуя

Пространственное воображение и 3D-визуализация - это способность создавать, удерживать, трансформировать и мысленно манипулировать образами объектов в трёхмерном пространстве. Как отмечают исследователи, пространственное мышление является одной из ключевых компетенций, необходимых для успешного освоения многих школьных предметов, особенно в области естественных и точных наук, а также проектирования и инженерии, и одновременно когнитивным краеугольным камнем, который лежит в основе различных аспектов обучения, решения проблем и творчества [5]. Оно не является изолированным навыком - оно тесно связано с другими когнитивными процессами: с восприятием, вниманием, памятью, речью и, что особенно важно, с творческим мышлением.

Здесь уместно вспомнить Микеланджело, который говорил, что в каждом камне уже есть статуя, и задача скульптора - лишь отсечь лишнее. Это не мистика. Это точное описание пространственного воображения. Скульптор видит в глыбе мрамора не камень, а форму, которая в нём скрыта. Он мысленно вращает её, проверяет пропорции, представляет, как она будет выглядеть с разных сторон. И только потом берёт в руки резец. Точно так же инженер видит в чертеже не линии, а работающий механизм. Архитектор видит в плане не квадраты, а пространство, по которому будут ходить люди. И ребёнок, играющий с кубиками, видит не деревянные бруски, а дом, в котором живут игрушки. Пространственное воображение - это способность видеть третье измерение там, где есть только два. Или даже четвёртое - время - там, где есть только три.

Исследование, проведённое среди будущих учителей, выявило умеренную или высокую корреляцию между способностью к пространственной визуализации и математической креативностью, особенно в показателях гибкости и беглости мышления [7]. Это подтверждает, что пространственное воображение является фундаментом, на котором строится творческое мышление. Без него мысль остаётся плоской. Она скользит по поверхности, не проникая вглубь. А глубина - это и есть третье измерение мысли.

В моей модели КПКЛ пространственное воображение и 3D-визуализация занимают особое место. Они тесно связаны с другими ментальными механизмами: с долговременной памятью и мнемотехникой - созданием

ярких образов для запоминания; с построением причинно-следственных связей - пониманием структурных взаимосвязей; с критическим мышлением - проверкой соответствия мысленных образов реальности; с прогнозированием - мысленным моделированием развития событий.

Прежде чем перейти к определению, я должен явно обозначить место этого механизма в моей модели. В системе КПКЛ пространственное воображение и 3D-визуализация - это ММ-10, и он относится к ядру [9; 10]. Различение ядра и обеспечения введено в статье о структуре ментальных механизмов [9] и обосновано в статье об эпистемологической рекурсии [10]. Ядро - это шесть механизмов, которые конституируют акт решения трудной проблемы: ММ-1, ММ-3, ММ-5, ММ-6, ММ-10, ММ-11. Обеспечение - это пять механизмов, без которых ядро не работает, но которые не конституируют акт решения: ММ-2, ММ-4, ММ-7, ММ-8, ММ-9. Пространственное воображение принадлежит к ядру, потому что оно реализует требование удержания многомерной динамической модели объекта [10]. Мозг - не плоская схема из учебника. Это динамическая, четырёхмерная, с учётом времени, топологическая структура. Понимание коннектомики, работы глиальных сетей или пространственной организации гиппокампа требует от учёного способности удерживать и мысленно манипулировать сложными объёмными моделями. Без ММ-10 исследователь огрубляет объект до плоских схем и видит зоны активации там, где на самом деле разворачиваются динамические процессы. Это как если бы вы пытались понять, как работает собор, рассматривая его фотографию в профиль. Вы увидите стену, окно, контрфорс. Но вы не увидите пространства. А собор - это прежде всего пространство.

От восприятия к мысленному конструированию

Пространственное воображение - это способность понимать, интерпретировать и манипулировать визуальными и ментальными репрезентациями объектов в трёхмерном пространстве [5]. Исследователи выделяют несколько ключевых компонентов этой способности. 3D-ментальная визуализация - способность мысленно визуализировать объект в трёх измерениях на основе его двухмерных чертежей или эскизов [4]. Это фундаментальный навык, который, как показывают исследования, является архитектурным навыком, основанным на определённых способностях, которые усиливаются у архитекторов, возможно, в процессе обучения [4]. Пространственное восприятие и вычленение, или disembedding, - способность отделять фигуру от фона и видеть скрытые структуры [6]. Как отмечается в исследовании, проведённом в рамках STEAM-образования, вычленение является важным навыком в изобразительном искусстве и математическом образовании. Оно важно для создания и анализа произведений искусства путём отделения фигуры от фона, а также для решения геометрических задач, где формы должны рассматриваться с новых точек зрения [6]. И наконец, мысленное вращение - способность вращать мысленный образ объекта и рассматривать его с разных сторон.

