



Цифровизация как детерминантна нейрокогнитивных трансформаций пространственного анализа и синтеза

А. А. ВОЛЧЕНКОВА

АННОТАЦИЯ

Введение. Интенсивное развитие цифровых технологий обуславливает возникновение новых исследовательских задач в психологии, связанных с необходимостью изучения и решения актуальных проблем. Особую значимость приобретает анализ трансформации когнитивного развития младших школьников, в частности механизмов пространственного анализа и синтеза, а также их воздействия на личностное становление и учебную деятельность.

Материалы и методы. Проведено ретроспективное когортное исследование. Основная группа (2025 г.) включала 87 младших школьников (40 девочек, 47 мальчиков, средний возраст 9,6 лет). Контрольные когорты: данные 2015 г. (62 учащихся: 29 девочек, 33 мальчика, средний возраст 9,1 лет) и 2020 г. (67 учащихся: 30 девочек, 37 мальчиков, ср. возраст 9,4 лет). Анализировались показатели пространственного анализа и синтеза на основе архивных данных образовательного учреждения. Нейропсихологические пробы: «Комплексная фигура Тейлора», «Проба Хэда» (модификация для детей), проба на понимание логико-грамматических («квазипространственных») конструкций, «Мысленное вращение фигур» (Р. Шепард, Ж. Метцлер), «Кубики Кооса». Методы математической статистики: процедура описательной статистики, анализ различий между группами по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни.

Результаты. Пространственный анализ и синтез характеризуется именными в своих функциях и формированием принципиально новых паттернов обработки пространственной информации. Результаты исследования обнаруживают парадоксальный характер этих изменений. Обнаружена сохранность базовых инвариантных характеристик пространственного анализа, включающих способность к анализу координатных отношений ($p < 0,25$; $p < 0,44$) и операциям мысленного манипулирования образами ($p < 0,38$) за последние 10 лет, что свидетельствует об устойчивости динамического пространственного мышления к воздействию цифровых технологий. При этом наблюдается снижение: показателей по таким параметрам, как восприятие пространственных признаков ($U = 354,103$; $p < 0,05$) и конструирование целостных структур из отдельных элементов ($U = 417,286$; $p < 0,01$), что отражает специфическое влияние цифровой среды на развитие симультанных процессов пространственного восприятия.

Заключение. Полученные данные позволяют концептуализировать новый феномен когнитивного развития – «цифровой онтогенез», характеризующийся перестройкой традиционных механизмов формирования пространственных представлений в условиях интенсивной информатизации образовательной среды. Результаты исследования имеют важное значение для разработки адаптированных педагогических стратегий, учитывающих трансформацию когнитивного развития в цифровую эпоху.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

цифровизация, высшие психические функции, нейропсихологический фактор, пространственный анализ и синтез, младший школьный возраст, «цифровой онтогенез»

Для цитирования: Волченкова А. А. Цифровизация как детерминанта нейрокогнитивных трансформаций пространственного анализа и синтеза // Перспективы науки и образования. 2026. № 5. С. 57–74. <https://doi.org/10.32744/pse.2026.5.4>

Поступила: 29.04.2025 | Одобрена: 24.07.2026 | Опубликовано: 31.10.2026



Лицензия «С указанием авторства — С сохранением условий». Позволяет перерабатывать, исправлять и развивать произведения при условии указания авторства и лицензирования производных работ на аналогичных условиях.



Spatial Analysis and Synthesis: Neurocognitive Transformation in the Context of Digitalization

A. A. VOLCHENKOVA

ABSTRACT

Introduction. The intensive development of digital technologies causes the emergence of new research problems in psychology related to the need to study and solve current problems. Of particular importance is the analysis of the transformation of the cognitive development of primary school students, in particular the mechanisms of spatial analysis and synthesis, as well as their impact on personal development and educational activities.

Materials and methods. A retrospective cohort study was conducted. The main group (2025) included 87 primary school students (40 girls, 47 boys, average age 9.6 years). Control cohorts: data from 2015 (62 students: 29 girls, 33 boys, average age 9.1 years) and 2020 (67 students: 30 girls, 37 boys, average age 9.4 years). The indicators of spatial analysis and synthesis were analyzed based on the archival data of the educational institution. Neuropsychological tests: "Taylor's Complex Figure", "Head's Test" (modification for children), a test for understanding logical-grammatical ("quasi-spatial") constructions, "Mental Rotation of Figures" (R. Shepard, J. Metzler), "Koos Cubes". Methods of mathematical statistics: descriptive statistics procedure, analysis of differences between groups using the nonparametric Mann-Whitney U-test.

Results. Spatial analysis and synthesis are characterized by changes in their functions and the formation of fundamentally new patterns of spatial information processing. The results of the study reveal a paradoxical nature of these changes. The preservation of the basic invariant characteristics of spatial analysis, including the ability to analyze coordinate relationships ($p < 0.25$; $p < 0.44$) and mental manipulation of images ($p < 0.38$) over the past 10 years was found, which indicates the stability of dynamic spatial thinking to the impact of digital technologies. At the same time, a decrease is observed in such parameters as perception of spatial features ($U = 354.103$; $p < 0.05$) and construction of integral structures from individual elements ($U = 417.286$; $p < 0.01$), which reflects the specific influence of the digital environment on the development of simultaneous processes of spatial perception.

Conclusion. The data obtained allow us to conceptualize a new phenomenon of cognitive development – "digital ontogenesis", characterized by the restructuring of traditional mechanisms for the formation of spatial representations in the context of intensive informatization of the educational environment. The results of the study are important for the development of adapted pedagogical strategies that take into account the transformation of cognitive development in the digital era.

KEYWORDS

digitalization, higher mental functions, neuropsychological factor, spatial analysis and synthesis, primary school age, "digital ontogenesis"

For Citation: Volchenkova, A. A. (2026). Spatial Analysis and Synthesis: Neurocognitive Transformation in the Context of Digitalization. *Perspektivy nauki i obrazovania = Perspectives of Science and Education*, (5), 57–74. <https://doi.org/10.32744/pse.2026.5.4>

Received: 29 April 2026 | Approved: 24 July 2026 | Published: 31 October 2026



This is an open access article distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike International License (CC-BY-SA 4.0) that allows others to share the work with an acknowledgement of the work's authorship and initial publication in this journal

ВВЕДЕНИЕ

В фундаментальном труде «Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга» [8] А. Р. Лурия осуществляет комплексный анализ проблемы взаимосвязи психической деятельности, когнитивных процессов и церебральных структур. В качестве основного методологического инструмента исследования выступает разработанный автором синдромный анализ нарушений высших психических функций при локальных поражениях головного мозга. В указанной работе представлена детальная характеристика основных вариантов нейропсихологических синдромов, возникающих при поражениях левого полушария, которые впоследствии приобрели статус классических в нейропсихологической науке. Особое значение имеет введенное А. Р. Лурия понятие психологического (в дальнейшем – нейропсихологического) фактора, теоретически осмысленного как структурно-функциональный элемент, который, с одной стороны, входит в состав различных психических процессов, а с другой – имеет определенную мозговую организацию.

Анализ понятия «нейропсихологический фактор» (НПФ) в традициях классиков нейропсихологии – А. Р. Лурия, Е. Д. Хомской, Ю. В. Микадзе демонстрирует его центральную роль в решении теоретических и практических задач нейропсихологии. Остановимся на некоторых исходных положениях.

Как отмечал А. Р. Лурия [8], фактор представляет собой не просто теоретическую конструкцию, но операциональную единицу анализа, позволяющую установить закономерные связи между: спецификой мозговой организации психических процессов, характером их нарушения при органических поражениях ЦНС, возможными путями компенсации возникших дефицитов. Отметим, что А. Р. Лурия описывает нейропсихологический фактор как атрибут нормальной психики.

Е. Д. Хомская определяет нейропсихологический фактор следующим образом: «...нейропсихологический фактор — это морфофункциональная единица деятельности мозга, которая характеризуется определенным принципом работы (*modus operandi*) и поражение которой приводит к появлению целостного нейропсихологического синдрома (закономерного сочетания нарушений высших психических функций, объединенных единым радикалом)» [16].

А. Р. Лурия в своих трудах описал значительное количество нейропсихологических факторов, каждый из которых вносит вклад в системную организацию высших психических функций. Его ученики и последователи продолжили разработку и углубленное изучение этих факторов, расширив представления о их роли в когнитивных процессах и мозговой организации психической деятельности.

Однако среди всего многообразия факторов особое внимание исследователей привлекает фактор пространственного анализа и синтеза. Согласно А. Р. Лурия [8] данный фактор занимает принципиально значимое положение, что обусловлено его фундаментальным значением в обеспечении целостного восприятия окружающего мира, ориентировки в физическом и символическом пространстве, а также в формировании сложных когнитивных операций, таких как решение задач, конструирование и понимание логико-грамматических структур.

