

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Первый Московский государственный медицинский университет
им. И.М. Сеченова.
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(Сеченовский Университет)

Институт психолого-социальной работы
Кафедра педагогики и медицинской психологии

Выпускная квалификационная работа

**ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ И
КВАЗИПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ У ДЕТЕЙ В
РАЗЛИЧНЫЕ ВОЗРАСТНЫЕ ПЕРИОДЫ**

Направление подготовки: 37.05.01 «Клиническая психология»

«Допущена к защите»

Протокол №_____ от _____

Выполнил(-а):

студент очной формы подготовки,
Антонова Елизавета Евгеньевна,
группа 07-01

Заведующий кафедрой

д.п.н. Киселёва М.Г.

Научный руководитель:

Ассистент кафедры педагогики и
медицинской психологии
Богданова Мария Даниловна

«Прошла защиту»

Оценка _____



Москва, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И КВАЗИПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ.....	11
1.1 Зрительно – пространственный гнозис как высшая психическая функция	11
1.1.1 Отечественный подход к изучению пространственных функций....	12
1.1.2 Зарубежный подход к изучению пространственных функций	13
1.2 Квазипространственные функции и роль зрительно – пространственного восприятия в их становлении.....	16
ГЛАВА 2. МОЗГОВЫЕ СТРУКТУРЫ, ВОВЛЕЧЕННЫЕ В ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ОРИЕНТИРОВАНИЕ. ИХ СОЗРЕВАНИЕ В ОНТОГЕНЕЗЕ	24
2.1 Формирование структурно-функциональной организации мозга как базиса развития ВПФ	24
2.2 Мозговые структуры, участвующие в пространственном ориентировании и возрастные закономерности развития пространственных функций.....	26
ГЛАВА 3. НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ	32
3.1 Отечественные методы диагностики пространственных функций	32
3.2 Зарубежные методы диагностики пространственных функций	36
3.3. Диагностика квазипространственных представлений	41
3.3.1 Оценка понимания логико-грамматических конструкций.....	41
3.3.2 Диагностика сформированности счёта.....	43
ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ	

ПРОСТРАНСТВЕННЫХ И КВАЗИПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ У ДЕТЕЙ В РАЗНЫЕ ВОЗРАСТНЫЕ ПЕРИОДЫ	45
4.1 Цель и задачи исследования	45
4.2 Участники исследования	47
4.3 Методы и процедура исследования	47
4.4 Процедура описания и оценки экспериментальных данных.....	50
ГЛАВА 5. ОПИСАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	52
5.1 Межгрупповые сравнения.....	52
5.1.1 Сравнение распределения признаков по возрастным группам	52
5.1.2 Сравнение распределения признаков по группам детей, использующих разные стратегии копирования сложных фигур	54
5.1.3 Сравнение распределения признаков по группам детей, допускающих разные типы ошибок при копировании сложных фигур ...	55
5.1.4 Сравнение распределения признаков по группам детей, относящихся к разному полу	58
5.2 Корреляционный метод	58
5.3 Качественный анализ и анализ описательных статистик	62
ГЛАВА 6. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	70
ВЫВОДЫ.....	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	85
ПРИЛОЖЕНИЯ	97
Приложение 1. Таблицы средних значений	97
Приложение 2. Результаты статистического анализа	101
Приложение 3. Стимульные материалы	125

ВВЕДЕНИЕ

Люди сталкиваются с необходимостью ориентироваться в пространстве с самых ранних этапов своего развития. Становление пространственных представлений начинается в раннем детстве и формируется в онтогенезе достаточно длительное время, имея определенные уровни своего становления, которые тесно взаимодействуют друг с другом и задействуют различные системы анализаторов: зрительный, слуховой, кожно-кинестетический, а также информацию от вестибулярного аппарата [25].

В целом, изучение вопроса о психическом развитии детей, связанном со спецификой созревания мозга, опирается на труды отечественного ученого А.Р. Лурии. Его идеи и, в частности, теория системной динамической локализации является основополагающей в решении этого вопроса. Существенный вклад в создание данной теории внесли работы Л.С. Выготского, А.Н. Леонтьева и других советских психологов. Исследования пространственных представлений и нарушений пространственной ориентации связаны с такими отечественными учеными, как Б.Г. Ананьев, Е.Ф. Рыбалко, М.С. Лебединский. К более современным исследованиям можно отнести работы А.В. Семенович, Умрихина С.О., М.М. Безруких, Семаго Н.Я. и др. Ключевые зарубежные исследования данного вопроса отражаются в работах Н. Hecaen, A. Benton, A. Gloning, A. Rey, Taylor, E.M., Osterrieth, P.A.

Формирование пространственных представлений в онтогенезе влияет на развитие других высших психических функций. То, как ребенок устанавливает пространственные взаимосвязи между предметами и явлениями имеет большое значение при обучении счету, чтению, письму, рисованию.

Б.Г. Ананьев указывает, что именно уровень отражения пространства может выступать в качестве показателя общего развития. При становлении пространственной ориентации происходит перестройка различных сенсомоторных функций, которые входят в состав как физического, так и умственного развития ребенка [1].

Исследования А.В. Семенович, Семаго и других показывают, что развитие пространственной ориентировки и пространственно-временных представлений в онтогенезе лежит в основе дальнейшего формирования высших психических функций, а также эмоциональной жизни ребенка [50].

Становление оптико-пространственных и моторных навыков напрямую влияют на развитие навыков письма и чтения [73]. Точность восприятия двухмерных пространственных отношений лежит в основе формирования графических навыков, навыков копирования, геометрической работы, что в свою очередь влияет на развитие почерка ребенка [107].

Согласно идеям отечественной нейропсихологии над развитием пространственных функций, по мере развития речи, надстраивается уровень ориентировки в «квазипространстве», а именно в различных системах знаков и символов, таким образом, зрительно-пространственные функции являются основой для успешного осуществления квазипространственных операций [29,48]. Развитие данного уровня влияет на успеваемость ребенка, на его умение ориентироваться в учебном материале, на становление математических способностей, возможность понимать логико-грамматические конструкции [29,55].

Исследования подтверждают связь между пространственными функциями и развитием математических способностей [10, 79, 97, 99]. Уровень переработки зрительно-пространственной информации также связан с возможностью успешного понимания логико-грамматических конструкций [5, 29,30].

По данным исследований есть связь между развитием определенных невербальных факторов и способностью к пониманию логико-грамматических конструкций. Одним из наиболее важных является стратегия обработки зрительной информации. При этом на разных стадиях возрастного развития ведущими могут выступать различные нейропсихологические факторы [26,54].

Что подтверждает важность поэтапного исследования становления квазипространственных операций в их тесном взаимодействии с пространственными представлениями.

Таким образом, восприятие пространства имеет длинный путь развития, претерпевая изменения на каждом возрастном этапе. Данные изменения, связанные, в первую очередь, с развитием и перестройкой взаимосвязей между структурами мозга, механизмов межполушарного взаимодействия и изменением системы взаимосвязей между различными психическими функциями.

В результате, есть возможность выделить качественную специфику пространственного восприятия на разных возрастных этапах, в его системной взаимосвязи с другими психическими функциями, обозначить ключевые закономерности развития пространственных представлений, соотнести результаты с развитием тех или иных мозговых структур, внутримозговых взаимосвязей, что и является основной **проблемой** данного исследования.

Изучение формирования и протекания пространственных процессов не только в патологии, но и в норме является очень актуальным. В настоящее время появляются такие направления, как «нейропсихология обучения», в рамках которых специалисты занимаются с детьми, имеющими трудности обучения, стремятся к обеспечению соответствия требований школы индивидуальным возможностям ребенка. Это можно объяснить ростом количества детей, имеющих трудности в освоении школьной программы [22].

Большое количество детей, имеющих проблемы с школьным обучением не имеют психиатрических или неврологических диагнозов. В таком случае трудности обучения могут быть связаны с наличием минимальных мозговых дисфункций (ММД), то есть с микрофункциональными нарушениями мозга. За счёт таких изменений в функционировании мозга происходит особое, специфическое формирование функциональных систем психики, которое нехарактерно для определенного возрастного периода [37].

Данные дефекты могут быть скомпенсированы при благоприятных условиях среды. Однако есть большая вероятность, что ребенок, имеющий определенные мозговые дисфункции, попадая в особую социальную ситуацию, такую как начало школьного обучения, может не справляться с повышенными физическими и эмоциональными нагрузками. Уровень требований в таком случае превышает готовность и адаптивные возможности ребенка, что приводит к обострению симптоматики минимальной мозговой дисфункции, может возникать парциальное отставание в развитии высших психических функций, неадекватная компенсация данных нарушений в виде неблагоприятных психологических новообразований, а именно негативных личностных и поведенческих особенностей [7,8].

Таким детям с трудностями обучения необходима своевременная нейропсихологическая помощь. А именно диагностика с целью выявления слабых звеньев психической деятельности ребенка, анализа того, какой именно структурно – функциональный компонент пострадал первично для дальнейшего построения коррекционно – развивающей работы, которая в детском возрасте может опираться на активное развитие и пластичность структур и систем мозга, обусловленную отсутствием жестких внутримозговых связей [22, 48].

Тем самым, знание о процессе формирования и взаимосвязях пространственных и квазипространственных представлений может способствовать своевременной диагностике тех или иных отклонений.

Таким образом, **актуальность** изучения пространственных представлений обусловлена рядом причин психолого-педагогического характера:

- формирование пространственных и квазипространственных представлений влияет на дальнейшее становление высших психических функций, на интеллектуальное развитие ребенка;

- нарушение пространственных функций может приводить к трудностям дифференциации зрительных образов букв и цифр, пространственного расположения их элементов объектов, к дислексиям, дисграфиям, дискалькулиям, может проявляться в нарушениях графической деятельности, чтении, письме, владении математическими операциями, нарушении абстрактно-логического мышления;

- развитие и перестройка внутримозговых взаимосвязей, изменение системы межполушарного взаимодействия в процессе онтогенеза, в особенности в детском возрасте, определяют необходимость оценки состояния пространственной функции последовательно в каждой возрастной группе, для своевременного выявления и коррекции микрофункциональных нарушений мозга (ММД).

Теоретическая и практическая значимость исследования определяются тем, что вследствие гетерохронности развития мозговых структур, необходимо выделить специфику функционирования системы пространственного восприятия в различные возрастные периоды, отследить динамику становления пространственных функций в процессе онтогенеза, что поможет расширить теоретические представления о взаимосвязях становления различных аспектов пространственных и квазипространственных функций и улучшить эффективность своевременной диагностики и нейропсихологической коррекции отклонений в развитии пространственных и квазипространственных представлений.

Также **практически значимым** является сопоставление и сравнение различных методов диагностики пространственного восприятия с целью выявления наиболее чувствительных и эффективных.

Наличие надежных инструментов для оценки различных аспектов пространственных представлений может повысить точность диагностики некоторых заболеваний, поскольку снижение зрительно-пространственных способностей может отражать разные стадии когнитивных нарушений [80].

Научная новизна данного исследования заключается в том, что будут более подробно рассмотрены различные составляющие пространственных и квазипространственных представлений с помощью тщательно составленной батареи методик в рамках последовательного исследования состояния пространственных функций на разных этапах школьного возраста, позволяющего проследить взаимосвязь формирования пространственных и квазипространственных представлений на разных этапах онтогенеза.

Целью данного исследования является изучение особенностей состояния зрительно-пространственного восприятия и квазипространственных представлений у детей младшего и среднего школьного возраста, выявление закономерностей развития оптико – пространственного восприятия и квазипространственных представлений.

Объект: когнитивная сфера детей младшего и среднего школьного возраста.

Предмет: особенности пространственных и квазипространственных представлений в младшем и среднем школьном возрасте.

Гипотезы:

- 1) состояние пространственных представлений неодинаково в разные возрастные периоды;
- 2) в подростковом периоде происходит ухудшение состояния пространственных представлений за счет процессов, связанных с структурно-функциональной перестройкой мозговых структур;
- 3) существует связь между развитием зрительно – пространственного восприятия и формированием квазипространственных представлений.

В соответствии с целью и гипотезами необходимо решить следующие **задачи:**

- 1) проанализировать отечественную и зарубежную литературу по проблеме исследования;

- 2) изучить закономерности нейропсихологического развития детского возраста;
- 3) рассмотреть основные характеристики пространственного восприятия и квазипространственных представлений;
- 4) проанализировать этапы развития пространственных представлений в младшем и среднем школьном возрасте;
- 5) подобрать методики исследования пространственных и квазипространственных представлений;
- 6) сформировать выборку для проведения эмпирического исследования;
- 7) провести нейропсихологическую диагностику с помощью составленной батареи методик;
- 8) осуществить качественный и количественный анализ полученных результатов, их интерпретацию и выявление особенностей формирования пространственных и квазипространственных представлений в младшем и среднем школьном возрасте.

Методы исследования: теоретический анализ литературных источников, проведение экспериментальных методик и анализ полученных данных.

ГЛАВА 1. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И КВАЗИПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

1.1 Зрительно - пространственный гнозис как высшая психическая функция

Зрительно – пространственное восприятие является частью зрительного восприятия, относится к высшим психическим функциям и представляет собой сложный системный психофизиологический процесс, включающий такие действия, как восприятие, кодирование и анализ свойств объекта, обеспечивая ориентировку человека в двух- и трехмерном пространстве, а также в собственном теле [12].

Зрительно-пространственные представления включают в себя определение формы, величины объектов, их положения и перемещения по отношению друг к другу, окружающих предметов, а также собственного тела [29].

По определению Л.С. Выготского, а затем А.Р. Лурии, все высшие психические функции представляют собой сложные формы сознательной психической деятельности, которые социальны по происхождению, опосредованы и системны по строению, произвольны по способу осуществления и имеют под собой сложную морфофизиологическую основу в виде многокомпонентных функциональных систем. Высшие психические функции, формируясь в процессе онтогенеза, изменяются и усвершенствуются, меняя свою мозговую организацию [19, 29]. Таким образом, любая психическая функция развивается по индивидуальному пути, имея определенную динамику и особенности формирования. Знание процесса становления функции может обеспечить более четкую и своевременную диагностику структурно- функциональных нарушений мозга, вариантов его несформированности [49].

1.1.1 Отечественный подход к изучению пространственных функций

По мнению Б. Г. Ананьева, пространственные представления – это образ предмета или явления, который имеет пространственные свойства и состоит в пространственных отношениях: величине, форме, относительном расположении объектов, их поступательном и вращательном движении [1].

По мнению Н.Г.Манелис, А.В. Семенович, М.М. Семаго и других исследователей пространственные функции являются одними из наиболее сложных и долго формирующихся, их развитие начинается с первых дней жизни человека и продолжается долгое время, опираясь на совместную работу зрительного, кинестетического и вестибулярного аппаратов. Развитие пространственных представлений происходит на основе формирования схемы тела, с приобретением опыта практических действий с предметами, перестройкой предметно-игровых действий, связанной с постепенным совершенствованием двигательных умений и навыков [46, 53, 57].

В своем формировании оптико-пространственное восприятие проходит ряд этапов [33,34].

А. В. Семенович выделяет четыре основных уровня в структуре формирования пространственных представлений.

Изначально формируются представления о собственном теле, соматотопические представления на основе двигательной активности в реальном пространстве, ощущений напряжения и расслабления мышц, а также ощущений, которые появляются в процессе взаимодействия с внешними объектами и значимым взрослым.

К трем годам появляются представления о расположении объектов внешнего мира по отношению к собственному телу. Постепенно становится возможной ориентировка не только в реальном пространстве, но и в схематичном, в том числе в пространстве листа. На этом уровне формируются топологические, координатные, метрические представления, а также понятия

о вертикали, горизонтали, затем о правой и левой стороне. Наиболее поздно формируется понятие «сзади». Таким образом, происходит становление целостной картины мира в восприятии пространственных взаимоотношений между объектами и собственным телом.

Появление речи дает возможность вербализировать пространственные отношения. В норме отражение пространственных отношений в вербальной сфере формируются к 6-7 годам. Сначала появляются обозначения топологического плана (верх, низ, близко, далеко), затем координатные и метрические, то есть предлоги, характеризующие расположение предметов по отношению к собственному телу или друг к другу (в, за, перед, над, под), что соответствует законам развития движений в онтогенезе.

Последним этапом является ориентации в «квазипространстве», а именно в упорядоченной системе знаков и символов. Этот уровень, наиболее сложный и поздно формирующийся, является важным показателем когнитивного развития ребёнка [50].

При анализе зрительно-пространственных функций учитывается ряд параметров: стратегия, выраженность структурно-топологических, координатных, метрических и проекционных представлений. Данные параметры имеют свою возрастную специфику, которая объясняется гетерохронией развития [11,33,38].

1.1.2 Зарубежный подход к изучению пространственных функций

В зарубежных работах преобладает когнитивный подход к исследованию пространственных функций. Выделяется категория пространственного мышления (*spatial cognition*), которая подразумевает под собой отражение локализации, размера, направления, формы объектов. Таким образом восприятие и обработка информации о пространстве рассматривается как самостоятельная психическая функция. Также выделяют пространственные функции (*spatial functions*), которые являются частью других процессов, таких как память, мышление, восприятие (*spatial memory*,

spatial thinking). Так, Г. Гарднер выделяет такое понятие, как пространственный интеллект, обеспечивающий способность оперировать различными аспектами зрительного опыта, в том числе и мысленно [21]. Пространственные функции обеспечивают возможность строить, управлять, сохранять и извлекать зрительно-пространственные образы, позволяющие эффективно структурировать информацию [68].