Исследование с использованием функциональной магнитно-резонансной томографии показало, что 3D-среды для рисования, такие как виртуальная реальность, могут активировать больше зрительно-пространственных функций во время рисования по сравнению с 2D-средами [1]. Это означает, что использование современных цифровых инструментов может значительно усилить развитие пространственного воображения. Но здесь есть и обратная сторона. Инструмент может усилить то, что уже есть. А может и заменить то, чего нет. Калькулятор усиливает счёт. Но он не учит считать. Виртуальная реальность усиливает пространственное воображение. Но она не создаёт его из ничего. Нужна база. Нужна способность видеть форму. И эту способность нужно тренировать. Как тренируют мышцы. Как учат рисовать. Как учат смотреть.

Почему это основа творчества

Связь между пространственным воображением и творчеством имеет глубокие научные основания. Исследование, проведённое с участием будущих учителей, показало, что существует умеренная или высокая корреляция между способностью к пространственной визуализации и математической креативностью. Авторы исследования пришли к выводу, что развитие навыков пространственного мышления может способствовать развитию творческого мышления [7]. Исследование, посвящённое пространственному мышлению в открытых дизайнерских задачах, выявило, что процессы пространственного мышления в творческих задачах могут не совпадать с теми, которые оцениваются в стандартных пространственных тестах, и могут быть уникальными для дизайна или решения открытых проблем [3]. К этим процессам

относятся абстрагирование пространственных признаков для выявления связей между формой и функцией; извлечение из памяти широкого спектра релевантной визуальной информации; разработка множества возможных аналогических соответствий на основе пространственных признаков и отношений; уточнение и итерация концепций и репрезентаций для создания креативных решений; визуализация дизайнерских прототипов в сценариях практического использования [3].

Эти процессы напоминают то, как работает скульптор. Он не просто видит форму в камне. Он видит её в контексте. Он представляет, как она будет выглядеть при разном освещении. Как она будет взаимодействовать с пространством. Как её будут воспринимать зрители. Он мысленно помещает статую в разные ситуации. И только потом начинает резать. Это не линейный процесс. Это итерация. Много раз. Пока форма не станет точной. Пока она не станет живой. И это есть творчество. Не вспышка. А медленное, настойчивое приближение к форме.

Почему это недооценено в школе

В советской школе пространственное воображение активно развивалось через отдельный предмет «Черчение». Однако, как отмечается в педагогических исследованиях, в современных условиях, когда черчение интегрировано в уроки технологии как обязательный модуль, возникла уникальная возможность объединить теоретические знания о пространственных формах с практическим опытом их создания [2]. Однако на практике интеграция черчения в технологию часто оказывается формальной. Как отмечает исследователь Н.В. Смирнова, в прошлом отдельно преподаваемое черчение служило базой для развития пространственного мышления, но не имело непосредственной связи с практическими занятиями по технологии [2]. Эта разобщённость сохраняется и сегодня, хотя современные образовательные стандарты декларируют интеграцию.

Как я уже отмечал в предыдущих статьях, человеческий мозг эволюционно стремится минимизировать энергозатраты. Пространственное воображение требует усилий - создания мысленных образов, манипуляции ими, удержания в памяти. Без систематической тренировки эта способность атрофируется. Исследователи подчёркивают, что пространственное мышление часто неявно присутствует в обучении естественным наукам и дизайну. Однако когда педагоги должным образом структурируют процессы обучения, требующие пространственного мышления, учащиеся с большей вероятностью развивают свои пространственные навыки [5]. Как показано в исследовании, посвящённом развитию пространственного воображения, для его эффективного развития необходимы упражнения на различном уровне сложности, начиная от базового - нахождение образца по чертежу, сопоставление видов - и заканчивая продвинутым - создание 3D-моделей в CAD-программах, решение комбинированных задач [2]. Однако в современной школе эти упражнения часто либо отсутствуют, либо носят фрагментарный характер. Без системного подхода пространственное воображение остаётся неразвитым у большинства учащихся.