Данный нейропсихологический фактор характеризуется сложной многоуровневой организацией, что обусловлено его связью с деятельностью теменно-височно-затылочной (ТПО) области – ассоциативной зоны коры головного мозга. Фактор пространственного анализа и синтеза выступает в качестве системообразующего элемента когнитивных процессов, обеспечивающих пространственную ориентировку, конструктивную деятельность и другие формы психического отражения пространственных характеристик окружающей среды. Указанный фактор выступает в качестве базового компонента не только перцептивных процессов, но и мышления, памяти и речи, что подтверждается как клиническими наблюдениями, так и экспериментальными исследованиями в области когнитивного развития.

Как уже было отмечено, согласно концепции А. Р. Лурии, пространственный анализ и синтез обеспечивают восприятие, переработку и организацию зрительно-пространственной информации, что является основой для оптико-пространственной деятельности [8]. Этот фактор включает в себя следующие процессы:

- восприятие пространственных признаков (ориентация линий, фигур, пропорций);
- анализ координатных отношений (верх-низ, право-лево, ближе-дальше);
- мысленное манипулирование образами (вращение, трансформация, совмещение объектов);
- конструирование целостных структур из отдельных элементов.

Как было сказано ранее, пространственный анализ и синтез как нейропсихологический фактор объединяет и обеспечивает работу конкретных когнитивных процессов и операций. НПФ – это системообразующий компонент работы мозга, который лежит в основе целой группы взаимосвязанных психических функций. Он не является отдельной функцией, а представляет собой механизм, который делает возможным выполнение этих функций. Так, пространственный анализ и синтез: является основой для перечисленных процессов (например, восприятия пространственных признаков); интегрирует их в единую систему (без этого фактора данные процессы нарушаются или не могут выполняться согласованно); проявляется через них в поведении и познавательной деятельности.

Уникальность пространственного фактора заключается в его универсальной роли в интеграции сенсорной информации, координации двигательных актов и построении внутренних репрезентаций внешнего мира, что делает его ключевым объектом изучения как в теоретической, так и в прикладной нейропсихологии.

Постановка проблемы исследования.

Настоящее исследование выполнено в рамках методологии культурно-исторической концепции Л. С. Выготского [3]. Однако, данная концепция рассматривается не только в ее классическом варианте, но и в свете современных интерпретаций и расширений, обусловленных цифровой трансформацией общества. Как отмечается в работах последних лет, развитие идей Л. С. Выготского требует учета новых контекстов, включая изменения в знаково-символических системах, технологических медиаторах и социальных практиках. В частности, А. В. Конокотин [7] подчеркивает эволюцию понятия «знак» в культурно-исторической психологии, указывая на необходимость переосмысления его роли в условиях цифровой среды, где традиционные знаковые системы дополняются интерактивными интерфейсами, виртуальными пространствами и алгоритмическими паттернами. Это открывает новые перспективы для исследования высших психических функций, в том числе НПФ пространственного анализа и синтеза, поскольку цифровые инструменты трансформируют не только способы оперирования образами, но и саму природу знакового опосредования.

Цифровая среда, заменяя традиционные формы взаимодействия с реальным пространством, трансформирует: характер сенсомоторного опыта (доминирование двумерных интерфейсов); способы оперирования пространственными образами (клиповость восприятия); социальные механизмы усвоения пространственных представлений [14; 24].

Г. У. Солдатова, С. В. Чигарькова, С. Н. Илюхина выявили значительные расхождения между реальной и виртуальной идентичностью, демонстрируя, как цифровая среда формирует альтернативные когнитивные матрицы восприятия пространства [14]. D. Kinney и T. Lombrozo в исследованиях сжатых причинных моделей мира показали, что цифровые интерфейсы способствуют формированию редуцированных пространственных схем, оптимизированных для быстрой обработки, но ограничивающих глубину пространственного анализа [24]. Более того, как продемонстрировано в работе M. Moshel et al. [27], при интенсивном использовании экранов, наблюдаются значительные когнитивные нарушения. В ходе систематического обзора и метаанализа исследований было установлено, что наиболее выраженное снижение происходит в сфере внимания, за которым следует ухудшение исполнительных функций, что дополнительно подтверждает негативное влияние цифровой среды на когнитивное функционирование [27].

Как следствие, изменяется сам процесс интериоризации пространственных функций, что подтверждается современными исследованиями (Т. В. Ахутина, Ю. В. Микадзе), фиксирующими снижение показателей пространственного синтеза у цифрового поколения. Это актуализирует необходимость изучения данного фактора в новых социокультурных условиях.

В условиях цифровизации изучение фактора пространственного анализа и синтеза приобретает особую актуальность в младшем школьном возрасте, поскольку современные цифровые

среды требуют от ребенка способности быстро ориентироваться в динамично изменяющихся виртуальных пространствах, оперировать множеством графических элементов и символов, а также эффективно интегрировать мультимодальную информацию [1; 25]. Как отмечает Н. Я. Агеев с коллегами, «активное использование цифровых технологий оказывает комплексное влияние на когнитивное развитие, включая процессы восприятия, внимания и пространственного мышления, что особенно значимо в периоды сензитивных фаз онтогенеза» [1]. Данное исследование подтверждает, что цифровая среда формирует новые паттерны когнитивной обработки информации, что требует пересмотра традиционных подходов к развитию высших психических функций. В свою очередь, S. Liao, L. Yu, J.-L. Kruger и E.D. Reichle [25] подчеркивают, что «динамическое восприятие информации в цифровых средах изменяет характер когнитивных нагрузок, предъявляя повышенные требования к навыкам пространственной навигации и мультимодальной интеграции данных» [25]. Это особенно значимо для младших школьников, у которых базовые механизмы пространственного анализа и синтеза находятся в стадии активного формирования.

С очевидностью эксплицируется факт того, что развитие пространственного анализа и синтеза становится критически важным для успешного освоения цифровых образовательных платформ, где навигация, визуализация данных и решение задач зачастую требуют умения мысленно манипулировать объектами, устанавливать логико-пространственные связи и прогнозировать результаты действий [9, 29]. Как отмечено в исследовании М. Henrike [21], в младшем школьном возрасте происходит важный переход от практического к теоретическому пониманию когнитивных задач, что особенно значимо для формирования пространственного мышления в цифровой среде. Кроме того, интенсивное использование гаджетов может оказывать двойственное влияние на формирование пространственных представлений: с одной стороны, интерактивные технологии предоставляют новые возможности для развития зрительно-пространственных навыков, с другой – чрезмерная опора на внешние цифровые подсказки может тормозить становление внутренних когнитивных схем [17]. Особое значение в этом контексте приобретает развитие когнитивной гибкости: исследования É. Dumont et al. [20] демонстрируют, что к младшему школьному возрасту наблюдается значительный прогресс в точности и скорости выполнения задач на когнитивное переключение, что создает важную основу для освоения цифровых технологий. В этой связи исследование особенностей пространственного фактора в младшем школьном возрасте, включая его взаимосвязь с развитием когнитивной гибкости и переходом к теоретическому мышлению [21], позволяет не только прогнозировать успешность обучения в цифровой среде, но и разрабатывать адресные методы коррекции и развития пространственного мышления, обеспечивающие адаптацию детей к требованиям современного технологизированного образования [12].

В контексте настоящего исследования рассматриваются функции НПФ пространственного анализа и синтеза, включающие: восприятие пространственных признаков объектов, анализ координатных отношений, мысленное манипулирование образами, конструирование целостных структур из отдельных элементов. Эти функции, согласно классическим нейропсихологическим исследованиям [19], являются когнитивной основой формирования базовых академических навыков (письмо, чтение, счет). Экспериментальные данные К. Christianson et al. демонстрируют, что процесс перечитывания текста носит неаналитический характер: при маскировании прочитанного материала сокращается время регрессий без снижения точности понимания, что свидетельствует о верификационной, а не аналитической функции повторного чтения [19]. Параллельно, исследования М. Libertus et al. выявили значимую связь между способностью к абстрактным пространственно-количественным преобразованиям и уровнем развития математических представлений у дошкольников, подтверждая системную роль пространственного мышления в когнитивном развитии [26]. Кроме того, Y-S. G. Kim и S. Graham [23] в расширенной модели DIEW обнаружили динамические взаимосвязи между чтением и письмом, демонстрируя, что пространственная организация текста (графомоторные и визуально-пространственные компоненты) опосредует успешность письменной речи, особенно на начальных этапах обучения. Совокупность этих данных подчеркивает фундаментальное значение пространственного фактора как в языковой, так и в математической деятельности.

В рамках когнитивной науки изучение функции НПФ пространственного анализа и синтеза восходит к фундаментальным исследованиям R. Shepard, который раскрыл механизмы ментальных пространственных преобразований. Остановимся на них далее.

Во-первых, ментальное вращение и анализ координатных отношений. В классическом эксперименте R. Shepard, J. Metzler [29] было доказано, что человек мысленно вращает объекты,

а время реакции линейно зависит от угла поворота. Это свидетельствует о том, что пространственный анализ включает не только восприятие геометрических признаков, но и их динамическое преобразование в рабочей памяти. Современные исследования когнитивного моделирования [35] расширяют эти представления, показывая, что пространственная обработка не требует поэтапного накопления сенсорных данных, в отличие от других когнитивных процессов. В частности, X. Zhang et al. [35] на модели межвременных предпочтений продемонстрировали, что пространственный анализ может осуществляться без механизма аккумуляции доказательств, что подчеркивает его фундаментальное отличие в организации когнитивных процессов. Эти данные подтверждают особый статус пространственного мышления в когнитивной архитектуре.