Пространственные способности можно определить как умственные операции, необходимые для кодирования, сохранения и обработки визуальной конфигурации [75].

На протяжении многих лет было множество споров о том, как измерять и классифицировать «пространственные способности», так как различные виды деятельности определялись как «пространственные». Де Ренци использовал понятие «пространственные способности» для охвата широкого спектра навыков, таких как ориентировка в двухмерной плоскости, определение ориентации линий, восприятие формы и глубины. Термин «пространственное восприятие» Де Ренци использовал применительно к элементарным стадиям обработки, которые лучше всего исследуются при выполнении задач, требующих минимальное обращение к функциям памяти, интеллектуальному анализу, или без таковых, где перцептивные особенности стимулов сохраняются настолько простыми и четкими, насколько это возможно. Термин «пространственное мышление» предназначался для обозначения умственных операций, требующих уже интеграции пространственной информации на стадии, выходящей за рамки зрительно-пространственного восприятия [71].

В последнее время выделяют три различных категории пространственных функций: «пространственное восприятие» (spatial perception), «пространственная визуализация» (spatial visualization) и «ментальное вращение» (mental rotation). Пространственное восприятие относится к способности идентифицировать пространственные отношения

относительно собственного ориентирования и расположения, пространственная визуализация означает способность манипулировать сложной пространственной информацией, тогда как умственное вращение подразумевает способность вращать два или три воображаемых стимула [86,93].

Несмотря на эти попытки, все еще отсутствует общепринятое определение пространственных функций.

Такое разнообразие пространственных функций делает необходимым отдавать предпочтение комплексным тестам для оценки пространственных представлений [71].

Также в зарубежных исследованиях используется многокомпонентная модель рабочей памяти. Данная модель состоит из четырех компонентов. Центральный исполнительный компонент отвечает за мониторинг и обработку временно хранимой информации, переключение внимания, планирование. Данный компонент контролирует две подчиненные системы: фонологическую петлю и визуально-пространственную матрицу. Эти системы отвечают за временную обработку вербальной и визуально-пространственной информации, соответственно. Последний компонент, эпизодический буфер, отвечает за интеграцию информации между различными компонентами системы рабочей и долговременной памяти. Таким образом, пространственные функции часто рассматриваются зарубежом в рамках данной модели рабочей памяти. Было показано, что состояние зрительно – пространственных функций улучшается с возрастом. Одной из причин считают то, что маленькие дети кодируют изображения объектов в визуальной форме, однако с возрастом способ кодирования информации меняется. Таким образом, примерно с 8-летнего возраста появляется способность перекодировать визуально представленную информацию в фонологическую (словесную) форму. Развитие процессов фонологического перекодирования может быть связано с обучением чтению. Имеющиеся данные

свидетельствуют о том, что данный механизм не может объяснить все возрастные различия при выполнении задач на пространственные функции. Рассматриваются также другие механизмы (знания, стратегии обработки, скорость обработки и способность внимания) с точки зрения их вклада в развитие зрительно-пространственной рабочей памяти у детей. Важно наличие как фонологического, так и визуального представления в рабочей памяти, так как это позволяет выбирать нужную форму представления в зависимости от требований задачи [62].

Таким образом, можно провести аналогию с концепциями отечественных ученых, что в процессе становления пространственных представлений ребенок постепенно становится способным к действиям не только в наглядно обозримом пространстве, но и к действиям по представлениям, происходит переход от использования в большей степени наглядно – образного мышления к словесно – логическому.

1.2 Квазипространственные функции и роль зрительно – пространственного восприятия в их становлении

«Квазипространственные» представления являются последним уровнем становления пространственных функций, когда с развитием речи появляется возможность вербально отражать пространственные отношения, а затем и ориентироваться в системе знаков и символов.

А.Р. Лурия рассматривает данное понятие в качестве некоторого ментального пространства, в котором осуществляются сложные речевые (декодирование логико-грамматических структур) и счетные (оперирование разрядной структурой числа) операции.

Таким образом, к квазипространственным функциям можно отнести:

- понимание логико – грамматических конструкций;
- формирование временных представлений;
- ориентировка в системе чисел [58].

С развитием речи постепенно появляются грамматические формы, позволяющие отражать сложные отношения между объектами за счет использования предлогов и определенного порядка слов в предложении [29].

Основой для выполнения операций, которые необходимы для понимания логико – грамматических конструкций выступают мозговые структуры, обеспечивающие пространственный и квазипространственный синтез. К ним в большей относятся области третичных, теменно-височно-затылочных отделов левого полушария [29].

А.Р. Лурия выделил основные модели логико – грамматических конструкций [29]:

- отображающие пространственные отношения (понимание конструкций с использованием предлогов: «под», «над», «перед», «справа» и т.д., например, «Треугольник слева от кружка»);
- сравнительные конструкции (например, «Петя выше Вани»);
- инвертированные структуры, характеризующиеся несовпадением порядка слов с порядком действий, таким образом, необходимо совершить мысленную «перешифровку» фразы, чтобы понять смысл:
 1. такие конструкции, например, как: «Вася ударил Петю, кто драчун?», «Я позавтракал после того, как прочитал газету, что я сделал раньше?»;
 2. конструкции страдательного залога («Солнце освещается землёй или Земля освещается солнцем»);
 3. конструкции с использованием двойного отрицания (например, «не могу не согласиться»);
- выражающие временные отношения, включающие пространственный компонент (например, «Лето после весны»);
- конструкции родительного падежа (например, «мама дочки», «брат отца»);
- отображающие флективные отношения творительного падежа («покажите ключ карандашом»);

- конструкции с глаголами, отображающими действие, которое переходит от одного объекта к другому («Кто-то передал что-то кому-то»),
- сложные дистантные предложения с вводными конструкциями;
- отражающие причинно – следственные отношения.

Данные типы логико-грамматических конструкций имеют в своей основе пространственный компонент, их понимание связано с необходимостью оперировать пространственными представлениями, применять навыки мысленного вращения объектов, способность целостного восприятия структуры конструкции и другие пространственные способности.

Е.Ю. Лапшина в своем исследовании также подтверждает, что одним из важных нейропсихологических факторов, влияющих на понимание логико-грамматических конструкций является стратегия обработки оптико-пространственной информации [26].

В исследованиях было показано, что в различные возрастные периоды детского возраста разные нейропсихологические факторы могут оказывать наибольшее влияние на развитие понимания логико-грамматических конструкций [26,54]. В 5 лет большую роль играет развитие функций программирования, регуляции и контроля, уровнем слухоречевой памяти, а также постепенным формированием целостной стратегии обработки зрительной информации. В 6 лет более значимыми становятся такие факторы, как фонематический слух, серийная организация речи, номинативная функция речи [26,54].

Овладение счетной деятельностью также является сложным психологическим процессом, который тесно связан с развитием различными высших психических функций. Счетные навыки надстраиваются над развитием речи, зрительно – пространственного гнозиса и праксиса, пространственных, временных и количественных представлений, зрительно – моторной координации, слухоречевой и зрительно памяти [10].

Нарушение счетных операций в результате локальных поражений головного мозга называют «акалькулией».

Изучением нарушения счетных операций при локальных поражениях мозга занимались А.Р. Лурия и Л.С. Цветкова. А.Р. Лурия отмечал, что акалькулия сопровождается также нарушением понимания сложных логико-грамматических конструкций, то есть сочетается с семантической афазией. Эти расстройства являются следствием разрушения симультанных, в основном пространственных, синтезов. А. Р. Лурия выделил синдром, называемый «пространственной апрактоагнозией», который характеризуется нарушением восприятия пространственных отношений, синтетических пространственных схем, заложенных в памяти, а также нарушением пространственной организации деятельности. Возникает при поражении теменно – затылочной области полушарий головного мозга. Люди с акалькулией не понимают принципа разрядного строения числа, не имеют возможности оперировать обобщенными количествами, но могут сохранять способность простого порядкового счёта [29].

Л.С. Цветкова выделяет первичные и вторичные акалькулии.

Первичная акалькулия возникает как результат поражения теменно-затылочных областей и проявляется в нарушении пространственно – временного ориентирования. Основными нарушениями при акалькулии являются: распад понятия о числе, нарушения в осознании разрядного строения числа, в осознании значения арифметических знаков, «выпадение» числа из сложной системы десятичного счисления [60].

Вторичные акалькулии связаны с трудностями в оперировании числовыми знаками и символами, однако структура числа и счётных операций остается сохранной. Такие акалькулии делятся на оптическую, связанную с поражением затылочных областей мозга и сопровождается оптико – пространственной агнозией, амнезией на числа, трудностями словесного

обозначения чисел, а также лобную акалькулию, связанную с нарушением целенаправленности действий [60].

Нарушения в овладении счетной деятельности называют «дискалькулией» – специфические нарушения счетных навыков, обнаруживаемые на начальной стадии обучения счету (МКБ - 10).

В работах различных отечественных исследователей, таких как Р. И. Лалаевой, С. Л. Шапиро, Л. С. Цветковой говорится о том, что дискалькулии, чаще всего являются следствием недостаточности созревания нервной системы, сенсорных нарушений, нарушений речи, особенно у детей с микрофункциональными нарушениями работы мозга (ММД), задержкой психического развития (ЗПР) [10,60].

Признаками наличия дискалькулии могут быть такие проявления, как проблемы оперирования математическим словарем (вербальная дискалькулия), несформированность представлений о графической структуре математических символов (графическая дискалькулия), проблемы чтения математических знаков (дислексическая дискалькулия), трудности определения места числа в ряду натуральных чисел, недостаточные представления о составе чисел, проблемы овладения правилами образования числа, несформированность понятия о количественных отношениях (практогностическая дискалькулия), сложности при выполнении математических операций с использованием, преимущественно, наглядного способа выполнения арифметических действий (операциональная дискалькулия) [10].

В большей степени такой фактор, как нарушение зрительно – пространственного восприятия влияет на формирование практогностической дискалькулии (нарушения в системе счисления наглядных предметов и их символов).

Пространственные функции играют большую роль при освоении таблиц сложения, вычитания, сравнительных понятий (больше, меньше, равно).

Формирование математических умений происходит следующим образом: сначала происходит *формирование понятия числа*, далее освоение *счётных операций*, затем уже способность *решения математической задачи* [10].

Для понимания процесса формирования счетной деятельности, необходимо понимать сложную психологическую структуру числа, а также структуру математических действий.

В работах Ж. Пиаже число представляет собой синтез логических операций классификации и сериации, а формирование понятия числа происходит, опираясь на высшие формы анализа и синтеза. Таким образом, пространственные представления и логика непосредственно связаны с становлением понятия числа [43].

Также в понятие числа входит представление о количестве, представление о месте числа в совокупной системе чисел, осознание связи знакового и вербального обозначения числа [28].

При овладении уже арифметическими операциями, действиями необходимо овладение структурой числа, понятием о разрядном строении числа, знание его письменного обозначения, а также умение составлять программы действий со способностью удерживать в памяти конечную цель и промежуточные результаты. Важным также является умение оперировать математическим словарем.

Решение задачи требует помимо этого требует наличие способностей восприятия условий задачи, их анализа, выделения значимого и составления наглядной схемы.

Л.Б. Баряева, С.Ю. Кондратьева в своем исследовании выявляют следующие пространственные аспекты счетных функций:

- сформированность операции зрительно – пространственного анализа и синтеза;
- сформированности понятий пространственных отношений и величины;

- пространственное восприятие числа;
- пространственная ориентация в счетных операциях (операция в пределах одного десятка, с переходом через десяток) [10].

Причиной проблем с овладением счетной деятельностью может служить диспропорциональное развитие высших психических функций, незрелость мозговых структур, микрофункциональные нарушения [6].

В зарубежных исследованиях, которые связаны с изучением вклада пространственных представлений в развитие математических навыков, используется многокомпонентная модель рабочей памяти. Основываясь на данную модель, изучается вклад каждого из компонентов на математические навыки. Исследования показывают значительную связь фонологической петли и управляющих функций с развитием математических способностей [66, 109]. Исполнительные функции важны для выбора необходимой стратегии решения той или иной задачи, а также для выработки новых стратегий решения. Показатели зрительно – пространственной матрицы (Visuospatial sketchpad (VSSP) также в большой степени влияют на успеваемость по математике у детей школьного возраста. Например, Расмуссен и Бизанц в своем исследовании говорят о том, что при выполнении невербальных математических заданий используется определенная когнитивная модель, которая требует участия визуально – пространственной матрицы [97].

Роль визуально-пространственного компонента в математике очень велика за счет использования разнообразных символов, диаграмм, координатных систем. В математических операциях буквенные и числовые знаки составляют комбинации символов, для понимания которых важно ориентироваться в их пространственном расположении [103].

В зарубежных исследованиях говорится о том, что у детей с проблемами в обучении, особенно в математике и рисовании, наблюдается дефицит в развитии зрительно – пространственных навыков [99].

Исследования показывают, что есть возрастные различия в относительном вкладе зрительно – пространственной матрицы в успеваемость детей по математике. Холмс и Адамс, Маккензи, Булл и Грей отмечают значительную связь между успеваемостью по математике и показателями визуально-пространственной матрицы в младшем возрасте, однако в процессе взросления повышается роль вербального компонента рабочей памяти [78, 90].

Холмс и Адамс предположили, что эти различия могут отражать переход от использования ранних визуально-пространственных стратегий решения к более зрелым вербальным стратегиям решения. Тогда как в более старшем возрасте есть возможность использования визуально-пространственных аспектов своей рабочей памяти в качестве резервной стратегии при столкновении с нестандартными задачами [79]. Это может объяснить существенную связь между математическими способностями детей более старшего возраста и их способностями к VSSP [89,99].

ГЛАВА 2. МОЗГОВЫЕ СТРУКТУРЫ, ВОВЛЕЧЕННЫЕ В ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ОРИЕНТИРОВАНИЕ. ИХ СОЗРЕВАНИЕ В ОНТОГЕНЕЗЕ

2.1 Формирование структурно-функциональной организации мозга как базиса развития ВПФ

Одним из основных принципов формирования мозговых структур, а также высших психических функций является принцип гетерохронии, данная концепция была разработана в трудах П. К. Анохина [2]. Таким образом, в процессе онтогенеза различные структурные образования, функциональные системы и, следовательно, различные высшие психические функции имеют свои темпы и сроки роста и развития. Благодаря этому отдельные психические функции на разных возрастных этапах обладают своей качественной специфической мозговой организацией.

Отмечается как внутрисистемная (постепенное усложнение функционирования системы с изменением ее компонентного строения), так и межсистемная гетерохрония (асинхронность становления различных функциональных систем, психических функций) [27].

Помимо генетических факторов, определяющих программу формирования той или иной психической функции, существует также влияние индивидуальных, средовых факторов развития ребенка, таким образом, сочетание данных влияний ведет к неравномерности становления отдельных компонентов высших психических функций [22].

Согласно теории системной, динамической локализации высших психических функций, различные структуры мозга отвечают за отдельные звенья функциональной системы [36].

Формирование мозговых структур происходит по пути от их генерализованного вовлечения, двигаясь к более избирательному взаимодействию структурно-функциональных центров, каждый из которых специализированно принимает участие в осуществлении отдельных

когнитивных процессов [13]. Рядом расположенные области мозга изначально работают по общему принципу, постепенно дифференцируясь. Мозговые структуры, включенные в систему, начинают более избирательно осуществлять свойственные им функции. Так, постепенно происходит формирование механизмов, каждый из которых обеспечивает обработку определенных аспектов среды и действий в этой среде [36].

Изначально наиболее сформированным у ребенка является первый блок мозга, который включает в себя подкорковые образования, отвечающие за регуляцию активности мозга. К первому году жизни постепенно развиваются проекционные поля, создающие условия для сенсомоторного развития. При этом сначала происходит созревание двигательных, затем сенсорных отделов. С возраста 2 лет происходит развитие вторичных ассоциативных полей мозга, которые обеспечивают более сложную обработку информации разной модальности. После 5 лет развиваются третичные ассоциативные поля, что способствует переходу мышления на стадию конкретных операций. Начиная с 12 лет формируется префронтальная область, которая создает условия для перехода интеллектуальной деятельности на стадию формальных операций [36].

Так как функциональная специфичность мозговых структур со временем повышается, активация мозга становится более избирательной, к 7 – 10 годам формируется произвольная регуляция, затем в промежуток с 11 до 14 лет отмечается регрессивная динамика активационной системы, которая в последствии восстанавливается. В целом морфологическое созревание мозга заканчивается в возрасте 18-20 лет [49].

Выделяют несколько этапов онтогенеза, на которых происходит определенное преобразование психической деятельности. Это становится возможным благодаря созреванию мозговых структур и благоприятной ситуации развития. Постепенно происходит развитие мышления, от наглядно – действенного и наглядно – образного к словесно – логическому, вместе с

переходом мышления от одного типа к другому, уже сформированные психические функции претерпевают изменения [49].

Таким образом, каждый этап развития ребенка – это сложный процесс межфункциональных перестроек с периодами убыстрения или замедления формирования функций и взаимосвязей между ними.