Здесь есть и эволюционная ловушка. Наш мозг сформировался в мире, где нужно было ориентироваться в пространстве, бросать копьё, находить дорогу домой. Пространственное воображение было вопросом выживания. Но современный ребёнок растёт в мире, где пространство часто заменено экраном. Он не лазает по деревьям. Он не строит шалаши. Он не ориентируется по звёздам. Он смотрит в прямоугольник, который показывает ему плоские картинки. И его мозг, который эволюционно готов к трёхмерному миру, не получает той тренировки, которую получали его предки. Он тренирует другие вещи. Скорость реакции. Распознавание иконок. Переключение внимания. Но не пространственное воображение. И это потеря. Потому что без пространственного воображения мы теряем глубину. А глубина - это не только третье измерение. Это и метафора. Это способность видеть скрытое. Это способность понимать, что за плоскостью всегда есть объём.

Как устроен этот процесс

Исследование с использованием фМРТ выявило значительные различия в активации различных областей мозга при работе с 2D- и 3D-средами. При сравнении 2D- и 3D-эскизов наблюдались значительные различия в активации нескольких областей мозга, включая правую среднюю височную извилину, обе стороны теменной доли и левую среднюю затылочную извилину [1]. Эти области мозга отвечают за визуальное распознавание, пространственное восприятие и композицию, обработку сложной зрительной информации.

Исследование, проведённое в области архитектурного дизайна, выявило два основных типа 3D-ментальной визуализации, которые используют архитекторы. Визуализация себя внутри здания - представление себя внутри здания почти в натуральную величину. И визуализация уменьшенной 3D-модели - представление уменьшенной 3D-модели здания [4]. Архитекторы могут переключаться между этими двумя режимами в зависимости от задачи. Исследователи подчёркивают, что архитекторы различаются по своим навыкам 3D-ментальной визуализации [4]. Это означает, что пространственное воображение - это не врождённый дар, а навык, который можно и нужно развивать. Это как переключать камеру: то ты внутри сцены, то смотришь на неё со стороны. И хороший архитектор умеет делать и то, и другое. Он может почувствовать, каково это - стоять в холле собора. И он может нарисовать план этого собора. Это два разных взгляда. Но оба нужны. Без первого архитектура становится геометрией. Без второго - фантазией.

В контексте STEAM-образования исследователи выделяют вычленение как ключевой процесс пространственного мышления. Вычленение - это способность кодировать форму объекта и идентифицировать её в отвлекающей конфигурации [6]. Исследователи разработали траекторию развития навыка вычленения, включающую несколько уровней: до-вычленитель, который не видит скрытых форм; вычленитель простых структур, который видит простые скрытые формы; вычленитель первичных структур, который видит основные структуры; вычленитель вторичных структур, который видит скрытые структуры внутри структур; вычленитель обратимых фигур, который видит фигуры, которые можно воспринимать как 2D и 3D одновременно [6]. Эта траектория показывает, что развитие пространственного воображения - это постепенный процесс, требующий систематической работы. Это как учиться читать. Сначала ты видишь отдельные буквы. Потом слова. Потом предложения. Потом смысл. И только потом - подтекст. С пространственным воображением так же. Сначала ты видишь отдельные линии. Потом формы. Потом объёмы. Потом связи. И только потом - красоту. А красота - это и есть высшая форма понимания.

Как учить видеть третье измерение

На основе анализа современных исследований я выделяю несколько ключевых принципов развития пространственного воображения. Интеграция теории и практики: как отмечает Н.В. Смирнова, современные уроки технологии строятся на принципе единства теоретической подготовки и практической деятельности. Ученики не просто изучают чертежи и схемы, но и воплощают их в реальные изделия [2]. Использование цифровых технологий: современные цифровые инструменты, такие как CAD-системы - Компас-3D, T-FLEX, SolidWorks, - дают учащимся возможность не только усваивать теорию, но и применять её на практике [2]. Виртуальная и дополненная реальность позволяют ученикам наглядно видеть структуру и соотношения различных форм, делая процесс обучения более наглядным и продуктивным [2].

Проектный метод обучения: проектный подход позволяет объединить различные направления технологии в одном проекте. Такое объединение дисциплин способствует формированию комплексного взгляда на технологии и их применение в реальной жизни [2]. Использование эмбодимент-подхода: исследование, проведённое в Южной Корее, показало, что предоставление учащимся с низким уровнем пространственной визуализации эмбодимент-схем, таких как метафора черепахи и связанные с ней выражения, может стать альтернативой для улучшения их способности к пространственной визуализации [8]. Это напоминает то, как дети учатся понимать мир через тело. Они трогают, пробуют на вкус, бросают, ломают. Тело - это первый инструмент познания. И когда мы учим пространственному воображению, мы не должны забывать об этом. Мысль начинается с движения. Образ начинается с ощущения. И только потом они становятся абстракцией.