Во-вторых, синтез целостных образов из элементов. R. Shepard изучал, как люди конструируют сложные структуры из отдельных компонентов (структурный синтез). Его работы показали, что: восприятие 3D-объектов основано на интеграции 2D-проекций; ментальные образы подчиняются законам, аналогичным физическим трансформациям в реальном мире [29].

В-третьих, универсальность пространственного мышления, имеющего, согласно R. Shepard, эволюционно-обусловленную природу и связанного с экологическими закономерностями [29], проявляется в его системной роли в когнитивном развитии. Исследования M. Symeonidou et al. [31] демонстрируют взаимосвязь пространственных способностей с развитием метакогнитивных функций, ингибиторного контроля и теории психического, что подтверждает их фундаментальное значение для формирования когнитивной архитектуры. Полученные данные свидетельствуют о том, что пространственное мышление выступает когнитивным базисом для развития высших психических функций [31].

Несмотря на то, что в классической нейропсихологии пространственные функции рассматриваются как сложный комплекс зрительно-перцептивных и пространственно-координационных процессов, современные исследования [15] фиксируют их сниженную сформированность у младших школьников по сравнению с предыдущими десятилетиями.

Как показывают исследования А.В. Карпова [5], активное воздействие цифровой среды приводит к формированию специфических синдромов, затрагивающих ключевые подсистемы психики. Во-первых, выделен синдром снижения когнитивности (ослабление пространственного анализа и синтеза, дефицит глубинной переработки информации). Во-вторых, отмечается синдром снижения регулятивности (трудности планирования и контроля деятельности). В-третьих, нарушения в коммуникативной сфере обозначаются синдромом снижения коммуникативности (ухудшение невербального взаимодействия, основанного на пространственном восприятии).

Эти данные согласуются с наблюдаемым снижением сформированности НПФ пространственного анализа и синтеза у современных младших школьников по сравнению с их сверстниками предыдущих десятилетий. Можно говорить о системном воздействии цифровизации на психические процессы. Наблюдается гиподинамия образного мышления – замена активного ментального конструирования (типичного для ручного письма и работы с физическими объектами) пассивным потреблением готовых визуальных стимулов. Отмечается деформация координатных представлений – из-за фрагментарности цифрового интерфейса нарушается целостность пространственных схем. А также, редукция сенсомоторного опыта – недостаток тактильно-кинестетической обратной связи при взаимодействии с плоскими экранами.

Наше исследование было посвящено сравнительному анализу операций пространственного анализа и синтеза у младших школьников, имеющих нормативное развитие на материале данных за 2015, 2020 и 2025 гг.

Проблема исследования заключалась в раскрытии особенностей пространственного анализа и синтеза у младших школьников при развитии в разных условиях цифровизации и гаджетезации.

Предполагается, что информационное пространство инвертирует традиционные этапы онтогенеза пространственного анализа и синтеза.

Цель исследования – установить отличительные особенности пространственного анализа и синтеза младших школьников в условиях высокой цифровизации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Задача настоящего исследования – анализ социально-исторического формирования психических процессов – определила выбор тех условий, в которых мы могли получить наиболее отчетливые результаты. Работа выполнена в соответствии с рекомендациями национального стандарта РФ «Клинические рекомендации (протоколы лечения). Общие положения».

В контексте обозначенной проблематики методологически обоснованным представляется применение ретроспективного когортного исследования, позволяющего осуществить исторический анализ изучаемых явлений. Данный исследовательский подход обеспечивает: во-первых, реконструкцию динамики изучаемых процессов во временной перспективе; во-вторых, выявление причинно-следственных взаимосвязей; в-третьих, верификацию долгосрочных эффектов и тенденций.

Особую методологическую ценность данный подход приобретает в условиях ограниченной возможности организации проспективных исследований, обеспечивая при этом необходимую научную строгость и достоверность получаемых данных.

Очевидно, что данные, полученные на ретроспективной (исторической) когорте, менее надежны, чем выводы проспективного исследования. Это, в частности, связано с тем, что с течением времени изменяются критерии качества диагностики, субъективность оценки. Вместе с тем, отметим, что архивные данные являются достаточно надежным (за счет использования одних и тех же диагностических инструментов), в связи с этим, изучение исторических когорт представляется возможным.

В ходе настоящего исследования мы полностью осознаем ограничения, присущие ретроспективному анализу исторических когорт, в сравнении с проспективными исследованиями. Основные факторы, снижающие надежность полученных данных, включают: эволюцию диагностических критериев и стандартов с течением времени; неизбежную субъективность ретроспективных оценок; потенциальную неполноту архивных данных и др. Однако следует подчеркнуть, что использование единого диагностического инструментария при работе с архивными материалами обеспечивает достаточный уровень надежности получаемых результатов. Данное обстоятельство, наряду с уникальной возможностью изучения долгосрочных тенденций и закономерностей, делает метод ретроспективного анализа исторических когорт научно обоснованным и методологически приемлемым подходом в условиях, когда организация проспективного исследования невозможна или существенно затруднена.

Настоящее исследование основано на анализе когорты, сформированной из данных качественной оценки пространственного анализа и синтеза – у нормотипичных младших школьников, содержащихся в личных делах учащихся общеобразовательного учреждения. Важно подчеркнуть, что формирование исследуемой когорты осуществлялось методом естественного наблюдения, при котором все выявленные случаи включались в анализ без целенаправленного отбора со стороны исследователя. Такой подход к формированию выборки обладает существенным методологическим преимуществом, поскольку позволяет: минимизировать систематическую ошибку отбора; обеспечить репрезентативность данных; проводить достоверный расчет как абсолютных, так и относительных показателей риска в изучаемой группе. Представленная методика формирования когорты соответствует принципам научных исследований и обеспечивает валидность получаемых результатов.

Использовалась следующая схема планирования эмпирического ретроспективного (исторического) когортного исследования. Так, в качестве основной группы выступили 87 младших школьников (40 девочек, 47 мальчиков), учащихся второго и третьего классов (средний возраст 9,6 лет), обследованных нами (данные за 2025 г.).

В качестве контрольных групп (когорт) выступили данные о качественном анализе функций пространственного анализа и синтеза типично развивающихся младших школьников, представленные в данных личных дел учащихся общеобразовательной организации (данные за 2015 и 2020 гг.). Так, когорту за 2015 г. составили данные об умственных функциях 62 школьников (29 девочек, 33 мальчика), учащихся вторых и третьих классов (средний возраст 9,1 лет). Когорту за 2020 г. составили данные об умственных функциях 67 младших школьников (30 девочек, 37 мальчиков), учащихся второго и третьего классов (средний возраст 9,4 лет).

В исследовании приняли участие респонденты (как в основной, так и в когортных группах), соответствующие критериям типичного онтогенетического развития. Все участники демонстрируют: возрастную норму когнитивного развития; отсутствие клинически значимых адаптационных нарушений; успешное освоение образовательной программы.

Критерии включения предусматривали:

- отсутствие в анамнезе неврологических и психиатрических диагнозов;
- соответствие возрастным нормам по скрининговым нейропсихологическим методикам;
- успешную академическую успеваемость (средний балл не ниже 3,5).

Данные характеристики обеспечивают гомогенность выборки и позволяют минимизировать влияние побочных факторов на результаты исследования. Все участники были предварительно обследованы с использованием стандартизированного диагностического протокола, что гарантирует достоверность отнесения их к группе типичного развития.

В качестве психодиагностического инструментария использовались классические нейропсихологические пробы, сгруппированные следующим образом (табл. 1). Выбранные нейропсихологические пробы позволяют выявить как общую сформированность пространственного фактора, так и дефицит конкретных операций.

Таблица 1 Психодиагностический инструментарий

№ п/п	Процессы пространственного анализа и синтеза как нейропсихологического фактора	Нейропсихологические пробы
1.	восприятие пространственных признаков (ориентация линий, фигур, пропорций)	«Комплексная фигура Тейлора» [10; 32].
2.	анализ координатных отношений (верх-низ, право-лево, ближе-дальше)	«Проба Хэда» (модификация для детей) [10]. Проба на понимание логико-грамматических («квазипространственных») конструкций [10].
3.	мысленное манипулирование образами (вращение, трансформация, совмещение объектов)	«Мысленное вращение фигур» (Р. Шепард, Ж. Метцлер) [10].
4.	конструирование целостных структур из отдельных элементов	«Кубики Кооса» [10].

Математическая обработка данных проводилась в системе IBM SPSS 26.0 и включала стандартные методы математической статистики: процедура описательной статистики и анализ различий между группами по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе применения процедуры описательной статистики мы провели сопоставление профилей, которые отражают развитие указанных процессов пространственного анализа и синтеза младших школьников – они отражены на гистограмме (см. рис. 1). Профили демонстрируют, что наблюдается отрицательная динамика в исследуемых процессах пространственного анализа и синтеза, а именно постепенное снижение уровня развития восприятия пространственных признаков, конструирования целостных структур из отдельных элементов. Такие процессы, как анализ координатных отношений и мысленное манипулирование образами – отрицательной динамики не показали.