- в детском возрасте отмечается неравномерность развития высших психических функций;
- в норме возможна компенсация функциональных недостатков и отставания за счет функций с более высоким уровнем развития [3].

2.2 Мозговые структуры, участвующие в пространственном ориентировании и возрастные закономерности развития пространственных функций

Процесс пространственного ориентирования происходит за счет согласованной работы различных зон мозга, каждая из которых вносит свой вклад в осуществление перцептивной деятельности.

Важную роль в становлении пространственных и квазипространственных представлений играет процесс развития и специализации зон мозга, связанных со зрительным восприятием. Данный процесс отвечает принципу гетерохронии и происходит неравномерно. Следствием чего является наличие специфики функционирования системы восприятия в различные возрастные периоды [36].

Многокомпонентная система зрительного восприятия проходит длительный процесс своего становления [12,18,56].

По данным нейрофизиологических исследований, у новорожденных детей ответ на зрительный стимул (вспышку света) регистрируется точно в зрительной проекционной области. На втором месяце жизни происходит освоение ближайшего пространства за счет поступления зрительных, проприоцептивных и тактильных сигналов. К трем месяцам происходит структурно-функциональное развитие мозга с помощью накопления

зрительного опыта, происходит формирование системы мозговых отделов, связанных со зрительной функцией, с вовлечением непроекционных областей.

Глазодвигательные процессы способствуют подключению также моторных отделов коры. Теменная кора связана с процессами запечатления и анализа объекта. Становление процесса идентификации, способности к запоминанию зрительной информации, выработки эталонов связано с развитием задней ассоциативной области.

Освоение дальнего пространства начинается со второго полугодия благодаря развитию двигательной активности. Ползание, а затем и ходьба, позволяют научиться оценивать расстояние перемещения. В целом, развитию представлений о расстоянии и формированию восприятия трехмерного пространства способствуют изменения тонуса глазодвигательных мышц, а также увеличение размеров проекции объекта на сетчатке.

Так как механизм ориентировки в пространстве является продуктом сложной синтетической деятельности мозга, дальнейшее развитие данной функции тесно связано с познавательной деятельностью ребенка, накоплением сенсомоторного опыта, развитием речи. Различные изменения в окружающей обстановке, воспринимаемые с помощью зрительной системы, служат основой для накопления сенсомоторного опыта [18]. В процессе этого возрастает способность ребенка в различении объектов пространстве, а также увеличивается расстояние их дифференциации. Так, например, движение объекта способствует перестройки сенсорных функций, и уже на первом году жизни ребенок начинает осваивать глубину пространства [32].

В исследованиях Е.Ф. Рыбалко показано, что комплексный механизм пространственного ориентирования, интегрирующий зрительные, кинестетические, статико-динамические ощущения, формируется у ребенка примерно к трем годам [44]. Постепенно временные нейронные связи формируют сложные разветвленные системы, образуя чувственное понимание пространства.

Сенситивным для развития механизмов зрительного восприятия является период в возрасте 5-7 лет, когда происходит интенсивное формирование внутримозговых связей, активная перестройка корковых и регуляторных структур головного мозга [12,14, 56].

В отличие от детей 3-4 лет, в возрасте 6-7 лет вызванные потенциалы проекционной и заднеассоциативной областей начинают в большей степени зависеть от определенных характеристик стимула. За первичный анализ физических характеристик (яркость, цвет, контраст) отвечает преимущественно проекционная кора, в обработку же более сложных признаков включается заднеассоциативная. Также в определенные операции зрительного восприятия, связанные с оценкой значимости стимула, его классификации, у детей с 7-летнего возраста начинают вовлекаться лобные доли [18].

Клинико-психологический анализ показывает, что 9 лет – период, когда происходит активное развитие механизмов произвольной регуляции, адаптационных механизмов психики, обеспечиваемых в первую очередь лобными структурами мозга [49].

Исследование М.М. Безруких, Н.Н. Теребовой показало гетерохронность формирования отдельных компонентов зрительного восприятия в 5—7 лет. При этом отмечаются низкие темпы развития его компонентов со сложной психофизиологической структурой, в том числе зрительно-пространственного восприятия. В процессе возрастного развития изменяется вклад отдельных компонентов зрительного восприятия в общую систему [11].

За счет интенсивного формирования мозолистого тела постепенно происходят изменения в межполушарном взаимодействии. У детей раннего возраста большая роль отводится правому полушарию, в ходе формирования зрительных функций происходит усиление роли левого полушария [18].

На начальных стадиях полового созревания, в 13-14 лет, обнаруживается снижение произвольной регуляции зрительного восприятия.

К возрасту 16-17 лет внутримозговые связи становятся более жесткими, задние отделы мозга постепенно завершают процесс интенсивного развития, таким образом, в конце подросткового периода наблюдается взрослая картина механизмов зрительного восприятия [48].

Отдельно стоит отметить то, что по данным исследований отмечается неравномерность возрастной динамики развития целостного восприятия.

На ранних этапах онтогенеза отмечается направленность на восприятие глобальной формы, которое, в целом еще недостаточно зрелое. Острота зрения новорожденных дает возможность воспринимать лишь низкие пространственные частоты [72]. Затем, в дошкольном возрасте, преимущественной становится ориентированность на восприятие локальных элементов, которые представлены уже более высокими пространственными частотами. Далее, по мере взросления, снова на первый план выходит восприятие целостной конфигурации, которое развивается вплоть до подросткового периода [81,102].

Такое длительное развитие целостного восприятия объясняется особенностями развития задней ассоциативной коры (вплоть до 10 лет), а также межполушарных связей (до 12-14 лет) [95]. Гетерохронность формирования целостного восприятия может быть связана с неравным вкладом полушарий мозга в процесс обработки глобальных и локальных элементов объекта [112].

Критический период развития процессов зрительного восприятия для правого полушария наступает раньше, чем для левого полушария, за счет того, что в начале онтогенеза развитие правого полушария происходит несколько раньше, чем левого [72,76]. Таким образом, на начальных этапах онтогенеза более зрелое правое полушарие получает информацию низких частот за счет недостаточного развития сенсорных возможностей младенцев. Так

происходит формирование функциональной специализации правого полушария по обработке глобальных форм объектов [72], что сохраняется и во взрослом возрасте [94]. Левое же полушарие более чувствительно к восприятию локальных деталей [95].

Далее усовершенствование целостного восприятия связывают с развитием межполушарного взаимодействия, которое формируется к 10-12 годам [81].

Согласно результатам различных исследований в актуализации пространственных представлений в большей степени принимает участие правое полушарие головного мозга (соматогнозис, метрические и структурно-топологические параметры). Некоторые аспекты (координатные, проекционные представления, стратегия) осуществляются за счет парного взаимодействия полушарий. Нарушения данных аспектов могут быть связаны с поражением, дисфункцией или недоразвитием зоны ТРО, т.е. височно-теменно-затылочной зоны [48,72].

За функции квазипространственного анализа и синтеза отвечают в большей мере теменно-височно-затылочная зона, преимущественно левого полушария [101,114]. Данные исследований с использованием нейровизуализации также отмечают роль таких зон, как нижняя треть премоторной области (зона Брока), нижняя лобная извилина левого полушария, задняя часть верхней височной извилины с обеих сторон, а также угловая и надкраевая извилины в процессе понимания логико-грамматических конструкций [101,96].

Таким образом, в большей степени за пространственные представления отвечает зона ТРО (височно – теменном – затылочная область коры головного мозга), которая является зоной перекрытия отделов мозга, связанных с переработкой информации разной модальности, зрительной, слуховой и тактильной. Данная зона является ключевой в обеспечении сложных симультанных синтезов. Ориентировка в пространстве является результатом

межполушарного взаимодействия. От работы правого полушария зависят процессы пространственного гнозиса и праксиса, которые не связаны с системой речи. Левое полушарие отвечает за опосредованные речью процессы. Таким образом, ориентировка в пространстве является результатом сложного взаимодействия между полушариями головного мозга.

ГЛАВА 3. НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ

Существует множество методов для нейропсихологической диагностики сформированности пространственных функций. Существуют методики, направленные на изучение различных аспектов пространственных представлений (метрических, координатных, проекционных), либо на изучение пространственных операций (мысленного вращения двухмерных и трехмерных объектов, пространственную перешифровку и др.), при этом многие из них способны проверять сразу несколько аспектов оптико – пространственного восприятия и могут быть взаимозаменяемы [9].

В развитии нейропсихологии можно выделить два направления. Первое — это отечественная нейропсихология, которая основывается на работах Л. С. Выготского, А. Р. Лурии. Ко второму относится традиционная западная нейропсихология, наиболее яркими представителями которой являются такие нейропсихологи, как Р. Рейтан, Д. Бенсон, Х. Экаэн, О. Зангвилл и др.

В настоящее время ведется работа по выявлению более эффективных, удобных в применении, теоретически обоснованных методик, их модификации и дополнению.

3.1 Отечественные методы диагностики пространственных функций

Классическая Луриевская батарея включает:

- ориентировку в схеме географической карты;
- определение времени на часах;
- рисунок;
- копирование и др.

Помимо приведенных выше в классической нейропсихологической литературе можно встретить такие методики, как пересчет точек, деление линии, рассматривание группы фигур и сложных изображений [15].

На основе анализа литературы были выделены следующие методики, применяемые в отечественной нейропсихологии:

1. Пробы на ориентировку в реальном или схематичном пространстве. Испытуемому может быть предложено нарисовать план помещения, в котором он находится, может быть использована ориентировка в схеме, географической карте (обозначение частей света, хорошо знакомых городов, рек и т.д.). Еще одной пробой является проверка способности определять локализацию объектов в пространстве, для этого необходимо спросить, где по отношению к человеку (слева, справа, сзади, сверху и т.д.) находятся различные предметы (дверь, люстра, стул и т.д.), могут также предъявляться фигуры, расположении которых, будет оценивать испытуемый [15].

2. Пробы на пространственный анализ элементов букв и цифр. Примером является методика «Зеркальные буквы», где испытуемому необходимо указать, какая из букв написана верно, либо найти неправильно написанные буквы в словах и слогах [22].

3. Методика «Слепые часы», подразумевающая определение времени по схематически нарисованным часам без циферблата. Может выявлять метрические и координатные нарушения. Проблемы в понимании пространственного расположения стрелок и связи их положения со значением могут свидетельствовать о нарушении ориентировки в «квазипространстве». Этот дефект указывает на дисфункцию теменно-затылочных отделов мозга (не только левого, но и правого полушария) [49].

Проба «Слепые часы» имеет большую диагностическую ценность, однако она становится все менее адекватна, вследствие замены в быту механических часов цифровыми.

4. Самостоятельный рисунок. Для определения способности человека фиксировать пространственную структуру предмета испытуемому предлагается изображение плоскостных предметов со сложной структурой, а также изображение трехмерных объектов (стол, куб, дом). По рисункам

анализируются структурно-топологические, конструктивные, метрические и проекционные представления. Рисунок выполняется последовательно каждой рукой [48].

5. Копирование фигур.

А.В. Семенович выделяет такие методики копирования как:

- копирование трехмерных изображений («куб» или «дом») - исследование проекционных представлений;
- копирование изображений с поворотом на 180 градусов (перешифровка) - исследование координатных представлений, а также способности к мысленному вращению [48].
- копирование сложных фигур, заимствованных, в основном, из зарубежной практики (фигура Тейлора, Рея-Остеррица).

Важным фактом при проведении исследования является выполнение копирования как правой, так и левой рукой, что позволит получить более информативные результаты. Это объясняется пластичностью и относительной автономностью систем межполушарного взаимодействия [48, 51, 74].

При анализе зрительно - пространственного восприятия необходимо оценивать определенные аспекты оптико- пространственной деятельности.

1) Стратегия оптико - пространственной деятельности и ее направление. Выделяют: дедуктивную (поэтапный переход от целого к частному), пофрагментарную (поочередный анализ и воспроизведение каждого фрагмента) и хаотичную стратегии (без определенной последовательности действий) [48].

В западной культуре наиболее адаптивным направлением оптико-пространственной деятельности в норме у праворуких является ориентация слева направо, она может измениться при нарушении межполушарного взаимодействия или его несформированности в онтогенезе. Изменение вектора восприятия и копирования с горизонтальной оси на вертикальную может наблюдаться при нарушении работы срединных отделов. Смена

нормативной стратегии на менее продуктивные отмечается при дисфункции правого полушария у взрослых. При диагностики следует учитывать, что формирование стратегии происходит до 10 – 12 лет.

2) Осознанное восприятие целостного перцептивного поля. Нарушения данного аспекта чаще всего проявляются в появлении одностороннего игнорирования на фоне изменения межгемисферных взаимодействий, нарушения связей между полушариями мозга. Левостороннее игнорирование может быть результатом поражения правого полушария. У детей истинный синдром игнорирования формируется только после 10 лет с окончанием созревания комиссур мозга.

3) Координатные представления. Нарушения проявляются в неправильном верхне-нижнем и право-левом расположении объекта и его частей в пространстве. Чаще проявляются в виде зеркальных ошибок (переворачивание деталей). Координатные представления нарушаются у взрослых при поражении и правого, и левого полушарий, так как развитие координатных представлений происходит за счет межполушарного взаимодействия. Наличие дефицита координатных представлений в детском возрасте является нормативным этапом онтогенеза, который связан с продолжительным сосуществованием в мозге ребенка двойных сенсорных, мнестических, двигательных следов (энграмм). Поэтому наличие реверсий характерно для детей в норме до 6 —7 лет. Дефекты можно обнаружить при рисовании, копировании, письме, в пробах, где необходимо обращение к образам памяти: «слепых» часах, пробе Бентона, обращении с географической картой и т.п., при мысленном вращении, в пробах Хэда.

4) Метрические представления связаны с оценкой расстояний, углов и пропорций. Несоблюдение данных параметров при сохранении общей структуры объекта могут говорить о нарушениях метрических представлений, что будет проявляться в ошибках на 5 —10 минут при расстановке времени на «слепых» часах, при выполнении теста Бентона, а также в несоответствии

величин элементов рисунка, например при копировании сложных фигур. Во взрослом возрасте метрические ошибки связаны с нарушениями в работе правого полушария. У детей до 8 — 9 лет метрические ошибки являются нормативными.

5) Структурно-топологические представления. Дефекты проявляются в изменении общей пространственной схемы объекта, его целостного строения, смещении его частей по отношению друг к другу в пробах на изображение и копирование объектов. Структурно-топологические ошибки возникают при поражении, либо недоразвитии правого полушария. У детей после 6 лет наличие структурно-топологических ошибок может быть признаком недостаточного вклада правого полушария в оптико-пространственную деятельность, а также в психическое развитие в целом.

6) Проекционные представления. Нарушения проявляется трудностями передачи трехмерности объектов и перспективы на плоскости при копировании или самостоятельном изображении предметов. Устойчивые проекционные представления появляются только к 10 - 12 лет, ошибки до этого возраста считаются нормативными. Формирование проекционных представлений базируется на развитии связей между гемисферами мозга [48].

3.2 Зарубежные методы диагностики пространственных функций

В зарубежной нейропсихологии существуют разные подходы к оценке пространственных функций, что объясняется многокомпонентной структурой пространственного ориентирования.

В клинической практике возможности оптико-пространственных функций часто оцениваются с помощью единичных тестов. Наиболее используемым из таких тестов является тест Бентона на ориентацию линий (JLOT), которое считается относительно «чистой» визуально-пространственной задачей, не связанной с определением формы, размера или цвета [64,71,84].

Некоторые авторы оценивают визуально-пространственную обработку с помощью прогрессивных матриц Равена, которые основаны на пространственных способностях, но являются также инструментом оценки общих интеллектуальных способностей и управляющих функций [69]. Аналогичные соображения применимы к подтесту «Рисование куба» в шкале Векслера для взрослых.

В зарубежном подходе наиболее распространенными методиками являются:

1. Тест рисования часов (Clock Drawing Test (CDT)), по своей сути схожий с методикой «Слепые часы». Был разработан Г. Хэдом с целью выявления слабоумия у пациентов [35]. Инструкция к тесту может варьироваться. При постановке стрелок по образцу исследуется зрительно - пространственное восприятие, а при постановке стрелок так, чтобы они показывали определенное время, сообщаемое в инструкции («без 15 три», «25 седьмого») исследуется регуляция пространственного восприятия речью, связь речи с пространственным восприятием.

2. Тест ориентации линий А. Бентона (Benton's Judgment of Line Orientation Test). Данный тест помогает оценить один из аспектов пространственного мышления. Тестовый материал содержит 35 стимулов, из которых первые пять являются тренировочными, а следующие 30 – тестовыми. К каждому стимулу предлагается образец с возможностью выбора из вариантов, который состоит из организованных определенным образом линий длиной 3, 8 см, пронумерованных от 1 до 11, расположенных с интервалом в 18 градусов от начала координат. Тренировочные задания состоят из пары полноразмерных линий, последующие 30 представляют собой пару укороченных линий. Каждая укороченная линия может быть дистальным, средним или проксимальным сегментом линии длиной 1,9 см. Буклет с тестом кладут перед испытуемым таким образом, чтобы стимулы в верхней части буклета располагались под углом 45 градусов по отношению к

поверхности стола. Испытуемый должен выбрать из образцовых линий, расположенных ниже, две, которые расположены точно также и указывают в том же направлении, что и верхние стимульные линии и назвать номера этих линий. Правильный ответ означает правильную идентификацию двух линий. Во взрослой популяции 17- 18 баллов считается умеренными нарушениями, ниже 17 баллов – грубыми нарушениями. Среднее нормативное значение для мужчин – 26,2, для женщин – 24, 2. Средние результаты, характерные для взрослых испытуемых, достигаются примерно к 13 годам [64, 85].