Н.В. Смирнова предлагает следующие уровни упражнений для развития пространственного воображения [2]. Базовый уровень: нахождение натурального образца по его чертежу, сопоставление вида сверху, сбоку и спереди, добавление недостающих линий на чертеже. Средний уровень: создание развёрток геометрических тел, решение задач на проекционную связь. Продвинутый уровень: создание 3D-моделей в CAD-программе, решение комбинированных задач с несколькими проекциями. Примеры конкретных упражнений: сравнение чертежа и детали - учитель показывает чертёж детали и набор реальных образцов, ученики должны найти соответствующий образец; проекционная связь - учитель показывает вид сверху и вид спереди, ученики должны дорисовать вид сбоку; развёртка - учитель показывает трёхмерную модель, ученики должны создать развёртку этой модели [2].

Для диагностики уровня развития пространственного воображения исследователи предлагают следующие методы [2]. Индивидуальные диагностические тесты - стандартные задания на пространственное мышление. Групповые проекты с промежуточными отчётами - оценка динамики развития навыков. Самооценка и взаимооценка в группе - формирование культуры рефлексии. Портфолио ученика - сбор и анализ выполненных работ. Пространственное воображение должно развиваться в связке с другими механизмами КПКЛ: с мнемотехникой - создание ярких, объёмных, цветных образов для запоминания; с критическим мышлением - проверка соответствия мысленных образов реальности; с построением причинно-следственных связей - понимание структурных взаимосвязей; с прогнозированием - мысленное моделирование развития событий; с поиском и анализом информации - визуализация данных.

Как измерить прогресс

В соответствии с принципом динамической диагностики, который я обосновываю в статье о диагностике ментальных механизмов [11], оценка развития пространственного воображения должна быть не статичной, а процессуальной. Мы оцениваем не умеет ли ученик представлять объекты в 3D, а как изменилась его способность создавать, удерживать и манипулировать мысленными образами за последние полгода. Что оценивается: точность и детализация образов - насколько точно ученик представляет объект, сколько деталей он может удержать; способность мысленно вращать и трансформировать объекты - может ли ученик повернуть объект в уме, изменить его форму, размер, положение; способность видеть внутреннюю структуру объектов - может ли ученик представить, что находится внутри объекта, как он устроен; способность объединять объекты в группы - может ли ученик видеть связи между разными объектами и их частями. Как отслеживать динамику: фиксировать, сколько деталей ученик может удержать в мысленном образе; отмечать, насколько точно ученик может описать объект, который он представляет; сравнивать, как ученик выполняет задания на пространственное воображение в разные периоды времени, становятся ли его образы более чёткими, детализированными, динамичными; оценивать, насколько ученик способен переключаться между разными типами визуализации - внутри объекта и снаружи.

Пример задания для диагностики: представь себе куб. Мысленно поверни его на девяносто градусов вправо. А теперь нарисуй, как он выглядит. А теперь представь, что внутри куба находится шар. Как ты это видишь? А теперь представь, что куб сделан из прозрачного стекла. Что ты видишь? Оценивается не правильность ответа, а точность, детализация и способность к трансформации мысленных образов. Для сбора и анализа данных о развитии пространственного воображения может использоваться искусственный интеллект - для отслеживания динамики, выявления паттернов и предложения индивидуальных рекомендаций [11]. Но и здесь есть предел. Искусственный интеллект может анализировать рисунки, но не может увидеть образ, который стоит за ними. Он видит линии, но не видит объём. Он видит формы, но не видит пространство. А пространство - это то, что делает образ живым. Без пространства образ плоский. А плоский образ - это не образ. Это схема. Схема нужна. Но она недостаточна. Она - скелет. А живое тело - это скелет плюс мышцы, плюс дыхание, плюс движение. Пространственное воображение - это дыхание мысли.

Ключевая связь

Особого внимания заслуживает связь пространственного воображения с творчеством. Исследование, проведённое среди будущих учителей, показало, что существует умеренная или высокая корреляция между способностью к пространственной визуализации и математической креативностью [7]. Исследование, посвящённое пространственному мышлению в открытых дизайнерских задачах, выявило специфические творческие процессы, связанные с пространственным воображением: абстрагирование пространственных признаков, извлечение релевантной визуальной информации из памяти, разработка множества возможных соответствий, уточнение и итерация концепций, визуализация прототипов в сценариях использования [3]. Эти процессы являются ключевыми для творческого мышления. Как показывают исследования, пространственное воображение - это не просто технический навык, а фундамент творчества.