Для проверки различий между тремя исследуемыми выборками был проведен анализ по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни. Результаты исследования (см. табл. 2) показали статистически значимые различия в уровне восприятия пространственных признаков ($U = 354,103$; $p < 0,05$) (см. рис. 2) и конструировании целостных структур из отдельных элементов ($U = 417,286$; $p < 0,01$) (см. рис. 3) у младших школьников, учащихся во вторых и

третьих классах за последние 10 лет (2015–2025 гг.). Так, мы наблюдаем тенденцию снижения указанных функций пространственного анализа и синтеза у младших школьников (от 2015 к 2025 году). Также отметим, что такие функции, как анализ координатных отношений ($p < 0,25$; $p < 0,44$) и мысленное манипулирование образами ($p < 0,38$) не получили статистически значимых различий.

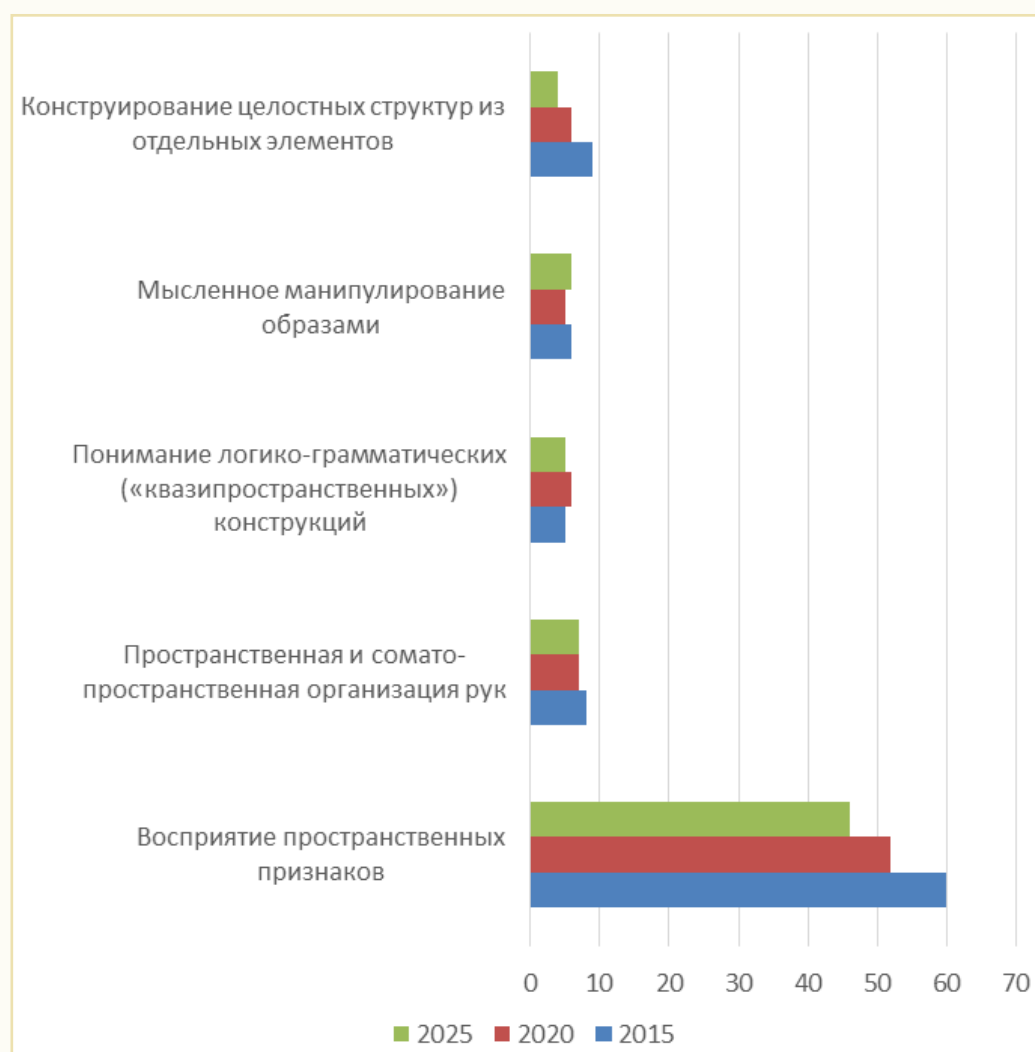


Рисунок 1 Профили уровня развития процессов пространственного анализа и синтеза младших школьников

Таблица 2 Медианы переменных и результаты анализа различий в исследуемых группах младших школьников

Параметр	2015 г.	2020 г.	2025 г.	U-критерий, p-level
	Me (в абсолютных величинах)			
Восприятие пространственных признаков (общий балл)	60	52	46	U=354,103; p < 0,05
Анализ координатных отношений				
Пространственная и сомато-пространственная организация рук	8	7	7	U=84,964; p < 0,25
Понимание логико-грамматических («квазипространственных») конструкций	5	6	5	U=73,126; p < 0,44
Мысленное манипулирование образами	6	5	6	U=26,228; p < 0,38
Конструирование целостных структур из отдельных элементов	9	6	4	U=417,286; p < 0,01

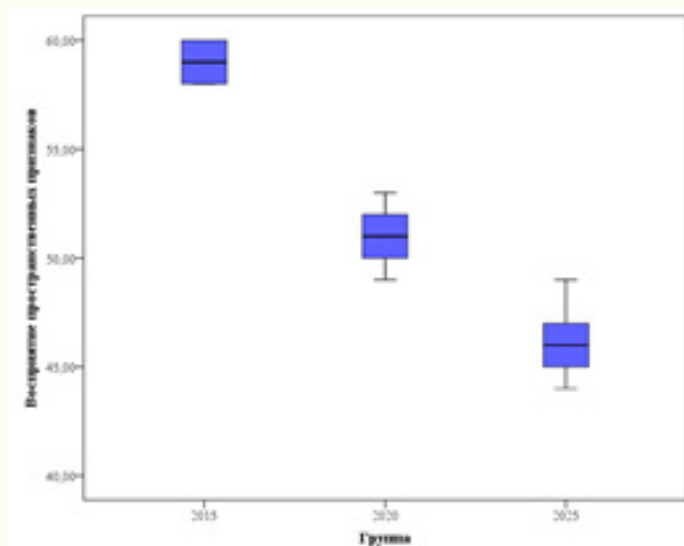


Рисунок 2 Достоверность различий снижения выраженности операции восприятия пространственных признаков в исследуемых группах младших школьников

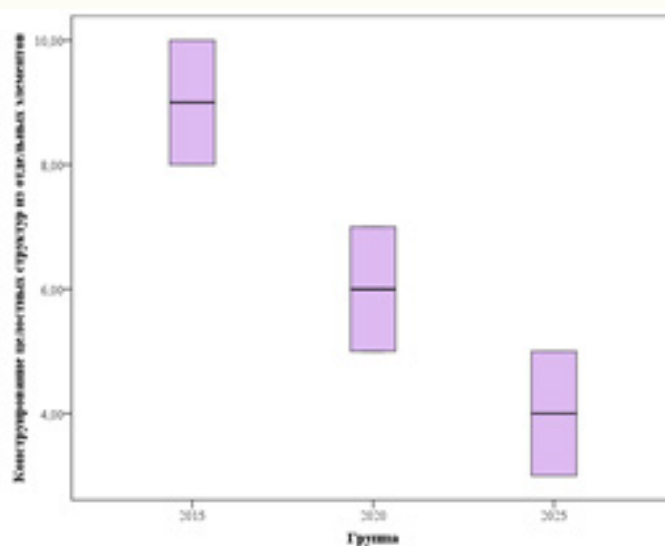


Рисунок 3 Достоверность различий снижения выраженности операции конструирования целостных структур из отдельных элементов в исследуемых группах младших школьников.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Эмпирические данные демонстрируют статистически значимое снижение уровня восприятия пространственных признаков и способности к конструированию целостных структур у младших школьников за последнее десятилетие (2015-2025 гг.), что обуславливает потребность в разностороннем анализе с позиций теоретических (классические и современные нейропсихологические концепции), методологических (культурно-историческая концепция Л. С. Выготского) и прогностических. Такой многоуровневый анализ позволит проинтерпретировать различия между рассматриваемыми параметрами и предложить научно обоснованные объяснения наблюдаемым изменениям.

Перед обсуждением результатов следует сделать несколько вводных замечаний, которые связаны с изменениями в современной цифровой реальности. Во-первых, происходит трансформация педагогических парадигм (хотя и не столь существенная за 10 лет): модификация образовательных методик, изменение дидактических подходов, изменения критериев оценки. Во-вторых, отметим особенности когнитивного онтогенеза (обусловленные влиянием цифровизации): особая динамика развития высших психических функций; изменение темпов созревания мозговых структур; вариативность индивидуальных траекторий развития. В-третьих, и, пожалуй, главных, влияние цифровизации, наблюдаются: когнитивные эффекты раннего знакомства с цифровыми технологиями; трансформация когнитивных стратегий; изменение паттернов сенсомоторной интеграции.