3. Копирование рисунка

Основные методы копирования рисунка были разработаны в зарубежной нейропсихологии, а затем адаптированы для русской популяции.

1) "Тест Денманна". Используется при обследовании детей дошкольного возраста. Заключается в копировании фигур с образца в произвольном порядке, поочередно обеими руками. При анализе результатов оценивается стратегия оптико-пространственной деятельности. Полноценное выполнение наблюдается уже к 4- 5 годам [48].

2) Методика копирования сложных фигур Рея-Остеррица и Тейлора. Тест «Комплексная фигура» Рея – Остеррица предназначен для взрослых и для детей в возрасте от 4 лет. Тест направлен на оценку зрительно-пространственных, зрительно- конструктивных, управляющих функций, стратегий решения и планирования, зрительной памяти и некоторых сторон невербального интеллекта [16]. Методика заключается в копировании сложной фигуры с образца и последующем ее воспроизведении по памяти, непосредственно сразу после копирования (от 0 до 3 минут), отсрочено (от 15- 60 минут) [16,17]. Существует множество версий данного теста, которые отличаются процедурами проведения, тестовыми фигурами, системами оценивания. В некоторых версиях используется три этапа: копирование, немедленное воспроизведение и отсроченное воспроизведение [82], иногда применяют только два условия: копирование и отсроченное воспроизведение

[65], некоторые психологи вводят также задание на узнавание [91]. Также необходимо отметить, что данная методика дает возможность проведения обучающего эксперимента, с несколькими попытками копирования фигуры, ограниченными по времени [108]. Также авторы используют различные системы оценивания [65, 91, 105]. Для количественной оценки фигура разбивается на составные элементы, каждый из которых может быть оценен определенным баллом, в зависимости от точности воспроизведения. Некоторые системы, например, Бостонская Система Качественной Оценки для «Фигуры Рея» - БСКО (Boston Qualitative Scoring System – BQSS), позволяют оценить также качественные параметры фигуры (размер, асимметрия, конфабуляции, персеверации) [16,17]. Для фиксации стратегии, например при проведении с детьми, можно использовать поочередную смену цветных карандашей в процессе копирования [49].

Во взрослой выборке грубые нарушения общей структуры фигуры характерны для правополушарных расстройств. Для левополушарных нарушений типичными являются ошибки воспроизведения частей фигуры, отсутствие мелких деталей, при сохранении общей конфигурации. Интерпретация различных качественных характеристик фигуры может быть также очень информативна. Так, например, изменение наклона или поворота фигуры, асимметрии могут быть признаком наличия органических поражений мозга [16].

Неточности при выполнении данной методики детьми связаны, в первую очередь, с недостаточной сформированностью стратегии копирования, метрических представлений и произвольного внимания. По мере взросления и становления этих параметров психической деятельности количество недостатков уменьшается, и к 9-10 годам наблюдается полноценное выполнение теста. Некоторые авторы отмечают особенности выполнения данной методики детьми с левшеством. Часто встречаются

феномены зеркальности, дизметрии, различные варианты структурно-топологических ошибок [48].

Другой подход к оценке визуально-пространственных способностей основан на использовании комплексных тестов. Батарея оценки восприятия пространства (VOSP) включает в себя несколько задач для оценки восприятия объекта и визуально-пространственных способностей. Визуально-пространственные задачи VOSP включают подсчет точек, распознавание положения точек, определение местоположения чисел в геометрических формах и мысленный анализ сложных фигур [113]. Другая батарея - распознавания объектов Бирмингема (BORB) состоит из 14 задач, включая в себя визуально-пространственные тесты, требующие оценки ориентации и длины линии, оценки размера и положения геометрических форм [100]. Батарея, специально разработанная для оценки зрительно-пространственных способностей (BVA), состоит из восьми подтестов с минимальными требованиями к речевым факторам, или без таковых, включая лишь проверку базовых оптико-пространственных способностей (например, оценка ориентации и длины линии, оценка размера и положения геометрических форм, умственное вращение, умственная сборка сложных абстрактных стимулов) [61, 111].

Батарея BVA была разработана для оценки зрительно-пространственных функций с помощью традиционных методов - «бумага и карандаш», что позволяет учитывать только точность ответа, тогда как компьютеризированные процедуры позволяют записывать время отклика на стимул, что тоже может быть использовано при оценке результатов [92].

Примеры компьютеризированных заданий:

1. Оценка длины линии (LLJ): участники должны указывать на линию с длиной, равной стимулу, на дисплее с четырьмя вариантами выбора (диапазон баллов: 0–20).

2. Оценка ширины угла (AWJ): участники должны определить угол с той же шириной, что и стимул, на дисплее с четырьмя вариантами выбора; разница в ширине между стимулом и дистракторами варьируется от 15° до 90° (диапазон баллов: 0–10).
3. Определение положения точки (PPI): предоставляются квадраты с одной-тремя точками, внутри фигуры, и участники должны идентифицировать квадрат с той же пространственной конфигурацией точек, что и стимул (диапазон баллов: 0–12).
4. Психическая ротация (MPT): участникам предъявляются двумерные стимулы (курсивная заглавная буква L или S, с маленькими белыми или черными кружками на конце) и участники должны идентифицировать единственный элемент на дисплее, соответствующий стимулу после поворота в горизонтальной плоскости (на 45° , 90° , 135° или 180° ; диапазон баллов: 0–10).

В адаптированном отечественном варианте тестов встречаются такие тесты как тест «Ориентации линий» (JLO), тест «Стрелы» (ATT), тест «Глазомер» (VST), тест «Кубики Корси» (CBT) [4].

Исследования подтверждают тот факт, что в пространственном ориентировании участвуют множественные процессы, что говорит о необходимости комплексной оценки данных функций, с использованием нескольких тестов, ориентированных на различные аспекты пространственного ориентирования [110].

3.3 Диагностика квазипространственных представлений

3.3.1 Оценка понимания логико-грамматических конструкций

В первую очередь недостаточная сформированность квазипространственных представлений может проявляться в трудностях понимания логико-грамматических оборотов, смысла художественных текстов, непонимании разрядного строения числа, трудностях счета с

переходом через десяток, непонимании действий с отрицательными числами [55].

А.Р. Лурией была разработана методика диагностики понимания логико – грамматических конструкций у больных с афазией [31]. В свою очередь Л.С. Цветкова создала адаптированный вариант данной методики для обследования речевого развития [59]. Данным вопросом также занимались М.М. Семаго, Н.Я. Семаго, Ахутина Т.В [46, 58].

Лурия выделяет следующие пробы для диагностики понимания логико-грамматических конструкций.

1) Понимание простых флективных конструкций:

- последовательно показать два предмета (например, «карандаш-ключ», «расческа-карандаш»);
- использование конструкций творительного падежа (например, показать «ключом карандаш»);
- использование конструкций, требующие мысленной инверсии (например, показать «ключ карандашом»).

2) Понимание конструкций атрибутивного родительного падежа.

Например, дается рисунок, изображающий женщину и девочку, и инструкция «где мамина дочка?», «где дочкина мама?». Еще один вариант пробы заключается в том, что человека просят сказать, что означают конструкции: «брат отца» и «отец брата», имеют ли они одинаковое или различное значение.

3) Пробы на понимание предложных конструкций

Например, задания нарисовать «крест под кругом», «круг справа от треугольника» и т.д. В другом варианте предлагают сказать, какая из двух фраз является верной (например, «весна бывает перед летом» или «лето бывает перед весной»).

4) Пробы на понимание сравнительных конструкций.

Задания по типу: «Петя выше Вани, кто из мальчиков ниже?». В пробе Берта испытуемому предлагают следующую конструкцию: «Оля светлее Кати, но темнее Сони, какая из девушек самая светлая?».

Применение данных проб способно выявить нарушения работы левой нижне-теменной и теменно-затылочной областей [29].

В методике для диагностики речевых функций у школьников, разработанной Т. А. Фотековой, Т. В Ахутиной, описаны следующие задания:

- 1) Понимание обратных конструкций (например, «Трактором перевозится машина», «Девочкой спасен мальчик»).
- 2) Понимание предложных конструкций с обозначением места (например, «В ящике бочонок», «Бочонок перед ящиком»).

Ребёнку необходимо выбрать из предложенных картинок верную и указать на нее [58].

3.3.2 Диагностика сформированности счёта

Диагностика сформированности счётных функций включает в себя:

- анализ представлений о разрядном строении числа;
- исследование счетных операций;
- анализ умения решать арифметические задачи.

По данным исследований Е. А. Афанасьевой, Л. Б. Баряевой, С. Ю. Кондратьевой, Р. И. Лалаевой для выявления предрасположенности к дискалькулиям необходимо исследовать как невербальные, так и вербальные функции, которые лежат в основе формирования счёта [10].

На первом этапе исследования навыков счёта необходимо проверить идентификацию простых чисел, выявить трудности в понимании вербального обозначения чисел, их написания или зрительного узнавания. У детей на начальном этапе оценки счетных навыков проверяется знание числового ряда.

Следующий этап проверки счётных навыков заключается в исследовании знания структуры числа, состава чисел, разрядного строения числа, которое опирается на систему пространственных координат

(идентификация разрядных чисел, идентификация симметричных чисел, чтение чисел с нулями, сравнение чисел). Также проверяется количественные отношения чисел, установление отношения числа к его соседям, владение математическим словарем.

Далее необходимым является проверка сохранности или сформированности арифметических действий (проверка элементарного, автоматизированного счёта, метод серийного счёта, сложный счёт в уме, письменный счёт). Для исследования также осознанности счётных операций используется методика «Простановка знака и числа в примере», «Счёт с учётом приоритета операций».

Последним этапом является исследование решения арифметической задачи. Обращается внимание на ориентировку в условии задачи, умение составить программу решения, произвести счетные операции [10, 15].

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ И КВАЗИПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ У ДЕТЕЙ В РАЗНЫЕ ВОЗРАСТНЫЕ ПЕРИОДЫ

4.1 Цель и задачи исследования

В ходе исследования оценивался уровень развития зрительно – пространственного восприятия, а также сформированность квазипространственных представлений в разные возрастные периоды для дальнейшего выявления особенностей становления данных функций.

Объект: когнитивная сфера детей различных возрастных групп.

Предмет: особенности пространственных и квазипространственных представлений в младшем и среднем школьном возрасте.

Целью данного исследования является изучение особенностей состояния зрительно-пространственного восприятия и квазипространственных представлений у детей младшего и среднего школьного возраста, выявление закономерностей развития оптико – пространственного восприятия и квазипространственных представлений.

Гипотезы:

- 1) Состояние зрительно – пространственного восприятия неодинаково в разные возрастные периоды:
 - Структурно-топологические, координатные, метрические и проекционные представления формируются в различные периоды детского возраста.
 - Стратегия оптико-пространственной деятельности неодинакова в различные возрастные периоды.
- 2) В подростковом периоде происходит ухудшение состояния пространственных представлений за счет процессов, связанных с структурно-функциональной перестройкой мозговых структур.
- 3) Существует связь между развитием зрительно – пространственного восприятия и формированием квазипространственных представлений.

На основе цели и гипотез исследования были выделены следующие **задачи:**

- 1) Подбор методик исследования оптико-пространственного восприятия и квазипространственных представлений.
- 2) Формирование выборки для проведения эмпирического исследования.
- 3) Проведение нейропсихологической диагностики с помощью составленной батареи методик.
- 4) Проведение качественного и количественного анализа полученных результатов.
- 5) Обработка результатов при помощи статистических методов и их интерпретация:
 - выявление возрастных различий в количественных показателях пространственных и квазипространственных представлений;
 - выявление взаимосвязи между показателями пространственных и квазипространственных представлений;
 - анализ взаимосвязи между стратегией оптико-пространственной деятельности и другими показателями пространственных и квазипространственных представлений;
 - выявление различий между показателями пространственных и квазипространственных представлений по полу.

Теоретической основой данной работы являются теория системной динамической локализации высших психических функций [30]; онтогенетическое направление, связанное с изучением стадильности развития пространственного ориентирования с первых дней жизни ребенка и в течение его взросления. Данное направление отражается в работах Б.Г. Ананьева, Е.Ф. Рыбалко [1]. А также нейропсихологический подход к изучению закономерностей развития структурно-функциональной основы высших психических функций в онтогенезе [8, 36, 52].

4.2 Участники исследования

Исследование проводилось на базе школы №1238 г. Москвы. Всего в исследовании приняли участие 51 человек младшего и среднего школьного возраста, учащиеся с 1 по 8 класс, из них 29 мальчиков и 22 девочки.

В основном исследовании были задействованы 31 человек младшего и среднего школьного возраста, из них 20 мальчиков и 11 девочек.

Остальные 20 человек являются участниками нашего предыдущего исследования особенностей оптико-пространственных функций, результаты которого удалось также расширить в данной работе.

Выделение возрастных групп проводилось на основе периодизации психического развития Д.Б. Эльконина.

Таким образом, при разделении выборки на две группы выделялись: младшая группа, соответствующая младшему школьному возрасту (6-7 – 10-11 лет), и старшая группа, соответствующая среднему школьному возрасту (11-15 лет).

При разделении на три группы выделялись: группа детей 7 лет, так как предполагается, что в данном возрасте происходят переломные процессы в становлении пространственных функций, группа 8-10 лет (младший школьный возраст), группа 11-14 лет (подростковый период).

Выделение 4 возрастных групп происходило с опорой на идею последовательного изучения особенностей пространственных представлений детей каждого возраста: в первую группу вошли учащиеся первого класса (7 лет – переходный этап между дошкольным и младшим школьным возрастом), во вторую группу вошли дети 8-9 лет (младший школьный возраст), в третью: 10-11 лет (предподростковый кризис по Эльконину), в четвертую: 12-14 лет (младший подростковый возраст).

4.3 Методы и процедура исследования

Испытуемым предлагалось выполнить предварительно составленную батарею нейропсихологических методик:

Блок 1. Оценка зрительно – пространственного восприятия.

1. Копирование фигуры Рея – Остеррица ведущей рукой (ведущей считалась та рука, которую ребёнок использует для письма) с последующим отсроченным воспроизведением (Rey-Osterrieth Complex Figure Test (ROCF)). Методика направлена на оценку стратегии оптико-пространственной деятельности, способности восприятия целостного перцептивного поля, сформированность метрических, структурно-топологических и координатных представлений (Приложение 3, А).

2. Методика ориентаций линий Бентона (The Judgment of Line Orientation Test of Benton, JLO). Исследование метрических, координатных представлений.

3. Копирование фигуры Тейлора другой рукой (Rey-Osterrieth Complex Figure Test: Form B (Taylor alternate version)) (Приложение 3, Б).

4. Копирование с перешифровкой (переворотом на 180 градусов). Оценка координатных представлений, способности к мысленному вращению фигур в пространстве (Приложение 3, В).

5. Самостоятельный рисунок стола:

По инструкции – от 8 лет.

После показа образца – 7 лет (Приложение 3, Г).

Исследование проекционных представлений.

Блок 2. Вербализация пространственных отношений, понимание логико-грамматических и предложных конструкций.

Были взяты субтесты из методики оценки речи детей Т.А. Фотековой и Т.В. Ахутиной [58] (Приложение 3, Д). Включались задания на:

А) Понимание обратных конструкций (активных с обратным порядком слов и пассивных с прямым и обратным порядком, всего 6 проб).

Б) Понимание предложных конструкций с обозначением места (всего 4 пробы).

Система подсчета баллов:

3 балла — точное понимание;

2 балла — переспрос, самокоррекция;

1 балл — длительный поиск с нахождением правильной картинки;

0 баллов — неправильный выбор картинки [58].

Блок 3. Счетные операции и математическое мышление.

1. Отсчитывание (серийный счёт).

Для 1 – 3 класса 3 от 30.

Для 5 – 7 класса 7 от 100.

2. Решение математической задачи (Приложение 3, Е).

Таким образом, с помощью методик оценивались:

- 1) состояние метрических, структурно- топологических, координатных представлений и проекционных представлений;
- 2) восприятие целостного перцептивного поля и стратегия оптико-пространственной деятельности;
- 3) понимание логико-грамматических конструкций;
- 4) сформированность счетных операций;
- 5) умение анализировать и решать арифметическую задачу.

Для оценки стратегии копирования и планирования действий использовались цветные карандаши, которые сменялись по порядку в процессе копирования фигур Рея – Остеррица и Тейлора.

Этапы исследования:

На первом этапе испытуемым предлагалось выполнить копирование сложной фигуры Рея-Остеррица с образца ведущей рукой. Далее необходимо было предлагать испытуемому пробы, не связанные с рисованием, копированием и графической деятельностью для того, чтобы не создавать гомогенного интерферирующего воздействия, которое способно повлиять на результаты воспроизведения фигуры Рея-Остеррица по памяти.

Следовательно, на втором этапе испытуемым необходимо было выполнить методику ориентации линий Бентона, состоящую из 5 тренировочных и 30 тестовых заданий.