В истории культуры есть пример, который кажется мне точным. Пещерные росписи Ласко. Древние люди рисовали животных на стенах пещер, используя неровности камня как часть изображения. Они не рисовали на плоскости. Они рисовали в пространстве. Они использовали объём стены, чтобы придать изображению глубину. Это было не просто искусство. Это было мышление. Они видели в камне не поверхность, а форму. И они умели переносить эту форму на плоскость так, чтобы она снова стала объёмной. Это и есть

пространственное воображение. И это же есть творчество. Способность видеть одно в другом. Способность превращать камень в животное, линию в объём, точку в мир.

Путь к творчеству и пониманию

Пространственное воображение и 3D-визуализация - это не просто дополнительный навык, который можно развивать по желанию. Это фундаментальная когнитивная способность, лежащая в основе понимания мира, творческого мышления, инженерного проектирования и многих других видов человеческой деятельности. Как показали современные исследования, пространственное воображение активирует специфические области мозга, отвечающие за зрительное распознавание и пространственное восприятие [1]; коррелирует с творческим мышлением, особенно с гибкостью и беглостью идей [7]; имеет специфические проявления в открытых творческих задачах, отличные от стандартных тестов [3]; может быть развито через систематические упражнения и использование современных цифровых инструментов [2].

В моей модели КПКЛ пространственное воображение занимает центральное место, поскольку оно связывает воедино все остальные ментальные механизмы. Без способности создавать и удерживать мысленные образы невозможно ни эффективное запоминание, ни глубокое понимание, ни творческое мышление. Именно поэтому я настаиваю на том, что развитие пространственного воображения должно стать обязательной частью образовательного процесса, а не дополнительным предметом. Только научившись видеть внутренним зрением, мы сможем по-настоящему понимать и творить. Микеланджело говорил, что в каждом камне уже есть статуя. Но чтобы её увидеть, нужен взгляд, который умеет проникать вглубь. Этот взгляд можно развить. Как развивают слух. Как развивают вкус. Как развивают всё, что делает нас людьми. И, может быть, именно этот взгляд - способность видеть третье измерение там, где есть только два, - и есть то, что отличает человека от машины. Машина видит пиксели. Человек видит мир. И мир - это не плоскость. Это объём. Это глубина. Это пространство, в котором мы живём. И для того чтобы в нём жить, нужно уметь его видеть. Не только глазами. Но и умом.

Ссылки на первоисточники

1. Tung Y.-H., Chang C.-Y. How three-dimensional sketching environments affect spatial thinking: A functional magnetic resonance imaging study of virtual reality // PLOS ONE. - 2024. - Vol. 19, No. 3. - e0294451.
2. Смирнова Н.В. Развитие пространственного воображения на уроках технологии в условиях смешанного обучения // СОВРЕМЕННЫЙ УРОК. - 2025.
3. Zhu C., Klapwijk R., Silva-Ordaz M., Spandaw J., de Vries M.J. Investigating the role of spatial thinking in children's design ideation through an open-ended design-by-analogy challenge // International Journal of Technology and Design Education. - 2024. - Vol. 34, No. 5. - P. 1733-1762.
4. Yagmur-Kilimci E.S. 3D mental visualization in architectural design. - Georgia Institute of Technology, 2010.
5. Earle S., Preston C., Georgiou H., Fitzgerald A. Spatial Reasoning in Explorative, Creative, and Playful Science and Design Learning // Primary Science Learning for Children, Teachers, and Communities. - 2025. - P. 53-74.
6. Kus M., Newcombe N.S. Facilitation of students' disembedding in an online visual arts and mathematics education program // International Journal of STEM Education. - 2025. - Vol. 12. - Article 8.
7. Bicer A., Chamberlin S.A., Matute K., Jackson T., Krall G. The Relationship between Pre-Service Teachers' Spatial Thinking Ability and Their Mathematical Creativity in the Context of Problem Posing // Research in Mathematics Education. - 2024. - Vol. 26, No. 3. - P. 544-568.
8. Lee J.Y., Cho H.H., Song M.H. The application of embodied turtle schemes for the task of the spatial visualization // Journal of the Korean Society of Mathematical Education. - 2013. - Vol. 52, No. 2. - P. 191-201.

9. 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/

10. 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/

11. 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/

Дополнительные источники

- Клеймёнов А. Причины жизнеспособности современной педагогической практики: институциональная инерция и консервативная устойчивость // Fractal Academy. - 2026. - Вып. 1. - Ст. 2. https://fractal-academy.ru/articles/article-1-2/

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.