Для концептуализации обнаруженных изменений (значимое снижение показателей восприятия пространственных признаков у младших школьников за последние 10 лет ($U = 354,103$; $p < 0,05$)) целесообразно обратиться к работам А. Р. Лурия о трех функциональных блоках мозга [8]. Выявленная динамика может быть объяснена недостаточностью работы теменно-затылочных отделов (второй ФБМ), ответственных за переработку зрительно-пространственной информации, что связано с сокращением реального сенсомоторного опыта в условиях цифровизации. Как отмечал А. Р. Лурия, именно эти зоны обеспечивают симультанный синтез пространственных отношений, а их дисфункция приводит к нарушениям в операциях, требующих целостного восприятия и пространственной организации.

В контексте культурно-исторической теории [3; 7] наблюдаемый феномен отражает изменение социальной ситуации развития: традиционные «орудия» формирования пространственных представлений (конструкторы, настольные игры) замещаются цифровыми аналогами, что приводит к модификации процесса интериоризации – внутренние психические функции формируются на основе иных внешних средств. Особую значимость приобретает концепт «цифрового онто-

генеза», описывающий качественно новые паттерны когнитивного развития в условиях, когда культурные орудия представлены преимущественно цифровыми технологиями [4]. Важно отметить, что выявленные изменения носят системный характер: снижение базовых пространственных функций может влечь за собой каскадные нарушения в развитии ВПФ, особенно в сфере логико-математического мышления и письменной речи, где пространственный компонент играет ключевую роль. Данные результаты согласуются с современными исследованиями цифрового поколения [27; 31], фиксирующими трансформацию когнитивных профилей под влиянием новых технологий, и подчеркивают необходимость пересмотра образовательных методик с учетом меняющихся нейропсихологических особенностей современных детей [34].

Наиболее релевантным маркером трансформаций в пространственном анализе и синтезе выступает снижение показателей по конструированию целостных структур ($U = 417,286$; $p < 0,01$), что согласуется с данными Т. В. Ахутиной и ее коллег о важности процессов НПФ пространственного анализа и синтеза для программирования и контроля деятельности [2]. В ее работах подчеркивается, что трудности синтеза элементов в целостный образ могут быть следствием как дефицитарности собственно пространственных функций, так и слабости регуляторных механизмов. Однако, данный факт пока не был выявлен как явный (вся выборка соответствовала типичному онтогенетическому развитию). Следовательно, можно предположить, что указанные дефициты регуляторной стороны могут проявиться позже. Также, в работах многих исследователей (Ахутина, Букинич, Матвеева, Корнеев, Woodman, Luck и др.) при снижении показателей конструирования целостных структур отмечается и снижение эффективности зрительно-пространственной рабочей памяти [2; 9].

Согласно полученным данным, на современном этапе младшие школьники демонстрируют: снижение симультанных процессов при относительной сохранности сукцессивных; трудности интеграции зрительной и моторной информации; дефицит внутренних пространственных схем.

В исследованиях, посвященных онтогенезу высших психических функций Ю.В. Микадзе [11] обращает внимание на критическую роль сензитивных периодов в формировании пространственных представлений. Так, раннее знакомство с цифровыми устройствами: изменяет естественную последовательность формирования пространственных представлений, создает «клиповость» восприятия, снижает потребность в реальном пространственном ориентировании [30; 35]. В исследованиях перцептивного вывода при чтении А. Staub, Н. McMurray и А. Wickett продемонстрировали, что цифровая среда формирует компенсаторные механизмы обработки информации, приводящие к игнорированию пространственных ошибок при сохранении общего понимания [30]. Кроме того, в цифровой среде пространственная обработка происходит без характерного для реального мира накопления сенсорных доказательств, что подтверждается их сравнением динамических когнитивных моделей в работе X. Zhang et. al. [35]. Таким образом, указанные данные отражают изменение условий развития в этот чувствительный период под влиянием цифровизации. Следует отметить, что помимо сказанного, у младших школьников снижается эффективность межполушарного взаимодействия в целом и нарушается баланс между правополушарными (целостными) и левополушарными (аналитическими) стратегиями, в частности. Как показано в работах Н.К. Корсаковой [6], при недостаточной сформированности базовых компонентов пространственного анализа в дальнейшем возникают трудности в освоении математики и других дисциплин, требующих оперирования пространственными образами.

Отсутствие значимых изменений в показателях анализа координатных отношений и мысленного манипулирования образами ($p > 0,05$) может объясняться, с одной стороны, их большей устойчивостью в онтогенезе [18], с другой - компенсаторными механизмами, которые включаются при относительной сохранности регуляторных функций. Л. С. Цветкова в своих работах подчеркивала, что эти аспекты пространственного анализа в большей степени связаны с деятельностью лобных отделов, которые могут компенсировать недостаточность теменно-затылочных зон [18].

Среди ключевых детерминант выявленных изменений можно выделить следующие. Во-первых, изменение характера игровой деятельности (сокращение традиционных игр с пространственным компонентом - конструкторов, мозаик и т. д.). Во-вторых, раннее включение цифровых технологий в жизнь ребенка в целом и в образовательный процесс в частности, что может приводить (и уже приводит) к недостаточному развитию реальных пространственных представлений. В-третьих, увеличение когнитивной нагрузки при одновременном сокращении двигательной активности, что нарушает естественные механизмы формирования пространствен-

ных функций. В-четвертых, изменение стиля семейного воспитания с тенденцией к гиперопеке, ограничивающей самостоятельное исследование пространства.

Указанные положения согласуются с современными исследованиями цифрового поколения [27; 31], отмечающими специфические изменения в когнитивной сфере под влиянием новых технологий. Однако для точного установления причинно-следственных связей требуются дальнейшие лонгитюдные исследования с контролем множества социокультурных и образовательных факторов.

С прогностических позиций следует отметить, что ускоренный переход к цифровым образовательным технологиям влечет за собой сокращение реального сенсомоторного опыта в детском возрасте. Последнее, в свою очередь, ведет к дефициту базовых пространственных представлений. Далее мы сталкиваемся с компенсаторным развитием поверхностных стратегий обработки информации. И, в конечном итоге, наблюдаются системные трудности в освоении ключевых учебных навыков, прежде всего математики, письма и чтения.

В математике нарушения пространственного анализа и синтеза проявляются в трудностях [26]:

- понимания геометрических понятий и отношений между фигурами;
- решения арифметических задач с пространственными компонентами;
- освоения числовой линии и разрядного строения чисел;
- выполнения графических заданий (построение диаграмм, схем).

При письме дефицит пространственных функций приводит к:

- устойчивым зеркальным ошибкам [23];
- трудностям соблюдения строки и полей [23; 30];
- неадекватному распределению элементов букв в пространстве листа [19; 23];
- нарушениям пропорций и соотношений частей букв [23].

Как отмечают исследователи, недостаточная сформированность оптико-пространственных функций к моменту начала обучения грамоте может привести к значительным трудностям в овладении кинематической схемой буквенных знаков, а также к нарушениям пространственной организации письма на плоскости тетрадного листа [2].

В чтении пространственные нарушения выражаются в [25]:

- трудностях слежения за строкой [30];
- смешении оптически сходных букв [23; 30];
- проблемах пространственной организации текста на странице [30];
- снижении скорости и точности чтения [19; 23].

Кроме того, дефицит пространственного анализа и синтеза создает предпосылки для: снижения успеваемости по предметам, требующим работы с картами, схемами и графиками (окружающий мир, география); трудностей в бытовой ориентировке; проблем в социальной адаптации (понимание пространственных отношений между людьми); ограничений в профессиональном самоопределении в будущем (технические специальности, дизайн, архитектура и др.).

Особую тревогу вызывает кумулятивный эффект этих нарушений – начальные трудности пространственного характера, не будучи своевременно скорректированными, ведут к нарастающему когнитивному дефициту, что подтверждается исследованиями нейропластичности. В условиях цифровизации, в том числе и образования, этот эффект усиливается за счет раннего перехода к абстрактным формам обучения, минуя необходимый этап сенсомоторного развития. Таким образом, нарушения пространственного анализа и синтеза у младших школьников представляют собой не локальную трудность, а системную проблему, требующую комплексного психолого-педагогического сопровождения.

Что касается развития исследуемых процессов пространственного анализа и синтеза, необходимо отметить ключевую роль предметно-практической деятельности в формировании простран-

ственных представлений, что приобретает особую актуальность в условиях замены реального конструирования виртуальными аналогами.