Далее, на третьем этапе исследования, участникам предлагались задания второго и третьего блоков, а именно: задание на понимание логико-грамматических и предложных конструкций, методика «Серийный счет» и решение математической задачи.

На пятом этапе испытуемые воспроизводили фигуру Рея-Остеррица по памяти.

На следующих этапах участникам исследования предлагалось выполнить оставшиеся методики по оценке зрительно-пространственного восприятия (Блок 1): копирование фигуры Тейлора не ведущей рукой; копирование с перешифровкой, а также самостоятельный рисунок стола.

4.4 Процедура описания и оценки экспериментальных данных

Данные экспериментальных методик были интерпретированы с помощью количественных и качественных методов. Была составлена сводная таблица количественных данных с выделением следующих показателей.

Исследование зрительно-пространственного восприятия: количество верно выполненных заданий методики ориентации линий Бентона; количество баллов за выполнение копирования фигур Рея-Остеррица и Тейлора (классическая система оценки, разработанная Остеррицем) [91], а также за отсроченное воспроизведение сложной фигуры. Наличие или отсутствие ошибок при копировании и воспроизведении (метрических, координатных, структурно-топологических) тоже было закодировано с помощью числовых показателей. Результаты копирования были проанализированы с точки зрения стратегии копирования: дедуктивная (целостная), пофрагментарная, хаотичная [49]. Результаты методик: «Копирование с перешифровкой», «Рисунок стола» были переведены в количественные показатели с помощью шкалы Ж.М.Глоzman [22].

Исследование квазипространственных представлений: количественная оценка пробы на понимание логико-грамматических конструкций производилась с помощью критериев разработанных Фотековой Т.А., Ахутиной Т.В [58]. Результаты методик: «Серийный счет», «Решение математической задачи» были переведены в количественные показатели с помощью шкалы Ж.М.Глоzman [22].

Анализ полученных результатов с использованием методов математической статистики включил в себя:

- анализ описательных статистик – средних количественных показателей по возрастным группам;
- сравнение распределения признаков (показателей пространственных и квазипространственных представлений) по разным возрастным группам с использованием параметрического t - критерия Стьюдента, непараметрического U – критерия Манна – Уитни, критерия Краскала-Уоллиса (в зависимости от разделения на возрастные группы);
- сравнение распределения признаков по группам испытуемых, использующих разные стратегии копирования сложных фигур (с помощью критерия Краскала-Уоллиса);
- сравнение распределения признаков по группам испытуемых, допускающих разные типы ошибок при копировании (с использованием параметрического t - критерия Стьюдента, непараметрического U – критерия Манна – Уитни);
- сравнение распределения признаков по группам испытуемых, относящихся к разному полу (с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни для независимых выборок);
- анализ корреляции показателей развития пространственных и квазипространственных представлений (корреляция Пирсона) [40].

Статистическая обработка данных была произведена с использованием программы SPSS Statistics 20.0.0.1.

ГЛАВА 5. ОПИСАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследования были получены следующие результаты.

5.1 Межгрупповые сравнения

5.1.1 Сравнение распределения признаков по возрастным группам

С помощью параметрического критерия Т-Стьюдента были выявлены значимые различия между двумя возрастными группами (1 группа: 7-10 лет, 2 группа: 11-15 лет) по результатам методик: копирование сложных фигур Рея-Остеррица ($p = 0,020$) и Тейлора ($p = 0,018$), изображение объёмного предмета ($p = 0,019$), а также серийный счет ($p = 0,031$). По методикам: отсроченное воспроизведение фигуры ($p = 0,052$), а также понимание логико-грамматических конструкций ($p = 0,065$), различия между двумя группами значимы на уровне тенденции (Приложение 2, Таблица 1).

Следовательно, результаты показывают, что в старшей возрастной группе (средний школьный возраст - младший подростковый) в большей степени развивается способность к передаче пространственных характеристик объектов на плоскости (координатных, структурно-топологических, метрических, проекционных), а также улучшаются показатели, связанные со счетными функциями, относящимися к квазипространственным представлениям.

С помощью непараметрического критерия Краскала-Уоллиса для независимых выборок среди трех возрастных групп были обнаружены значимые различия по методикам: методика ориентаций линий Бентона ($p = 0,022$) (между младшей и старшей группой), копирование сложных фигур Рея-Остеррица ($p = 0,031$), и Тейлора ($p = 0,007$) (между младшей и старшей группой), изображение объёмных предметов (рисование стола) ($p = 0,04$), понимание логико-грамматических конструкций ($p = 0,002$) (между младшей и старшей группой), серийный счет ($p = 0,001$) (между младшей и средней группами, а также между младшей и старшей группами) (Приложение 2, Таблица 2).

Примерно те же результаты получены среди четырех возрастных групп. Были обнаружены значимые различия по методикам: копирование сложных фигур Рея-Остеррица ($p = 0,024$), и Тейлора ($p = 0,005$) (между 1 и 4 группами), изображение объёмных предметов (рисование стола) ($p = 0,031$), понимание логико-грамматических конструкций (между 1 и 2 группами, между 1 и 4 группами) ($p = 0,006$), серийный счет (между 1 и 2; 1 и 3; 1 и 4 группами) ($p = 0,003$) (Приложение 2, Таблица 3).

Далее, расширяя результаты предыдущего исследования, мы также обнаружили значимые различия (критерий Т-Стьюдента) между двумя возрастными группами (младший и средний школьный возраст) по результатам выполнения методик: тест Бентона ($p = 0,05$), копирование фигуры Рея-Остеррица ($p = 0,003$), Тейлора ($p = 0$), а также отсроченное воспроизведение сложной фигуры ($p = 0,012$) (Приложение 2, Таблица 4).

Между тремя возрастными группами с помощью непараметрического критерия Краскала-Уоллиса для независимых выборок были получены значимые различия по результатам методик: тест Бентона ($p = 0,006$), копирование сложных фигур Рея-Остеррица ($p = 0,028$) и Тейлора ($p = 0$), а также отсроченное воспроизведение фигуры Рея-Остеррица ($p = 0,035$) между младшей и старшей группами (Приложение 2, Таблица 5).

Следовательно, результаты показывают, что становление пространственных и квазипространственных представлений происходит вплоть до младшего подросткового периода. В этом возрасте значительно улучшаются показатели способности передачи пространственных характеристик, а также таких квазипространственных операций, как понимание логико-грамматических конструкций и счетные функции.

Однако в становлении квазипространственных представлений наблюдается еще один значимый подъем показателей – в 8-9 лет, (по сравнению с 7-летним возрастом). Следовательно, к этому периоду также происходит активное развитие квазипространственных представлений.

5.1.2 Сравнение распределения признаков по группам детей, использующих разные стратегии копирования сложных фигур

Результаты учащихся по методикам, направленным на изучение пространственных и квазипространственных функций, значительно различаются (критерия Краскала-Уоллиса) среди групп детей, использующих различные стратегии копирования сложных фигур: по методике ориентаций линий Бентона (между хаотичной-пофрагментарной, хаотичной-целостной) ($p = 0,024$), копирование сложных фигур Рея-Остеррица (между хаотичной-целостной) ($p = 0,003$) и Тейлора (между хаотичной-целостной, хаотичной-пофрагментарной) ($p = 0,001$), методике «Копирование с перешифровкой» (между хаотичной-целостной, хаотичной-пофрагментарной) ($p = 0,014$), методике «Рисунок стола» (между хаотичной-целостной, хаотичной-пофрагментарной, пофрагментарной-целостной) ($p = 0,001$), а также понимание логико-грамматических конструкций (между хаотичной-целостной) ($p = 0,042$)(Приложение 2, Таблица 6).

Следовательно, целостная и пофрагментарная стратегии соответствует более высоким баллам по методике копирования сложных фигур, методике Бентона, методике «Копирование с перешифровкой». Дети, использовавшие пофрагментарную стратегию копирования, лучше справлялись с задачей передать трехмерность объекта, чем те, кто использует хаотичную стратегию, однако, наиболее высокие результаты показывали дети, использовавшие целостную стратегию. Наилучшему пониманию логико-грамматических конструкций также соответствует целостная стратегия копирования.

Присутствует тенденция к тому, что запоминание и отсроченное воспроизведение сложной фигуры Рея-Остеррица взаимосвязано с используемой стратегией оптико-пространственной деятельности (значимость на уровне тенденции - $p = 0,054$). Было обнаружено, что, чем продуктивнее стратегия копирования, тем выше балл по отсроченному запоминанию.

Также, в дополнение к данным предыдущего исследования особенностей оптико-пространственного восприятия в детском возрасте, с помощью непараметрического критерия Краскала-Уоллиса для независимых выборок были выявлены значимые различия между группами детей, использующие различные стратегии копирования сложных фигур по следующим методикам: методика ориентации линий Бентона ($p = 0,023$) – как между хаотичной и пофрагментарной, так и между хаотичной и целостной, копирование сложной фигуры Рея-Остеррица ($p = 0,001$), также, между хаотичной и пофрагментарной и хаотичной и целостной, и отсроченное воспроизведение фигуры по памяти ($p = 0,013$) – между хаотичной и целостной (Приложение 2, Таблица 7). Следовательно, пофрагментарная и целостная стратегии являются значимо более эффективными для обработки пространственной информации, чем хаотичная стратегия. Однако, более продуктивному запоминанию пространственных характеристик соответствует целостная стратегия оптико-пространственной деятельности (Приложение 2, Таблица 7).

Таким образом, стратегия оптико-пространственной деятельности взаимосвязана с тем, как испытуемые передают все пространственные параметры фигуры (структурно-топологические, метрические, координатные, проекционные). В том числе, стратегия копирования взаимосвязана с развитием способности к вербализации пространственных отношений, пониманию логико-грамматических и предложных конструкций.

5.1.3 Сравнение распределения признаков по группам детей, допускающих разные типы ошибок при копирования сложных фигур

1) С помощью параметрического Т-критерия Стьюдента были обнаружены статистически значимые различия между группами, выделенных на основании наличия/отсутствия структурно-топологических ошибок при копировании сложной фигуры Рея-Остеррица, по результатам следующих методик: методика ориентаций линий Бентона ($p = 0,002$), копирование

сложных фигур Рея-Остеррица ($p = 0$), и Тейлора ($p = 0$), методика «Копирование с перешифровкой» ($p = 0,035$), серийный счет ($p = 0,034$) (Приложение 2, Таблица 8).

Проверка значимости с помощью параметрического Т-критерия Стьюдента подтверждает наличие статистически значимых различий между результатами детей, имеющих и не имеющих структурно-топологические ошибки при копировании фигуры Тейлора по методикам: тест Бентона ($p = 0,002$), копирование сложной фигуры Тейлора ($p = 0,004$), рисунок стола ($p = 0,040$), задание на понимание логико-грамматических конструкций ($p = 0,005$) (Приложение 2, Таблица 9).

Также с помощью параметрического Т-критерия Стьюдента для независимых выборок было выявлено наличие статистически значимых различий между результатами детей, имеющих и не имеющих структурно-топологические ошибки при отсроченном воспроизведении фигуры Рея-Остеррица по следующим методикам: методика ориентаций линий Бентона ($p = 0,031$), копирование сложных фигур Рея-Остеррица ($p = 0,002$) и Тейлора ($p = 0,003$), отсроченное воспроизведение сложной фигуры ($p = 0$), методика «Копирование с перешифровкой» ($p = 0,001$), рисунок стола ($p = 0,022$) (Приложение 2, Таблица 10).

С обращением к данным предыдущего исследования было выявлено наличие статистически значимых различий между группами детей, имеющих и не имеющих структурно-топологические ошибки при копировании фигуры Рея – Остеррица по результатам следующих методик (Т-критерия Стьюдента): тест Бентона ($p = 0,012$), копирование фигуры Рея-Остеррица и Тейлора ($p = 0$) (Приложение 2, Таблица 11).

При копировании фигуры Тейлора по результатам методик: тест Бентона ($p = 0,005$), копирование фигуры Рея-Остеррица ($p = 0,014$), фигуры Тейлора ($p = 0$) (Приложение 2, Таблица 12).

Таким образом, отсутствие структурно-топологических ошибок при копировании соответствует более высоким показателям по методикам, связанным с оценкой развития, как пространственных, так и квазипространственных представлений.

2) Подтверждается также наличие статистически значимых различий по методике «Решение математической задачи» при сравнении групп детей, допускающих и не допускающих координатные ошибки при копировании сложной фигуры Тейлора (Т-критерия Стьюдента, $p = 0,043$) (Приложение 2, Таблица 13), а также при отсроченном воспроизведении фигуры Рея - Остеррица (Т-критерия Стьюдента, $p = 0,010$) (Приложение 2, Таблица 14). Результаты детей также значимо различаются по методике «Серийный счет» среди групп учащихся, имеющих и не имеющих координатные ошибки при отсроченном воспроизведении сложной фигуры (Приложение 2, Таблица 14).

Следовательно, отсутствие координатных ошибок соответствует лучшему решению математической задачи и лучшему выполнению счетных операций.

Используя данные предыдущего исследования с помощью параметрического Т-критерия Стьюдента нам удалось выявить наличие статистически значимых различий между результатами детей по методике копирования фигуры Рея-Остеррица, среди групп испытуемых, имеющих и не имеющих координатные ошибки при копировании фигуры Рея – Остеррица и Тейлора ($p = 0,009$; $p = 0,023$, соответственно) (Приложение 2, Таблицы 15,16).

Следовательно, отсутствие координатных ошибок соответствует более эффективной передаче пространственных характеристик объекта при копировании.

Таким образом, наличие структурно-топологических и координатных ошибок соответствует меньшим показателям оценки развития пространственных и квазипространственных представлений, что

подтверждает наличие взаимосвязи между формированием оптико-пространственного восприятия и квазипространственных представлений.

5.1.4 Сравнение распределения признаков по группам детей, относящихся к разному полу

С помощью непараметрического критерия Манна-Уитни для независимых выборок были найдены значимые различия между двумя группам по следующим методикам: методика «Копирование с перешифровкой» (мысленное вращение) ($p = 0,001$), а также отсроченное воспроизведение фигуры Рея-Остеррица ($p = 0,044$) (Приложение 2, Таблица 17).

Результаты испытуемых женского пола лучше по указанным методикам, чем результаты испытуемых мужского пола.

Следовательно, можно отметить тенденцию к наличию половых различий в развитии пространственных представлений.

При расширении результатов предыдущего исследования значимых различий между группами детей разного пола выявлено не было (Приложение 2, Таблица 18).

5.2 Корреляционный метод

Корреляционный метод помог выявить (корреляция Пирсона):

- 1) Связь возраста с результатами по методике ориентаций линий Бентона ($r = 0,403$, $p < 0,05$), методике копирования сложных фигур Рея-Остеррица ($r = 0,557$, $p < 0,01$) и Тейлора ($r = 0,564$, $p < 0,01$), в том числе - с результатами по отсроченному воспроизведению фигуры ($r = 0,429$, $p < 0,05$), по методике «Рисунок стола» ($r = 0,529$, $p < 0,01$), понимание логико-грамматических конструкций ($r = 0,538$, $p < 0,01$) и серийный счет ($r = 0,580$, $p < 0,01$) (Приложение 2, Таблица 19).
- 2) Результаты по методикам на пространственные функции коррелируют между собой (Приложение 2, Таблица 20):

- Связь между результатами методики ориентаций линий Бентона с результатами таких методик, как копирование сложных фигур Рея-Остеррица ($r = 0,615$, $p < 0,01$) и Тейлора ($r = 0,725$, $p < 0,01$), а также отсроченное воспроизведение сложной фигуры по памяти ($r = 0,380$, $p < 0,01$), копирование с перешифровкой ($r = 0,395$, $p < 0,05$) (Рис.1).

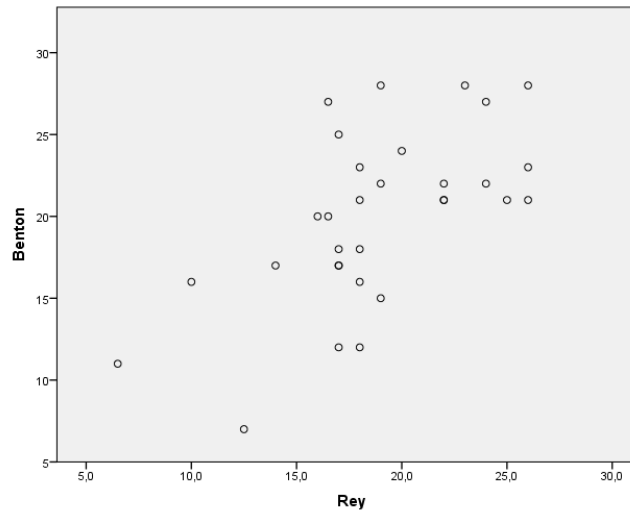


Рис.1 – График рассеивания между показателями теста Бентона и методики копирования фигуры Рея-Остеррица

- Результаты по копированию сложной фигуры Рея-Остеррица коррелируют с результатами методик: копирование фигуры Тейлора ($r = 0,846$, $p < 0,01$), отсроченное воспроизведение фигуры ($r = 0,542$, $p < 0,01$), копирование с перешифровкой ($r = 0,628$, $p < 0,01$), рисунок стола ($r = 0,549$, $p < 0,01$) (Рис.2).