Рекомендации для образовательной системы:

1. Внедрение нейропсихологически обоснованных методик развития пространственного мышления. Современные нейронаучные исследования подтверждают важность индивидуального подхода в развитии когнитивных функций. С. Jiang et al. [22] продемонстрировали, что оптимизация нейросетевых показателей индивидуальных различий спонтанной мозговой активности значительно повышает надежность тест-ретест измерений, что имеет принципиальное значение для разработки персонализированных образовательных методик. Дополнительно, R. Saha et al. [28] разработали метод оценки продольных изменений функциональной связности мозга в развитии, выявивший взаимосвязи между нейронными сетями, когнитивными способностями и психическим здоровьем. Эти данные обосновывают необходимость внедрения в образовательную систему нейропсихологически верифицированных методик развития пространственного мышления [22; 28], учитывающих индивидуальные траектории когнитивного развития и нейробиологические особенности обучающихся.

2. Сбалансированное сочетание цифровых и реальных (манипулятивных) форм обучения. L. Wesenberg et al. [34] в своем исследовании методик преподавания с использованием рабочих примеров установили, что критически важным фактором эффективности обучения является тщательный отбор задач для экзemplификации. Их данные свидетельствуют, что оптимальное сочетание виртуальных и физических манипуляций с объектами способствует более глубокому усвоению пространственных концепций, при этом подчеркивается необходимость методически обоснованного подбора учебных материалов в зависимости от конкретных образовательных задач. Полученные исследователями выводы имеют принципиальное значение для обоснования необходимости разработки современных образовательных программ, направленных на развитие пространственного мышления.

3. Разработка скрининговых программ раннего выявления пространственного дефицита. A. Weigard, C. Sripada отмечают, что эффективность аккумуляции сенсорных данных может рассматриваться как устойчивая нейрокогнитивная характеристика, имеющая важное диагностическое значение [33]. Авторы разработали вычислительную модель, позволяющую количественно оценивать индивидуальные различия в процессах доказательного накопления, что открывает новые возможности для создания объективных инструментов оценки пространственных функций [33]. Полученные результаты подчеркивают важность внедрения в образовательную систему стандартизированных скрининговых методик, основанных на современных нейрокогнитивных подходах, для своевременного выявления пространственного дефицита и разработки индивидуальных коррекционных программ.

4. Специальная подготовка педагогов в области нейропсихологии развития. L. Wesenberg et al. выявили критическую важность методически грамотного подбора учебных примеров, показав, что эффективность когнитивного развития существенно зависит от профессиональной компетентности педагогов в области когнитивных процессов [34]. В. В. Рубцов, Е. И. Исаев и А. В. Конокотин в исследовании учебной деятельности как зоны ближайшего развития продемонстрировали, что профессионально организованное педагогическое взаимодействие способствует формированию не только рефлексивных и коммуникативных способностей, но и базовых когнитивных функций, включая пространственный анализ [12]. Представленные исследования обосновывают необходимость включения в программы подготовки педагогов специальных модулей по нейропсихологии развития, ориентированных на формирование компетенций в области когнитивного сопровождения образовательного процесса.

Современные нейропсихологические и киберпсихологические [27; 28] исследования позволяют констатировать формирование качественно нового паттерна развития высших психических функций, в особенности пространственного анализа и синтеза, в условиях интенсивной цифровизации детского онтогенеза. Данный феномен, можно концептуализировать как «цифровой онтогенез», который отражает трансформацию когнитивного развития под влиянием цифровых технологий, что находит свое выражение в следующих аспектах. Во-первых, происходит модификация традиционных нейропсихологических механизмов формирования пространственных представлений, где виртуальные интерфейсы частично компенсируют, но одновременно и

ограничивают развитие сенсомоторного компонента [27]. Во-вторых, наблюдается переструктурирование функциональных систем мозга, ответственных за пространственное мышление, с усилением роли префронтальных отделов, обеспечивающих работу с символическими цифровыми репрезентациями [11]. В-третьих, формируются новые когнитивные стратегии обработки пространственной информации, характеризующиеся клиповостью, а также мультиканальностью и мультимодальностью восприятия [13].

С позиций киберпсихологии данный феномен можно интерпретировать как адаптацию когнитивных процессов к цифровой среде, где традиционные пространственные операции трансформируются под влиянием специфических характеристик human-computer interaction, таких как ограниченная тактильная обратная связь, преобладание двухмерных интерфейсов и фрагментарность визуального представления информации. При этом нейропсихологические исследования последнего десятилетия демонстрируют неоднозначность данного процесса: с одной стороны, отмечается развитие динамических аспектов пространственного мышления, связанных с быстрым переключением между виртуальными пространствами, с другой – наблюдается дефицит базовых компонентов пространственного анализа и синтеза, что особенно выражено в младшем школьном возрасте и проявляется в трудностях симультанного синтеза и целостного восприятия пространственных структур [27]. Таким образом, концепт «цифрового онтогенеза» требует дальнейшего междисциплинарного изучения на стыке нейропсихологии развития и киберпсихологии для понимания как компенсаторных возможностей, так и потенциальных рисков современного когнитивного развития в условиях цифровой трансформации общества.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены значимо выраженные различия в показателях таких процессах пространственного анализа и синтеза, как восприятие пространственных признаков и конструирование целостных структур из отдельных элементов, свидетельствующие о трансформации онтогенеза пространственного анализа и синтеза в младшем школьном возрасте и многообразии его регуляторов. Обнаруженные закономерности позволяют интерпретировать трансформации когнитивного развития как следствие формирования специфического типа мышления, характерного для поколения, развивающегося в условиях интенсивной цифровизации.

2. Инвариантной характеристикой для исследуемых групп являются показатели анализа координатных отношений и мысленного манипулирования образами в исследуемых группах младших школьников. Стабильность анализа координатных отношений младших школьников может объясняться биологически детерминированными механизмами пространственной ориентации (например, базовыми схемами тела и гравитационной вертикалью), которые остаются неизменными независимо от технологических трансформаций (в некоторой степени и усиливаться за счет навигационных цифровых интерфейсов). Относительная стабильность мысленного манипулирования образами связана со способностью компенсировать дефицит реального опыта за счет виртуального моделирования (например, в играх и обучающих приложениях). Данный результат важен для дальнейшего изучения НПФ пространственного анализа и синтеза в детской популяции в частности; и дифференциации устойчивых и трансформирующихся аспектов когнитивного развития в цифровую эпоху в целом.

3. Таким образом, в исследовании установлена трансформация пространственного анализа и синтеза в условиях цифровизации, что позволяет говорить о формировании феномена «цифрового онтогенеза». Нейропсихологические данные свидетельствуют о перестройке функциональных систем мозга: сокращении сенсомоторного компонента пространственных представлений при относительном усилении роли префронтальных отделов, ответственных за работу с символическими репрезентациями. Киберпсихологический анализ выявляет противоречивый характер этих изменений – развитие динамических аспектов пространственного мышления (быстрое переключение между виртуальными средами) сочетается с дефицитом базовых компонентов (трудности симультанного синтеза). Особую уязвимость демонстрируют младшие школьники, у которых цифровая среда модифицирует традиционные механизмы формирования пространственных представлений. Данный феномен требует дальнейшего изучения в контексте адапционных возможностей и потенциальных рисков когнитивного развития в цифровую эпоху.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные исследования выделяют цифровизацию как ключевой средовой фактор, детерминирующий трансформацию когнитивного развития младших школьников. Полученные эмпирические данные свидетельствуют о глубинной реорганизации когнитивных структур под воздействием социокультурных и технологических изменений цифровой эпохи.

Нами выделены как позитивные, так и негативные аспекты указанного. Позитивные аспекты состоят в развитии динамических компонентов пространственного мышления (например, быстрое переключение между 2D и 3D в интерфейсах); формировании новых когнитивных стратегий работы с гибридными пространствами. Негативные тенденции выражаются в: снижении точности пространственного восприятия (рост ошибок в тестах типа «Комплексная фигура Тейлора»); дефицит тактильно-кинестетической основы пространственных представлений; замещение реальных пространственных исследований пассивным потреблением готовых визуальных решений.

Цифровая трансформация создает диссоциацию в развитии фактора пространственного анализа и синтеза – одни компоненты (целостное восприятие, конструирование) ослабевают, другие (координатные отношения, мысленное манипулирование) сохраняются или перестраиваются. Это требует пересмотра образовательных методик с акцентом на: интеграцию цифровых и реальных пространственных практик; целенаправленное развитие симультанного синтеза через мультимодальные задания; нейропсихологический мониторинг новых паттернов когнитивного развития в цифровую эпоху.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-18-00675, <https://rscf.ru/project/24-18-00675/> [The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 24-18-00675, <https://rscf.ru/project/24-18-00675/>]

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев Н.Я., Токарчук Ю.А., Токарчук А.М., Гаврилова Е.В. Связь цифровых технологий с развитием когнитивных и коммуникативных процессов подростков и юношей: обзор эмпирических исследований [Электронный ресурс] // Психолого-педагогические исследования. 2023. Т. 15. № 1. С. 37–55. DOI: 10.17759/psyedu.2023150103
2. Букинич А.М., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю., Ахутина Т.В., Гусев А.Н., Кремлев А.Е. Структурный анализ результатов нейропсихологического обследования детей 6-9 лет // Культурно-историческая психология. 2022. № 2. С. 21–31. DOI: 10.17759/chp.2022180203
3. Выготский Л.С. Проблема развития высших психических функций: монография. Москва: АПН РСФСР, 1960. С. 364–383.
4. Елшанский С. П. Когнитивные механизмы школьников в условиях цифровизации // Гуманитарные исследования. Педагогика и психология. 2020. №1. С. 97–106. <https://doi.org/10.24411/2712-827X-2020-10110>
5. Карпов А. В., Башкин М. В., Карпова Е. В., Чемякина А. В. Цифровизация как детерминанта трансформаций когнитивной подсистемы психики // Перспективы науки и образования. 2024. №5. С. 536–556. DOI: 10.32744/pse.2024.5.31
6. Корсакова Н.К., Вологодина Я.О. Варианты нейропсихологического синдрома и этапы генеза концепции А.Р. Лурии о мозговой организации психических функций // Культурно-историческая психология. 2022. № 3. С. 64–69. DOI: 10.17759/chp.2022180309
7. Конокотин А.В. Развитие понятия «знак» в культурно-исторической психологии Л.С. Выготского: истоки и перспективные направления исследований. Часть 1 // Культурно-историческая психология. 2024. Том 20. №3. С. 58–68. DOI: 10.17759/chp.2024200306
8. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека: монография. Санкт-Петербург: Питер, 2019. 768 с.
9. Манелис Н.Г. Развитие оптико-пространственных функций в онтогенезе // Школа здоровья. 1997. № 3. С. 25–37.
10. Методы нейропсихологического обследования детей 6–9 лет / под общ. ред. Т.В. Ахутиной:

- монография. Москва: В. Секачев, 2016. 280 с.
11. Микадзе Ю. В., Скворцов А. А. Понятие «Фактор» в работах А. Р. Лурии // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2007. № 2. С. 104-108.
 12. Рубцов В.В., Исаев Е.И., Конокотин А.В. Учебная деятельность как зона ближайшего развития рефлексивных и коммуникативных способностей детей 6-10 лет // Культурно-историческая психология. 2022. Том 18. № 1. С. 28–40. DOI: 10.17759/chp.2022180103
 13. Смол Г., Ворган Г. Мозг Онлайн. Москва: Колибри, 2011. 352 с.
 14. Солдатова Г.У., Чигарькова С.В., Илюхина С.Н. Я-реальное и Я-виртуальное: идентификационные матрицы подростков и взрослых // Культурно-историческая психология. 2022. Том 18. № 4. С. 27–37. DOI: 10.17759/chp.2022180403
 15. Скребец Т.В., Ткаченко Д.А. Некоторые особенности моторного развития младших школьников с общим недоразвитием речи // Воспитание и обучение детей с нарушениями развития. 2023. № 3. С. 53–60. DOI: 10.47639/2074-4986_2023_3_53
 16. Хомская Е. Д. Изучение биологических основ психики с позиций нейропсихологии // Вопросы психологии. 1999. № 3. С. 31-38.
 17. Хохлов Н.А, Сердюк А.Е. Количественные оценки выполнения методики «Комплексная фигура Тейлора» детьми 4–17 лет // Национальный психологический журнал. 2019. №1. С. 88–108. DOI: 10.11621/prj.2019.0109
 18. Цветкова Л.С. Мозг и интеллект. Нарушение и восстановление интеллектуальной деятельности: монография. Москва: Просвещение, 1995. 304 с.
 19. Christianson K., Dempsey J., Tsiola A., Deshaies S.-E. M., Kim N. Retracing the garden-path: Nonselective rereading and no reanalysis // Journal of Memory and Language. 2024. Vol. 137. Article number 104515. DOI: 10.1016/j.jml.2024.104515
 20. Dumont É., Castellanos-Ryan N., Parent S. et al. Transactional longitudinal relations between accuracy and reaction time on a measure of cognitive flexibility at 5, 6, and 7 years of age // Developmental Science. 2022. Vol. 25, no. 5. Article number e13254. DOI: 10.1111/desc.13254
 21. Henrike M., Qianhui N., Pirmin S. Ontogenetic steps of understanding beliefs: From practical to theoretical // Philosophical Psychology. 2022. Vol. 35. P. 214–219. DOI: 10.1080/09515089.2022.2073211
 22. Jiang, C., He, Y., Betzel, R. F., Wang, Y.-S., Xing, X.-X., & Zuo, X.-N. Optimizing network neuroscience computation of individual differences in human spontaneous brain activity for test-retest reliability // Network Neuroscience. 2023. Vol. 7, no. 3. P. 1080–1108. DOI: 10.1162/netn_a_00315
 23. Kim Y-S. G., Graham S. Expanding the Direct and Indirect Effects Model of Writing (DIEW): Reading–Writing Relations, and Dynamic Relations as a Function of Measurement/Dimensions of Written Composition // Journal of Educational Psychology. 2021. Vol. 114, no 2. P. 215–238 DOI: 10.1037/edu0000564
 24. Kinney D., Lombrozo T. Building compressed causal models of the world // Cognitive Psychology. 2024. Vol. 155. Article number 101682. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2024.101682
 25. Liao S., Yu L., Kruger J.-L., Reichle E.D. Dynamic reading in a digital age: new insights on cognition // Trends in Cognitive Sciences. 2024. Vol. 28, no. 1. P.43-55. DOI: 10.1016/j.tics.2023.08.002
 26. Libertus M., Miller P., Zippert E.L., Bachman H.J., Votruba-Drzal E. Predicting individual differences in preschoolers' numeracy and geometry knowledge: The role of understanding abstract relations between objects and quantities // Journal of Experimental Child Psychology. 2024. Vol. 247. Article number 106035. DOI: 10.1016/j.jecp.2024.106035
 27. Moshel, M.L., Warburton, W.A., Batchelor, J. et al. Neuropsychological Deficits in Disordered Screen Use Behaviours: A Systematic Review and Meta-analysis // Neuropsychology Review. 2023. Vol. 34. P. 791–822. DOI: 10.1007/s11065-023-09612-4
 28. Saha R., Saha D. K., Rahaman M. A., Fu Z., Liu J., Calhoun V. D.. A Method to Estimate Longitudinal Change Patterns in Functional Network Connectivity of the Developing Brain Relevant to Psychiatric Problems, Cognition, and Age // Brain Connectivity. 2024. Vol. 14, no. 2. P. 130–140. DOI: 10.1089/brain.2023.0040
 29. Shepard S., Metzler D. Mental rotation: effects of dimensionality of objects and type of task // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1988. Vol. 14, no. 1. P. 3-11.
 30. Staub A., McMurray H., Wickett A. Perceptual inference corrects function word errors in reading: Errors that are not noticed do not disrupt eye movements // Cognitive Psychology. 2024. Vol. 154. Article number 101691. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2024.101691
 31. Symeonidou M., Doherty M.J., Ross J. Thinking about thinking: A longitudinal investigation linking developments in metacognition, inhibitory control, and theory of mind // Journal of Experimental Child Psychology. 2025. Vol. 249. Article number 106103. DOI: 10.1016/j.jecp.2024.106103
 32. Taylor L.B. Psychological assessment of neurosurgical patients. In: Rasmussen T., Marino R. // Functional Neurosurgery. New York: Raven Press, 1979. P. 165–180.
 33. Weigard A., Sripada C. Task-general efficiency of evidence accumulation as a computationally-defined neurocognitive trait: Implications for clinical neuroscience // Biological Psychiatry Global Open Science. 2021. no. 1. P. 5-15. DOI: 10.1016/j.bpsgos.2021.02.001
 34. Wesenberg L., Krieglstein F., Jansen S., Rey G.D., Schneider S. Teaching with worked examples – Why the selection of problems for exemplification is critical // Contemporary Educational Psychology. 2024. Vol. 80. Article number 102328. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2024.102328

35. Zhang X., Fan Z., Shen Y., Dai J. Evidence accumulation is not essential for generating intertemporal preference: A comparison of dynamic cognitive models of matching tasks // *Cognitive Psychology*. 2023. Vol. 147. Article number 101615. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2023.101615