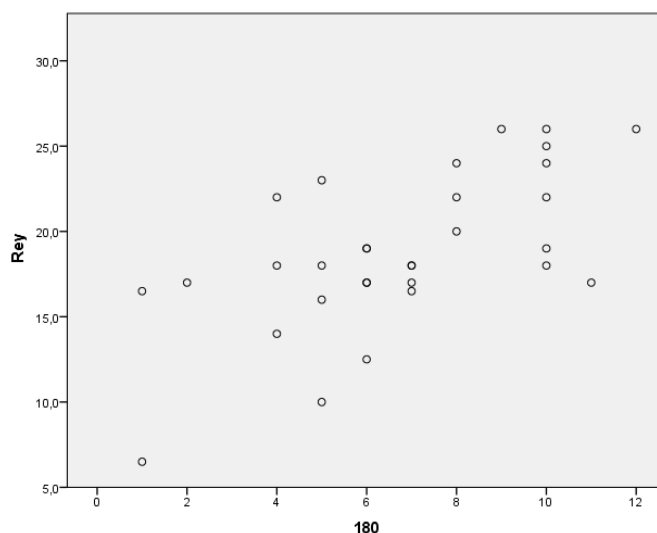


Рис.2 – График рассеивания между показателями методики копирования фигуры Рея-Остеррица и методики «Копирование с перешифровкой»

- Результаты по копированию сложной фигуры Тейлора коррелируют с результатами методик: копированием фигуры Рея-Остеррица ($r = 0,846$, $p < 0,01$), отсроченное воспроизведение сложной фигуры ($r = 0,555$, $p < 0,01$), копирование с перешифровкой ($r = 0,483$, $p < 0,01$), рисунок стола ($r = 0,595$, $p < 0,01$).
 - Результаты по методикам «Рисунок стола» и «Копирование с перешифровкой» коррелируют между собой ($r = 0,539$, $p < 0,01$).
 - Результаты по отсроченному воспроизведению сложной фигуры коррелируют с результатами по копированию с «перешифровкой» ($r = 0,509$, $p < 0,01$), по методике «Рисунок стола» ($r = 0,539$, $p < 0,01$).
- 3) Результаты по методикам на пространственные функции коррелируют с результатами некоторых методик по оценке квазипространственных представлений (Приложение 2, Таблица 22):
- Результаты по заданию на понимание логико-грамматических конструкций коррелируют с результатами методик: тест Бентона ($r = 0,458$, $p < 0,01$) копирование фигуры Рея-Остеррица ($r = 0,408$, $p < 0,05$) и Тейлора ($r = 0,532$, $p < 0,01$), отсроченное воспроизведение сложной фигуры Рея-Остеррица ($r =$

0,527, $p < 0,01$), а также «Рисунок стола» ($r = 0,512$, $p < 0,01$) (проекционные представления), копирование с перешифровкой ($r = 0,365$, $p < 0,05$) (Рис.3).

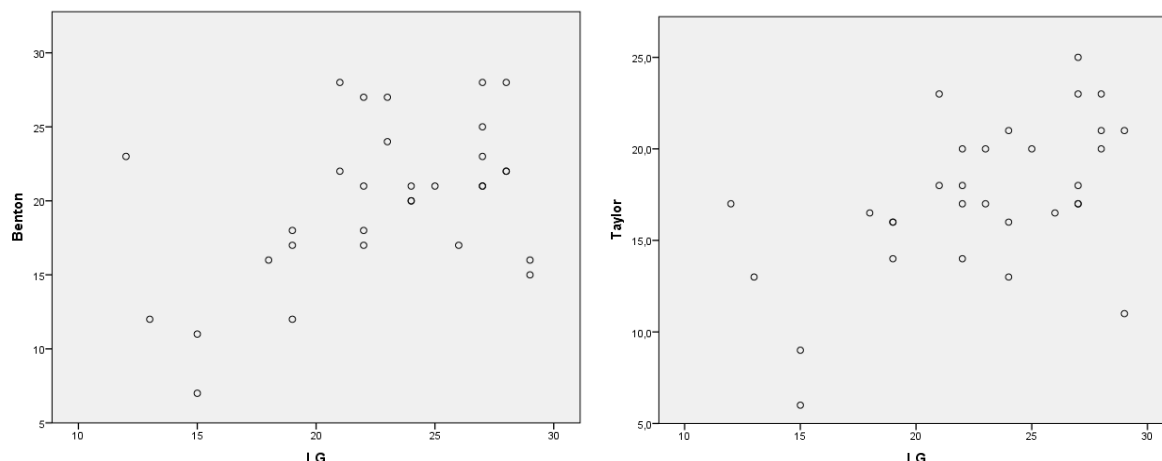


Рис.3 – Графики рассеивания между показателями пробы на понимание ЛГ-конструкций, теста Бентона и методики копирования фигуры Тейлора

- Показатели по серийному счету коррелируют с результатами по методике ориентаций линий Бентона ($r = 0,404$, $p < 0,05$), по копированию фигуры Рея-Остеррица ($r = 0,506$, $p < 0,01$) и фигуры Тейлора ($r = 0,523$, $p < 0,01$).

4) Результаты по методикам на оценку квазипространственных представлений коррелируют между собой (Приложение 2, Таблица 21).

- Показатели по серийному счету и заданию на понимание логико-грамматических конструкций коррелируют между собой ($r = 0,518$, $p < 0,01$) (Рис. 4).

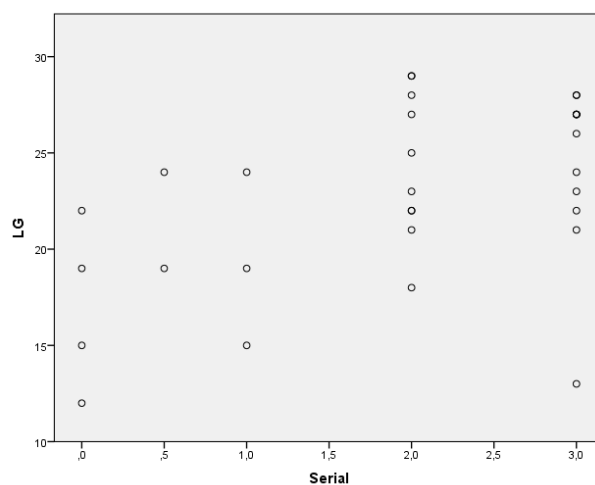


Рис.4 – График рассеивания между показателями пробы на понимание ЛГ-конструкций и методики «Сейрийный счет»

- Результаты по методике серийного счета также коррелируют с результатами по решению математической задачи ($r = 0,488$, $p < 0,01$).

Таким образом, можно сделать вывод, что:

- отмечается улучшение различных показателей пространственных и квазипространственных представлений с возрастом;
- наблюдается связь между развитием пространственных функций и формированием квазипространственных представлений, таких как понимание логико-грамматических конструкций и счетные функции;
- изучение корреляций между методиками одного блока послужили способом перекрестной проверки валидности подобранных проб, в результате чего, можно говорить, что используемые методики в рамках оценки пространственных или квазипространственных представлений направлены на изучение одних и тех же процессов.

5.3 Качественный анализ и анализ описательных статистик

Благодаря качественному анализу результатов, а также анализу описательных статистик удалось выявить следующее.

Анализ различий по возрасту

- 1) В целом, отмечается увеличение средних результатов по выполнению методик с возрастом (Табл. 1).

Таблица 1 – Средние значения количественных показателей пространственных и квазипространственных представлений по двум возрастным группам (младший школьный и средний школьный возраст)

Методики	Младшая группа	Старшая группа
Тест Бентона	18,71	21,31
Фигура Рея-Остеррица	17,14	21,19
Фигура Тейлора	15,73	19,42
Отсроченное воспроизведение фигуры	8,55	11,73
Копирование с перешифровкой	6,41	6,92
Рисование стола	1,55	2,53
ЛГ-конструкции	21,35	24,31
Серийный счет	1,55	2,42
Решение задачи	1,44	1,96

2) Метрические ошибки сохраняются вплоть до самой старшей возрастной группы (подростковый период), однако с каждым возрастным периодом грубость и количество данных ошибок снижается (Рис.5).

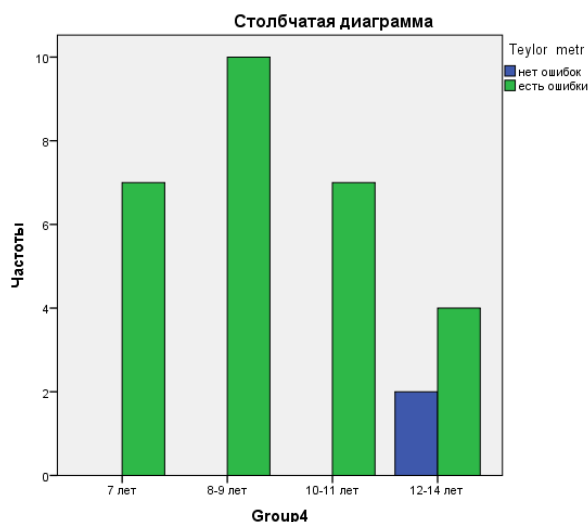


Рис. 5 – Частота распределения метрических ошибок при копировании фигуры Рея-Остеррица по 4 возрастным группам

3) Наибольшая концентрация структурно-топологических ошибок отмечается в младшей возрастной группе (7 лет), наличие единичных ошибок сохраняется до конца младшего школьного возраста (Рис. 6).

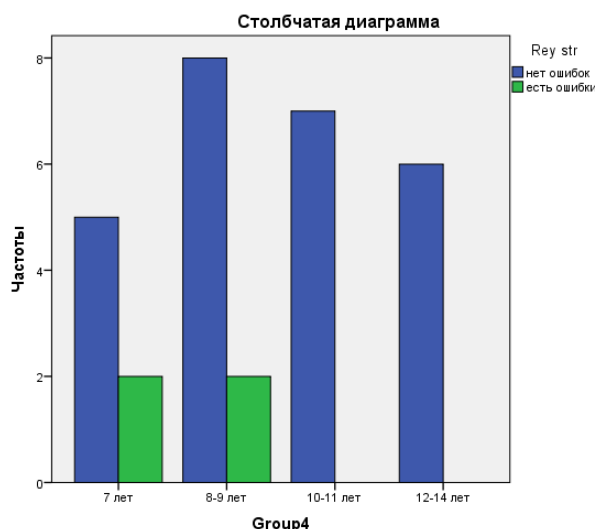


Рис. 6 – Частота распределения структурно-топологических ошибок при копировании фигуры Рея-Остеррица по 4 возрастным группам

4) Количество координатных ошибок может снижаться в средней группе (8-9 лет) и снова появляться в подростковом периоде, что проявляется в тенденции к увеличению ошибок при мысленном вращении фигур (копирование с перешифровкой), координатных ошибок при копировании сложных фигур (Рис. 7).

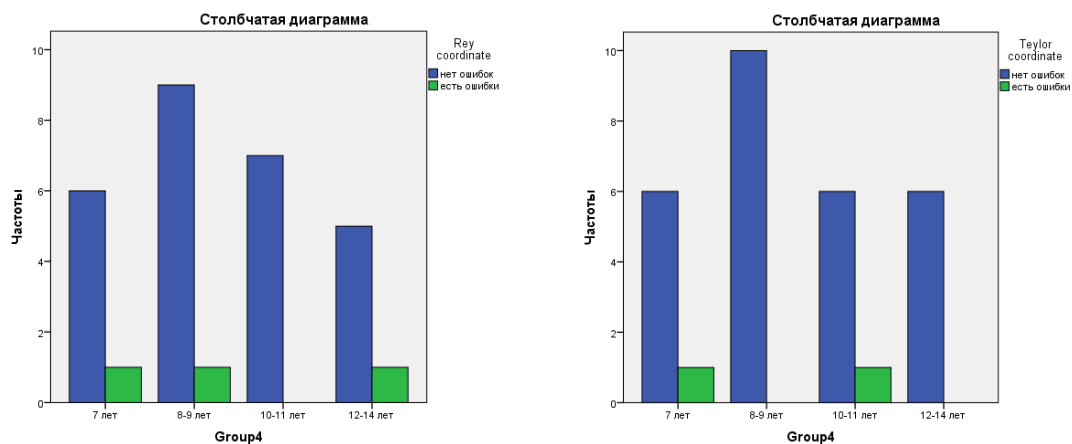


Рис. 7 – Частота распределения координатных ошибок при копировании фигуры Рея-Остеррица и Тейлора по 4 возрастным группам

5) Наиболее поздно формируются проекционные представления (к 11-12 годам), а также способность к мысленному вращению предметов (к 12 годам), что проявляется в стабильном улучшении результатов по соответствующим методикам (Табл. 2).

Таблица 2 – Средние значения результатов по методикам «Копирование с перешифровкой» (мысленное вращение фигур) и «Рисунок стола» (проекционные представления)

Методика	Возраст	Средний балл
Копирование с перешифровкой	7	5,71
	8-9	6,90
	10-11	5,86
	12-14	8,17
Рисунок стола	7	1,42
	8-9	1,65
	10-11	2,14
	12-14	3

6) Появление наиболее продуктивной стратегии оптико-пространственной деятельности (целостной) отмечается лишь к 12-13 годам (Рис. 8).

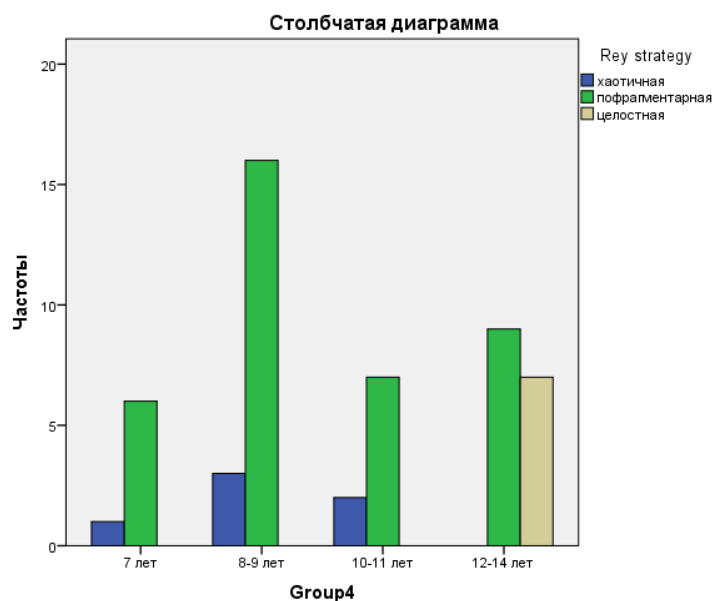


Рис. 8 – Частота распределения трех видов стратегий по 4 возрастным группам

7) В период предпубертативного кризиса (10-11 лет) отмечается тенденция к замедлению развития пространственных и квазипространственных представлений (Приложение 1, Таблица 1):

- Средние значения по некоторым методикам имеют тенденцию к снижению в возрасте 10-11 лет, по сравнению с возрастной группой 8-9 лет (Табл. 3).
- Увеличение количества ошибок при копировании с мысленным вращением фигур, увеличение количества координатных ошибок.
- Появлению в возрастной группе 10-11 лет, помимо более продуктивной (пофрагментарной) стратегии оптико-пространственной деятельности, также хаотичной стратегии, которая более характерна для младшей возрастной группы (Рис. 8).

При расширении результатов исследования оптико-пространственных функций была выявлена тенденция к снижению средних результатов по отсроченному воспроизведению сложной фигуры в младшем подростковом возрасте (Табл.3), (Приложение 1, Таблица 2).

Таблица 3 – Средние значения показателей пространственных и квазипространственных представлений с тенденцией к снижению в подростковом возрасте

Методика	Возраст	Средний балл
Копирование с перешифровкой	7	5,71
	8-9	6,90
	10-11	5,86
	12-14	8,17
Понимание логико-грамматических конструкций	7	17,71
	8-9	23,9
	10-11	22,71
	12-14	26,17
Серийный счет	7	0,5
	8-9	2,3
	10-11	2,21
	12-14	2,66
Отсроченное воспроизведение фигуры Рея-Остеррица	7	7
	8-9	8,73
	10-11	11,44
	12-14	11,21

Таким образом, в подростковом периоде на фоне общего увеличения результатов по оценке пространственных и квазипространственных представлений отмечается некая тенденция к неравномерности развития изучаемых процессов в данном возрастном периоде.

Анализ различий по полу

Среди возрастной группы 7 лет: средние результаты испытуемых женского пола преимущественно выше, чем результаты испытуемых мужского пола.

Среди возрастной группы 8-9 лет: средние результаты испытуемых мужского пола преимущественно выше, чем у испытуемых женского пола.

Среди возрастной группы 10-11 лет: наблюдается ухудшение результатов среди испытуемых мужского пола (по сравнению с результатами в 8-9 лет). При этом средние результаты испытуемых женского пола преимущественно выше, чем результаты испытуемых мужского пола.

Среди возрастной группы 12-14 лет: наблюдаются единичные ухудшения результатов среди испытуемых женского пола (по сравнению с результатами в 10-11 лет). При этом средние результаты испытуемых женского пола преимущественно выше, чем результаты испытуемых мужского пола (Приложение 1, Таблица 3).