REFERENCES

1. Ageev N.Ya., Tokarchuk Yu.A., Tokarchuk A.M., Gavrilova E.V. The connection of digital technologies with the development of cognitive and communicative processes of adolescents and young men: an overview of empirical studies. *Psychological-Educational Studies*, 2023. vol. 15, no. 1, pp. 37–55. DOI:10.17759/psyedu.2023150103 (In Russian)
2. Bukinich A.M., Korneev A.A., Matveeva E.Yu., Akhutina T.V., Gusev A.N., Kremlev A.E. Structural Analysis of the Neuropsychological Data for 6—9-year-old Children. *Cultural-Historical Psychology*, 2022, vol. 18, no. 2, pp. 21–31. DOI:10.17759/chp.2022180203 (In Russian)
3. Vygotsky L.S. The problem of development of higher mental functions. Moscow, APN RSFSR Publ., 1960. P. 364–383 (In Russian)
4. Elshansky S. P. Cognitive mechanisms of schoolchildren under the conditions of digitalization. Humanitarian studies. *Pedagogy and psychology*, 2020, vol. 1, no. 1, pp. 97–106. DOI: 10.24411/2712-827X-2020-10110 (In Russian)
5. Karpov A. V., Bashkin M. V., Karpova E. V., Chemyakina A. V. Digitalization as a determinant of transformations in the cognitive subsystem of the psyche. *Perspectives of Science and Education*, 2024. vol. 71, no. 5, pp. 536–556. DOI:10.32744/pse.2024.5.31 (In Russian)
6. Korsakova N.K., Vologdina Ya.O. Variants of Neuropsychological Syndrome and Stages of Genesis of A.R. Luria's Concept of the Brain Organization of Mental Functions. *Cultural Historical Psychology*, 2022, vol. 18, no. 3, pp. 64–69. <https://doi.org/10.17759/chp.2022180309> (In Russian)
7. Konokotin A.V. Development of the Concept "Sign" in Cultural-Historical Psychology of L.S. Vygotsky: The Origins and Promising Areas of Research. Part 1. *Cultural-Historical Psychology*, 2024, vol. 20, no.3, pp. 58–68. DOI:10.17759/chp.2024200306 (In Russian)
8. Luria A.R. Higher cortical functions of man. St. Petersburg: Piter Publ., 2019. 768 p. (In Russian)
9. Manelis N.G. Development of optical-spatial functions in ontogenesis. *Health School*, 1997, vol. 4, no. 3, pp. 25–37. (In Russian)
10. Methods of neuropsychological examination of children aged 6–9 years / edited by T.V. Akhutina. Moscow: V. Sekachev Publ., 2016. 280 p. (In Russian)
11. Mikadze Yu. V., Skvortsov A. A. The concept of "Factor" in the works of A. R. Luria. *Bulletin of Moscow University. Series 14. Psychology*, 2007, no. 2, pp. 104–108. (In Russian)
12. Rubtsov V.V., Isaev E.I., Konokotin A.V. Learning Activity as The Zone of Proximal Development of Reflexive and Communicative Abilities of Children Aged 6–10 Years. *Cultural-Historical Psychology*, 2022, vol. 18, no.1, pp. 28–40. DOI:10.17759/chp.2022180103 (In Russian)
13. Small G., Vorgan G. Brain Online. Moscow, Kolibri Publ., 2011. 352 p. (in Russian).
14. Soldatova G.U., Chigarkova S.V., Ilyukhina S.N. Real Self and Virtual Self: Identity Matrices of Adolescents and Adults. *Cultural-Historical Psychology*, 2022, vol. 18, no. 4, pp. 27–37. DOI: 10.17759/chp.2022180403 (In Russian)
15. Skrebets T.V., Tkachenko D.A. Some features of the motor development of primary school children with general underdevelopment of speech. *Education and training of children with developmental disabilities*, 2023, no. 3, pp. 53–60. DOI: 10.47639/2074-4986_2023_3_53 (In Russian)
16. Khomskaya E. D. Study of biological foundations of the psyche from the standpoint of neuropsychology. *Voprosy Psichologii*, 1999, vol. 99, no. 3, pp. 31–38. (In Russian)
17. Khokhlov N. A., Serdyuk. A. E. Quantitative estimates of performance on the Taylor Complex Figure (TCF) by children aged 4–17 years. *National Psychological Journal*, 2019, vol. 33, no. 1, pp. 88–108. DOI: 10.11621/npj.2019.0109 (In Russian)
18. Tsvetkova L.S. Brain and intellect. Disruption and restoration of intellectual activity. Moscow, Education Publ., 1995. 304 p. (In Russian)
19. Christianson K., Dempsey J., Tsiola A., Deshaies S.-E. M., Kim N. Retracing the garden-path: Nonselective rereading and no reanalysis. *Journal of Memory and Language*, 2024, vol. 137. Article number 104515. DOI: 10.1016/j.jml.2024.104515
20. Dumont E., Castellanos-Ryan N., Parent S. et al. Transactional longitudinal relations between accuracy and reaction time on a measure of cognitive flexibility at 5, 6, and 7 years of age. *Developmental Science*, 2022, vol. 25, no. 5. Article number e13254. DOI: 10.1111/desc.13254
21. Henrike M., Qianhui N., Pirmin S. Ontogenetic steps of understanding beliefs: From practical to theoretical. *Philosophical Psychology*, 2022, vol. 35, P. 214–219. DOI: 10.1080/09515089.2022.2073211
22. Jiang, C., He, Y., Betzel, R. F., Wang, Y.-S., Xing, X.-X., & Zuo, X.-N. Optimizing network neuroscience computation of individual differences in human spontaneous brain activity for test-retest reliability. *Network Neuroscience*, 2023, vol. 7, issue 3, P. 1080–1108. DOI: 10.1162/netn_a_00315
23. Kim Y-S. G., Graham S. Expanding the Direct and Indirect Effects Model of Writing (DIEW): Reading–Writing Relations, and Dynamic Relations as a Function of Measurement/Dimensions of Written Composition. *Journal*

- of Educational Psychology, 2021, vol. 114, no 2. P. 215–238 DOI: 10.1037/edu0000564
24. Kinney D., Lombrozo T. Building compressed causal models of the world. *Cognitive Psychology*, 2024, vol. 155. Article number 101682. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2024.101682
 25. Liao S., Yu L., Kruger J.-L., Reichle E.D. Dynamic reading in a digital age: new insights on cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 2024, vol. 28, no. 1, P.43-55. DOI: 10.1016/j.tics.2023.08.002
 26. Libertus M., Miller P., Zippert E.L., Bachman H.J., Votruba-Drzal E. Predicting individual differences in preschoolers' numeracy and geometry knowledge: The role of understanding abstract relations between objects and quantities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2024, vol. 247. Article number 106035. DOI: 10.1016/j.jecp.2024.106035
 27. Moshel, M.L., Warburton, W.A., Batchelor, J. et al. Neuropsychological Deficits in Disordered Screen Use Behaviours: A Systematic Review and Meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 2023, vol. 34. P. 791–822. DOI: 10.1007/s11065-023-09612-4
 28. Saha R., Saha D. K., Rahaman M. A., Fu Z., Liu J., Calhoun V. D.. A Method to Estimate Longitudinal Change Patterns in Functional Network Connectivity of the Developing Brain Relevant to Psychiatric Problems, Cognition, and Age. *Brain Connectivity*, 2024, vol. 14, no. 2. P. 130–140. DOI: 10.1089/brain.2023.0040
 29. Shepard S., Metzler D. Mental rotation: effects of dimensionality of objects and type of task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1988, vol. 14, no. 1. P. 3-11.
 30. Staub A., McMurray H., Wickett A. Perceptual inference corrects function word errors in reading: Errors that are not noticed do not disrupt eye movements. *Cognitive Psychology*, 2024, vol. 154. Article number 101691. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2024.101691
 31. Symeonidou M., Doherty M.J., Ross J. Thinking about thinking: A longitudinal investigation linking developments in metacognition, inhibitory control, and theory of mind. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2025, vol. 249. Article number 106103. DOI: 10.1016/j.jecp.2024.106103
 32. Taylor L.B. Psychological assessment of neurosurgical patients. *Functional Neurosurgery*. New York: Raven Press, 1979. P. 165–180.
 33. Weigard A., Sripada C. Task-general efficiency of evidence accumulation as a computationally-defined neurocognitive trait: Implications for clinical neuroscience. *Biological Psychiatry Global Open Science*, 2021, no. 1. P. 5-15. DOI: 10.1016/j.bpsgos.2021.02.001
 34. Wesenberg L., Krieglstein F., Jansen S., Rey G.D., Schneider S. Teaching with worked examples – Why the selection of problems for exemplification is critical. *Contemporary Educational Psychology*, 2024, vol. 80. Article number 102328. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2024.102328
 35. Zhang X., Fan Z., Shen Y., Dai J. Evidence accumulation is not essential for generating intertemporal preference: A comparison of dynamic cognitive models of matching tasks. *Cognitive Psychology*, 2023, vol. 147. Article number 101615. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2023.101615

Автор	Author
Волченкова Анастасия Александровна (Российская Федерация, г. Ярославль) Кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии труда и организационной психологии Место работы: ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» E-mail: aa.volchenkova@yandex.ru ORCID ID: 0000-0001-8691-7132	Anastasia A. Volchenkova (Russian Federation, Yaroslavl) Cand. Sci. (Psychol.), Associate Professor at the Department of Work and Organizational Psychology P.G. Demidov Yaroslavl State University E-mail: aa.volchenkova@yandex.ru ORCID ID: 0000-0001-8691-7132

Вклад автора	Author contribution
Волченкова А. А.: концептуализация, методология, верификация данных, формальный анализ, проведение исследования, создание черновика рукописи, создание рукописи и её редактирование, визуализация, получение финансирования	Anastasia A. Volchenkova: Conceptualization, Methodology, Validation, Formal analysis, Investigation, Writing - Original Draft, Writing - Review & Editing, Visualization, Funding acquisition

© Волченкова А. А., 2026

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

© Anastasia A. Volchenkova, 2026

The author declared no conflicts of interest