Таким образом:

- Есть тенденция к тому, что средние результаты испытуемых мужского пола при выполнении методик ниже средних результатов испытуемых женского пола.
- Анализ описательных статистик также говорит о наличии тенденции к ухудшению результатов в возрасте 10-11 лет у испытуемых мужского пола.
- В группе женского пола отмечаются тенденция к ухудшению результатов в возрасте 12-14 лет.

В целом, можно говорить о тенденции к наличию неравномерности развития пространственных представлений у лиц мужского и женского пола.

Особенности развития пространственных представлений у мужчин характеризуются тем, что активное развитие пространственных представлений отмечается в период с 7 до 8-9 лет, далее в возрасте предпубертативного кризиса (10-11 лет) присутствует тенденция к замедлению становления пространственных представлений, в младший подростковый период снова заметен скачок в формировании пространственных функций.

У лиц женского пола, наоборот, в период 10-11 лет отмечается более положительная динамика в развитии пространственных представлений по

сравнению с периодом 8-9 лет, далее отмечается тенденция к замедлению формирования пространственных функций в младшем подростковом периоде.

Данные особенности могут быть связаны с неравномерностью структурно-функциональных процессов, происходящих в детском возрасте у лиц мужского и женского пола.

ГЛАВА 6. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В данном исследовании мы дополнили результаты нашего предыдущего исследования по изучению особенностей оптико-пространственного восприятия, в котором была выявлена тенденция к определенным различиям в состоянии оптико – пространственных функций в младшем и среднем школьном возрасте.

Также в настоящем исследовании мы дополнили батарею методик и расширили область изучаемых функций. В рамках пространственных представлений в данном исследовании, помимо стратегии оптико-пространственной деятельности, метрических, структурно-топологических и координатных представлений, также изучались проекционные представления и способность к мысленному вращению.

Кроме этого, были рассмотрены особенности становления квазипространственных представлений, а именно такие аспекты, как понимание логико-грамматических конструкций, счетные функции и способность решения математической задачи, и их взаимосвязь с пространственными функциями.

Остановимся на рассмотрении полученных результатов.

1. Во-первых, были выявлены возрастные особенности становления пространственных функций.

В целом, становление различных аспектов пространственных и квазипространственных представлений происходит вплоть до младшего подросткового периода. Выделяются два основных переломных момента:

1) Возраст 8-9 лет, так как в данном периоде происходит значительный скачок в развитии пространственных и квазипространственных представлений по сравнению с детьми 7-летнего возраста. Снижается количество структурно-топологических нарушений, активно совершенствуются метрические и координатные представления, начинают формироваться проекционные представления, значительно улучшаются способности понимания логико-

грамматических конструкций, появляется способность к автоматизированному счету в уме.

2) Возраст 12-14 лет, в данном периоде происходит второй качественный скачок в развитии пространственных, квазипространственных функций. К данному периоду наблюдается сформированность структурно-топологических представлений, значительно сокращение количества и грубости метрических нарушений, усиленно развиваются проекционные представления, значительно совершенствуется целостная стратегия оптико-пространственной деятельности.

Полученные результаты, в целом, согласуются с этапами развития пространственных и квазипространственных представлений, описанных А.В. Семенович [50]. А также с результатами исследований, отмечающими, что для младшего школьного возраста характерна положительная динамика развития пространственных представлений вне зависимости от пола и типа латеральной организации [45].

В различных отечественных и зарубежных исследованиях говорится о том, что в детском возрасте идет повышение показателей развития пространственного восприятия, достигая уровня взрослых примерно к 13 годам. [64,65].

Данные возрастные особенности также согласуются с результатами нейробиологических исследований, связанных с изучением структурно-функциональных мозговых изменений в детском возрасте. В работах описано, что до 7 лет происходит активная перестройка внутримозговых связей, корковых и регуляторных структур, также в период 7-10 лет формируется произвольная регуляция психических функций. К 9 годам повышается участие лобных долей в различных механизмах психики [48]. Исследования указывают на то, что в определенные процессы зрительного восприятия с 7-летнего возраста постепенно начинают вовлекаться лобные доли [18]. С указанными особенностями может быть связано то, что в возрасте 8-9 лет отмечаются

значительное развитие пространственных и квазипространственных представлений [12, 14, 49, 56].

Второй этап качественных изменений развития пространственных представлений может быть связан с общим морфо-функциональным развитием мозговых структур, внутримозговых взаимосвязей, по сравнению с младшими возрастными этапами. Так как, согласно Л.С. Выготскому, Ж. Пиаже, подростковый возраст – это особый этап когнитивного развития, в процессе которого происходит окончательный переход детских интеллектуальных механизмов на уровень интеллекта «взрослого типа» [20, 42].

Долгое формирование целостной стратегии оптико-пространственной деятельности может быть связано с тем, что ориентация восприятия на холистическую конфигурацию развивается, по данным исследований, вплоть до позднего подросткового периода, и не является врожденным свойством восприятия [70, 81, 95, 104].

Неравномерность развития координатных представлений, которые осуществляются тесным межполушарным взаимодействием, может быть связана с периодами интенсивного формирования мозолистого тела [48]. Так как в подростковом возрасте продолжают развиваться мозговые структуры ребенка. По данным различных исследований межполушарные связи формируются вплоть до 15-25 лет [24].

В нашем исследовании также была выявлена тенденция к некоторому спаду в развитии пространственный и квазипространственных представлений в возрасте 10-11 лет. Данный период относится к началу младшего подросткового возраста или к этапу предподросткового кризиса, следовательно, выявленная тенденция может быть связаны с нейробиологическими особенностями мозга в этом возрастном периоде.

Однако далее при исследовании половых различий в становлении пространственных и квазипространственных представлений было

обнаружено, что тенденция к замедлению в развитии пространственных функций характерна преимущественно для испытуемых мужского пола, у лиц женского пола выявлена тенденция к спаду в несколько более позднем возрасте (12-14 лет). Более значимые результаты, касаемо периода 10-11 лет, могут быть связаны с преобладанием испытуемых мужского пола в выборке, по сравнению с женским.

Анализ с использованием данных предыдущего исследования также помог выявить определенную тенденцию к снижению средних показателей по методике отсроченного воспроизведения сложной фигуры (оценка пространственного компонента зрительной памяти) в возрасте 12-14 лет.

Таким образом, можно сделать вывод о неравномерности развития пространственных и квазипространственных представлений в подростковом периоде. Данный вопрос нуждается в дальнейшем более подробном изучении.

В целом, полученные результаты могут объясняться морфо-функциональными изменениями мозговых структур в подростковом возрасте, что согласуется с многочисленными исследованиями.

Такие исследователи, как Фарбер, Петренко, Абсатова, Курганский, Мачинская, указывают на то, что в предподростковом возрасте с 9-10 до 13 лет (промежуточный между детством и подростковым возрастом) происходит начало полового созревания и существенные изменения в нейропсихологических механизмах деятельности мозга. Продолжает происходить развитие лобных долей, формирование межполушарных связей, а также внутримушарных передне-задних связей [41, 47].

В зарубежных исследованиях с использованием ЭЭГ отмечается усиление выраженности признаков неоптимальной активности глубоких структур мозга, проявляющихся в меньшей стабильности альфа-ритма, что может определять психофизиологическую реактивность, характерную для подростков [67].

Также в данном периоде наблюдается неодновременность морфологических и функциональных изменений в дорзо- и вентролатеральных отделах префронтальной коры головного мозга. Такая неравномерность в степени структурно-функциональной зрелости регуляторных структур на фоне повышенной активности глубинных структур мозга определяет изменение в способности произвольной регуляции [83].

Исследование А.С. Горева также подтверждает, что способность к произвольной регуляции функционального состояния повышается к концу младшего школьного периода, а затем, к 11-12 годам, происходит ее снижение [23].

Семенович, Умрихин указывают на увеличение количества метрических нарушений в подростковом возрасте за счет общей гиперактивности правого полушария мозга в данном периоде [50].

2. Во-вторых, была выявлена взаимосвязь между развитием пространственных и квазипространственных представлений. А именно, развитие различных пространственных представлений (координатных, структурно-топологических, проекционных) связано с формированием квазипространственных представлений таких, как понимание логико-грамматических конструкций, счетные навыки, а также решение математической задачи.

Выявленная связь между развитием оптико-пространственного восприятия и формированием счетных функций и математических способностей, в целом, согласуются с данными, полученными Л.Б. Баряевой, С.Ю. Кондратьевой, а также с результатами исследований зарубежных авторов, таких как Расмуссен и Бизанц, Холмс и Адамс, Маккензи, Булл и Грей, описывающих связь между зрительно-пространственными навыками и математическими способностями [78, 89, 90, 97, 99]. Однако в нашем исследовании также была выявлена взаимосвязь между различными типами

ошибок оптико-пространственной деятельности и различными показателями оценки пространственных и квазипространственных представлений.

Результаты нашего исследования согласуются с многочисленными работами, демонстрирующими связь между зрительно-пространственными функциями и успешной способностью к пониманию логико-грамматических конструкций [8, 26, 29, 30,].

Исследование А.И. Статникова также подтверждает связь между используемой стратегией оптико-пространственной деятельности и способностью к пониманию логико-грамматических конструкций (ЛГ), указывая, что дети с определенными трудностями переработки зрительно-пространственной информации могут испытывать проблемы в понимании ЛГ-конструкций, а также, что использование холистической стратегии приема и переработки оптико-пространственной информации соответствует более успешному пониманию логико-грамматических конструкций [54].

Опираясь на идеи отечественной нейропсихологии, можно говорить, что зрительно-пространственные функции являются основой для успешного осуществления квазипространственных операций [29,30]. Исследования с использованием методов нейровизуализации, изучающие процессы понимания предложений со сложной логико-грамматической структурой, указывают на вовлеченность в данные процессы зон мозга, являющихся частью зоны ТРО, которая связана, в том числе, с переработкой оптико-пространственной информации [101, 114].

3. Еще одним результатом было выявление определенных половых различий в развитии пространственных и квазипространственных представлений.

По нашим результатам отмечается тенденция к более высоким показателям оптико-пространственной деятельности и квазипространственных операций в группе испытуемых женского пола.

Можно предположить, что у испытуемых женского пола раньше происходят изменения, связанные с нейробиологическими процессами (развитие межполушарных и внутриполушарных связей), чем у испытуемых мужского пола. При этом появление ухудшений у лиц женского пола в возрасте 12-14 лет может быть связан с началом регрессивной динамики (ухудшение произвольной регуляции, характерной для подросткового возраста), которая в данном периоде еще не начинается у лиц мужского пола. Статистически значимые различия между группами испытуемых различного пола по методике «Копирование с перешифровкой» (исследование способности к мысленному вращению и координатных представлений, связанных с развитием межполушарного взаимодействия) также могут говорить о наличии тенденции к тому, что у лиц женского пола процесс формирования межполушарных связей может проходить на более ранних этапах, чем у лиц мужского пола.

При этом различные исследования отмечают, что у женщин лучше развиты межполушарные связи, чем у мужчин. У мужчин же в большей степени развиты связи внутри полушарий мозга. Отмечается также, что данные различия начинают устанавливаться преимущественно в подростковом возрасте [88]. В целом, согласно результатам исследований для женщин характерен больший размер мозолистого тела, чем у мужчин, что также может влиять на более продуктивное межполушарное взаимодействие [77, 98].

Некоторые исследования говорят о лучшем развитии пространственных функций у лиц мужского пола, так как мужчины результаты мужчин обычно несколько лучше, чем результаты женщин при выполнении различных проб на пространственные функции [64]. Это также связывают с определенными морфо-функциональными различиями мозга у лиц мужского и женского пола, которые однако могут быть еще не сформированы в изучаемые нами возрастные периоды [88].

В нашем исследовании, речь идет о детском возрасте, когда еще идет структурно-функциональное развитие мозга, и данные в детском возрасте могут не соответствовать данным, полученным в более взрослом периоде, так как следует учитывать, что развитие тех или иных функций и структур может быть неодинаковым у лиц женского и мужского пола. Так, например, показано, что объем серого вещества лобной коры возрастает к 12 годам у мальчиков и к 11 у девочек, следовательно, какие-либо несоответствия могут быть связаны с лучшей произвольной регуляцией у лиц женского пола в конкретный возрастной период [83].

Данная неравномерность процессов структурно-функционального развития мозга у мужчин и женщин может определять различную, особенную для каждого пола динамику становления пространственных функций.

В некоторых исследованиях также описывается различная динамика в развитии пространственных представлений у детей мужского и женского пола. Так, при исследовании особенностей пространственно-временных представлений учащихся с 1 по 4 классы было обнаружено следующее:

- при оценке представлений о пространстве девочки могут показывать лучшие результаты в первом и втором классе, в третьем классе разница сокращается, а в четвертом мальчики набирают более высокие баллы.
- В заданиях, связанных с вербализацией пространственных отношений и понимание логико-грамматических конструкций девочки показывали более успешные результаты, чем мальчики [45].

Также, как уже было отмечено, в выборке присутствует перекося в сторону испытуемых мужского пола, поэтому вопрос о половых различиях в формировании пространственных и квазипространственных различий требует дальнейшего исследования.

Важно отметить, что недостаточная величина выборки может сказываться на результатах исследования, таким образом, необходимо дальнейшее изучение выявленных особенностей на расширенной выборке.

Также, необходимо учитывать такие факторы, как профиль латеральной организации и соотношение испытуемых мужского и женского пола. Однако, в исследовании удалось выявить значимые тенденции в развитии различных аспектов пространственных и квазипространственных представлений и задать направления для дальнейшего изучения.

ВЫВОДЫ

Основной целью исследования было изучение особенностей формирования пространственных и квазипространственных представлений в детском возрасте, выявление различных взаимосвязей между развитием оптико-пространственного восприятия и становлением квазипространственных представлений.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1) Отмечается общая возрастная положительная динамика развития пространственных и квазипространственных представлений.

Важный период становления данных функций отмечается в период с 7 до 9 лет. Однако качественные изменения формирования пространственных и квазипространственных представлений происходит вплоть до подросткового возраста, что связано со структурно-функциональным развитием мозговых структур.

Таким, образом данные результаты являются подтверждением нашей первой гипотезы о том, что состояние зрительно – пространственного восприятия неодинаково в разные возрастные периоды.

2) Наблюдается тенденция к неравномерному развитию пространственных и квазипространственных представлений в подростковом возрасте. Отмечается замедление динамики развития пространственных и квазипространственных представлений в начале младшего подросткового периода (10-11 лет) у испытуемых мужского пола и в середине младшего подросткового периода (12-14 лет) у испытуемых женского пола, что объясняется нейробиологическими, морфо-функциональными процессами развития мозга, характерных для подросткового возраста. Данные результаты позволяют принять нашу вторую гипотезу.

3) Стратегия оптико-пространственной деятельности взаимосвязана с тем, как испытуемые передают все пространственные параметры фигуры

(структурно-топологические, метрические, координатные). Хаотичная стратегия оптико-пространственной деятельности является наименее продуктивной и соответствует меньшим показателям оценки развития пространственных и квазипространственных представлений. Целостная стратегия оптико-пространственной деятельности, формирующаяся, преимущественно к младшему подростковому периоду, является наиболее продуктивной и соответствует более эффективной передаче пространственных характеристик объектов, а также лучшему пониманию логико-грамматических конструкций.

Таким образом, разница в преобладающей стратегии оптико-пространственной деятельности в различные возрастные периоды также позволяет подтвердить первую гипотезу. Взаимосвязь между стратегией и развитием квазипространственных представлений является аргументом в пользу нашей третьей гипотезы.

4) Отмечается взаимосвязь между развитием оптико-пространственного восприятия и формированием квазипространственных представлений.

Способность к восприятию и передаче пространственных характеристик (координатных, структурно-топологических, проекционных), а также стратегия оптико-пространственной деятельности связаны с развитием квазипространственных представлений, такими как понимание логико-грамматических конструкций и счетные функции. Что позволяет принять нашу третью гипотезу.

5) Отмечаются некоторые половые различия в развитии пространственных и квазипространственных представлений, с тенденцией к выделению различных возрастных особенностей формирования пространственных и квазипространственных представлений, характерных для лиц того или иного пола.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пространственное восприятие – это комплексная форма восприятия, длительно формирующаяся в онтогенезе совместно с развитием различных сенсорных систем организма, на основе расширения практического опыта в ходе жизнедеятельности ребенка.

В начале онтогенеза, а именно в первые месяцы развития ребенка, закладываются основы для формирования пространственного гнозиса, например, ориентировочный рефлекс на пространственно-ориентированный стимул. Постепенно происходит развитие способности ориентироваться в трехмерном пространстве, появляются такие функции, как восприятия величины и формы, удаленности. По ходу формирования двигательных функций, мышления, памяти, происходит увеличение возможностей ребёнка, которые касаются восприятия пространственных характеристик объекта. Появляется возможность ориентировки в двухмерном пространстве листа, происходит формирование пространственного мышления, образование квазипространственных синтезов, которые являются частью таких процессов как чтение, письмо, счет, понимание логико-грамматических структур [27, 28].

Оптико – пространственное восприятие в значительной мере влияет на развитие других высших психических функций. Пространственные представления представляют собой базу для развития успешного ориентирования в квазипространстве, становления математических способностей и возможности понимания логико-грамматических конструкций [5,10,29,79,97]. Исследования с использованием методов нейровизуализации, изучающие процессы понимания предложений со сложной логико-грамматической структурой, указывают на вовлеченность в данные процессы зон мозга, являющихся частью зоны ТРО, которая связана, в том числе, с переработкой оптико-пространственной информации [101,114].

Сформированность пространственных и квазипространственных представлений в значительной мере оказывает влияние на овладение письмом, счетом, чтением, а, следовательно, и на успешность учебной деятельности в целом.

Формирование пространственных и квазипространственных представлений онтогенезе происходит гетерохронно, следствием этого является наличие специфики функционирования различных его компонентов в разные возрастные периоды. Данным принципом гетерохронности объясняется возрастная специфика разных аспектов зрительно – пространственного гнозиса, а именно стратегии оптико – пространственной деятельности, а также метрических, структурно – топологических, координатных и проекционных представлений. Отмечается также, что на разных этапах детского возраста различные нейропсихологические факторы занимают ведущее положение во влиянии на понимание логико-грамматических конструкций. Таким образом, квазипространственные представления имеют свои особенности развития на каждом этапе онтогенеза. Важность пространственного фактора подтверждают необходимость подробного изучения взаимосвязи развития пространственных и квазипространственных представлений.

Отечественный и зарубежный подходы несколько отличаются, однако не противоречат друг другу. Оба подхода подчеркивают многокомпонентность механизма обработки пространственной информации, а также отмечают наличие особенностей пространственного ориентирования на разных возрастных этапах. На основе данных исследований было определено, что пространственное ориентирование включает в себя множество разных функций, поэтому необходим комплексный подход к его изучению.

В данной работе была предпринята попытка выявления возрастной специфики развития пространственных представлений в школьном возрасте,

а также связи между пространственным восприятием и ориентированием в квазипространстве.

В целом, нам удалось выявить некоторые возрастные особенности становления пространственных и квазипространственных функций: ключевые переломные этапы, неравномерность развития в рамках подросткового периода. Данные особенности мы связываем с активным формированием мозговых структур, развитием межполушарных и внутриполушарных связей головного мозга в изучаемых возрастных периодах.

Удалось также определить тенденцию к половым различиям в процессе формирования пространственных и квазипространственных представлений, с выделением особенностей протекания развития данных функций, характерных для лиц женского и мужского пола, в отдельности, что также может объясняться гетерохронностью структурно-функционального развития мозга у мужчин и женщин с определением динамики становления различных функций, характерной для каждого пола.

Данные исследования также подтверждают тесную связь между формированием пространственного восприятия и развитием квазипространственных представлений. Была отмечена связь между становлением координатных, структурно-топологических, проекционных представлений и формированием счетных функций, способностей понимания логико-грамматических конструкций и решения математической задачи. Подтверждена также связь со стратегией оптико-пространственной деятельности, при этом наиболее продуктивной является целостная стратегия, соответствующая лучшей передаче всех пространственных характеристик объектов, а также лучшему протеканию квазипространственных операций.

Выявленные с помощью качественного анализа результатов те или иные нарушения оптико-пространственной деятельности подтверждают необходимость своевременной диагностики и коррекции данных дефицитов.

Таким образом, несмотря на некоторые аспекты, требующие доработки, такие, как неравномерность выборки по половому признаку, необходимость включения в изучение дополнительных факторов (ПЛО, успеваемость), данное исследование позволило выявить важные тенденции развития пространственных и квазипространственных представлений и задать направления для дальнейшего изучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Ананьев Б.Г., Рыбалко Е.Ф.* Особенности восприятия пространства у детей – М.: Просвещение, 1964.
2. *Анохин П.К.* Биология и нейрофизиология условного рефлекса. — М. : Медицина, 1968. — с 81.
3. *Ахутина Т.В.* Нейропсихология индивидуальных различий детей как основа использования нейропсихологических методов в школе // I Международная конференция памяти А.Р. Лурия: сб. докладов / под ред. Е.Д. Хомской и Т.В. Ахутиной. – М., 1998. – С. 202.
4. *Ахутина Т. В., Кремлёв А. Е., Корнеев А. А., Матвеева Е. Ю., Гусев А. Н.* Разработка компьютерных методик нейропсихологического обследования. // *Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 15 июня 2017 г. / Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман.* — М.: ООО «Буки Веди», ИППиП, 2017. С. 486–490.
5. *Ахутина, Т.В., Корнеев, А.А., Матвеева, Е.Ю., Статников, А.И.* НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОНИМАНИЯ ЛОГИКО-ГРАММАТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ У ВТОРОКЛАССНИКОВ // Психическое здоровье человека XXI века: Сборник научных статей по материалам Конгресса Психическое здоровье человека XXI века. — ИД Городец Москва, 2016. — С.18–20.
6. *Ахутина Т.В., Обухова Л.Ф., Обухова О.Б.* Трудности усвоения начального курса математики детьми младшего школьного возраста и их причины // Психологическая наука и образование. – 2001. – № 1. – С. 65–78.
7. *Ахутина Т.В., Пылаева Н.М.* Диагностика развития зрительно-вербальных функций. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — М.: Академия, 2003. — 64 с.
8. *Ахутина Т. В., Пылаева Н. М.* Преодоление трудностей учения: нейропсихологический подход. — Академия Москва, 2015. — 288 с.

9. *Балашова Е. Ю., Ковязина М. С.* Нейропсихологическая диагностика в вопросах и ответах.-2-е изд., испр. и доп. (Учебник XXI века). — Генезис Москва, 2013. — 240 с.
10. *Баряева Л.Б., Кондратьева С.Ю.* Дискалькулия у детей: профилактика и коррекция нарушений в овладении счетной деятельностью.:Киров: МЦНИП, 2013. — 180 с.
11. *Безруких М.М., Теребова Н.Н.* Особенности развития зрительного восприятия у детей 5-7 лет // Физиология человека. — 2009. — №6. — с. 37-42.
12. *Бетелева Т.Г.* Нейрофизиологические механизмы зрительного восприятия : Онтогенет. исслед. / Т. Г. Бетелева. - М. : Наука, 1983. - 175 с.
13. *Бетелева Т.Г.* Онтогенез структурно-функциональной организации воспринимающей системы мозга / Т.Г Бетелева // Структурнофункциональная организация развивающего мозга; под ред. Д.А. Фарбер и др. Л.: Наука, 1990. - С. 65-86.
14. *Бетелева Т.Г.* Системная организация восприятия // Формирование системной организации психофизиологических функций в процессе индивидуального развития ребенка. — М.: Изд-во АПН СССР, 1982. — С. 37—50.
15. *Бизюк А.П.* Компедиум методов нейропсихологического исследования. Методическое пособие. — Спб.: Изд. «Речь», 2005.
16. *Вассерман Л.И., Чередникова Т.В.* Психологическая диагностика нейрокогнитивного дефицита: Рестандартизация и апробация методики «Комплексная фигура» Рея- Остеррита: Методические рекомендации — Спб., 2011.
17. *Л.И. Вассерман, Т.В. Чередникова.* Невербальная методика «комплексная фигура» рея — остеррита и ее психодиагностическое значение для квалификации нейрокогнитивного дефицита // Сибирский психологический журнал. — 2013. — № 49.

18. Волокитина Т.В., А.А. Зотова, Е.В. Попова, Е.Ю. Синуцкая. КОРРЕКЦИЯ НАРУШЕНИЙ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ У СЛАБОВИДЯЩИХ ДЕТЕЙ — учебно-методическое пособие. — Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 2013. — 175 с.
19. Выготский Л.С. Собрание сочинений: в 6-ти т. Т 6. Научное наследство. М.: Педагогика, 1984. — 400 с.
20. Выготский Л.С. Детская психология / Собрание сочинений в 6 томах. Т. 4. — М., 1984. — 432 с.
21. Гарднер Г. Структура разума: теория множественного интеллекта. — М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. — 512 с
22. Глоzman Ж.М., Соболева А.Е. Нейропсихологическая диагностика детей школьного возраста. — 2-е издание, перераб. И доп. — М.: Смысл, 2018. — 180 с.
23. Горев А.С. Произвольная регуляция функционального состояния и ее влияние на эффективность когнитивной деятельности в подростковом возрасте // Физиология человека. — 2017. — Т. 43, № 2. — С. 15-22.
24. Ковязина М.С. Нейропсихологический анализ патологии мозолистого тела / М. С. Ковязина. — М. : Генезис, 2012.— 176 с.
25. Кондаков И.М. Психологический словарь,.М.: Фаир-Пресс, 2000 г., 488 с.
26. Лапина Ю.Ю. Изучение и коррекция трудностей понимания логикограмматических конструкций языка у детей дошкольного возраста // Диссертация на соискание учёной степени кандидата психологических наук. ГОУ ВПО «Уральский государственный университет им. А.М. Горького». Екатеринбург, 2011. — 367 с.
27. Лебединский В.В. Нарушения психического развития в детском возрасте: Учеб. пособие для студ. психол. фак. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 144 с.

28. *Леушина А.М.* Формирование элементарных математических представлений у детей дошкольного возраста. – М.: Просвещение, 1974. – 368 с.
29. *Лурия А.Р.* Высшие корковые функции человека. – СПб.: Питер, 2008а. – 624 с.
30. *Лурия А.Р.* Основы нейропсихологии. – М.: Академия, 2008b. – 384 с.
31. *Лурия А. Р.* Язык и сознание./ Под редакцией Е. Д. Хомской. — М: Изд-во Моск. ун-та, 1979 - 320 с.
32. *Люблинская А.А.* Люблинская А. А. Особенности освоения пространства детьми дошкольного возраста. //Формирование восприятия пространства и пространственных представлений у детей. – М.:АПН РСФСР, 1956.-Вып.86.- с.47–62.
33. *Манелис Н.Г.* Нейропсихологические закономерности нормального развития. – Нейропсихология: Хрестоматия 3-е изд. /Под ред. Е. Д. Хомской — СПб.: Питер, 2010.
34. *Манелис Н.Г.* Развитие оптико- пространственных функций в онтогенезе / Н.Г. Манелис // Школа здоровья. 1997. №3. С. 12 – 15.
35. *Мелёхин А.И.* Использование теста рисования часов в скрининг обследовании когнитивного дефицита // *Paradigmata poznani*. — 2014. — Т.3.
36. *Микадзе Ю.В.* Нейропсихология детского возраста: Учебное пособие. — СПб.: Питер, 2008. — 288 с.
37. *Микадзе Ю.В., Корсакова Н.К.* Нейропсихологическая диагностика и коррекция школьников. – М., 1994. – С. 6.
38. *Морозова Л.В.* Особенности зрительного восприятия и функциональное состояние мозга детей 5 и 7 лет // Вестник Поморского университета. 2002, № 1(3). С. 46 – 54.
39. *Морозова Л.В.* Психофизиологические закономерности зрительного восприятия детей 6-8 лет: автореф. Дис. ... д-ра биол. Наук. Поморский гос. Университет, Архангельск, 2008.

40. *Наследов А.Д.* Математические методы психологического исследования : анализ и интерпретация данных: [учеб. пособие для вузов по направлению и специальностям психологии] / А. Д. Наследов. - Санкт-Петербург : Речь, 2008.
41. *Петренко Н.Е.* Механизмы опознания глобальной и локальной информации детьми младшего школьного возраста / Н. Е. Петренко // Альманах «Новые исследования» – М.: Институт возрастной физиологии, 2009. – № 4(18). – С. 14–26.
42. *Пиаже Ж.* Речь и мышление ребенка. – СПб., 1997. – 250 с
43. *Пиаже Ж.* Роль действий в формировании мышления // Вопросы психологии. – 1965. – №6. – С. 15 – 21.
44. *Рыбалко Е.Ф.* Возрастная и дифференциальная психология: Учеб. пособие. — Л.: Издательство Ленинградского ун-та; 1990. — 256 с.
45. *Селикова А.Ю.* Особенности развития пространственно-временных представлений у детей младшего школьного возраста с разными латеральными профилями // Психологическая наука и образование. 2013. Том 18. № 1. С. 107–114.
46. *Семаго Н.Я., Семаго М.М.* Пространственные представления ребенка // «Школьный психолог». – 2000, №34, 35, 37.
47. *Семенова О. А., Мачинская Р. И., Ломакин Д. И.* Влияние функционального состояния регуляторных систем мозга на эффективность программирования, избирательной регуляции и контроля когнитивной деятельности у детей. сообщение i // *Физиология человека/Human Physiology*. — 2015. — Т. 41, № 4. — С. 5–17.
48. *Семенович А.В.* Введение в нейропсихологию детского возраста: учебное пособие. – М.: Генезис, 2005.
49. *Семенович А.В.* Нейропсихологическая диагностика и коррекция в детском возрасте. – М.: Академия, 2002. – 232 с.

50. Семенович А.В., Умрихин С.О. Пространственные представления при отклоняющемся развитии. Методические рекомендации к нейропсихологической диагностике. — М., 1998.
51. Симерницкая Э.Г. Доминантность полушарий / Под ред. А.Р. Лурия. — Москва: Изд-во МГУ, 1978. — 95 с.
52. Симерницкая Э.Г. Мозг и психические процессы в онтогенезе. — М.: Изд-во МГУ, 1985. — 190 с.
53. Сиротюк А.С. Закономерности развития пространственных представлений в детском возрасте // Кафедра. — 2008. — № 4. — С. 4–8.
54. Статников, А.И. Особенности понимания логико-грамматических конструкций детьми с отставанием в развитии познавательной сферы: дис. канд. наук: 19.00.04/ Статников Александр Исакович — М. — 2016. — 145 с.
55. Сунцова А.В., Курдюкова С.В. Методы развития пространственных представлений у детей дошкольного и младшего школьного возраста // Современное дошкольное образование. Теория и практика. — 2015. — №2. — С.34-43.
56. Фарбер Д.А. Развитие зрительного восприятия в онтогенезе // Мир психологии. Москва-Воронеж. — 2003. — №2 (34). — С.114—124.
57. Фатеева Г.И. Психолого-педагогический подход к развитию пространственных представлений у детей дошкольного возраста// Актуальные задачи педагогики: материалы VIII Междунар. Науч. Конф. (г. Москва, ноябрь 2017 г.). — М.: Буки-Веди, 2017.
58. Фотекова Т.А., Ахутина Т.В. Диагностика речевых нарушений школьников с использованием нейропсихологических методов: метод. пособие. — М.: Айрис пресс: Айрис дидактика, 2007. — 172 с.
59. Цветкова Л.С. Методика нейропсихологической диагностики детей. Методический альбом. — Педагогическое общество России, 2002. — 96 с.
60. Цветкова Л.С. Нейропсихология счета, письма и чтения: нарушение и восстановление. — М.: «Юрист», 1997. — 256 с.

61. *Angelini, R., & Grossi, D.* (1993). *La terapia razionale dei disordini costruttivi* [Rational therapy of the constructive disorders]. Roma, Italy: Centro di Riabilitazione S. Lucia.
62. *Baddeley, A., & Logie, R.* (1999). Working memory: The multiple component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory* (pp.28–61). New York: Cambridge University Press., 58.
63. *Baghurt P.A., McMichael A.J. et. Al.* Exposure to environmental lead and visuo-motor integration at age 7 years: the port pirie cohort study // *Epidemiology*. —1995. — V. 6 (2). — P. 104—109.
64. *Benton, A. L., Hamsher, K. D., Varney, N. R., & Spreen, O.* (1983). *Judgment of line orientation*. New York, NY: Oxford University Press.
65. *Bigler E.D.* Neuroimaging and the ROCF // *The handbook of Rey-Osterreith Complex Figure usage: Clinical and research applications*. Lutz, FL : Psychological Assessment Resources. 2003.
66. *Bull, R., Johnston, R.S., & Roy, J.A.* (1999). Exploring the roles of the visuo-spatial sketch pad and central executive in children's arithmetical skills: Views from cognition and developmental neuropsychology. *Developmental Neuropsychology*, 15, 421–442.
67. Casey B.J. The adolescent brain /B.J. Casey, S. Getz, A. Galvan // *Developmental Review*. -2008.-Vol.28.-P.62–77.
68. *Contreras M.J., Martinez-Molina A. & Santacreu J.* Do the sex differences play such an important role in explaining performance in spatial tasks? // *Personality and Individual Differences*. — 2012. — Vol. 52. — P. 659–663. Doi:10.1016/j.paid.2011.12.010.
69. *Costa, L. D.* (1976). Interset variability on the Raven Coloured Progressive Matrices as an indicator of specific ability deficit in brain-lesioned patients. *Cortex*, 12, 31–40. Doi:10.1016/s0010-9452(76)80027-5).
70. *De Lillo C.* A comparative analysis of global and local processing of hierarchical visual stimuli in young children and monkeys (*Cebus apella*) / C. De Lillo, G.

- Spinozzi, V. Truppa, D.M. Naylor // *Journal of Comparative Psychology*. 2005. Vol. 119, № 2. P. 155—165.
71. *De Renzi, E.* (1982). Disorders of space exploration and cognition. New York, NY: Wiley.
72. *De Schonen S., Mathivet E.* First come first served: A cenario about the development of hemispheric specialization face recognition during infancy // *Cahiers de Psychologie Cognitive*. 1989. Vol. 9, № 1. P. 3—44.
73. *Feder K.P.; Majnemer A.* Handwriting development, competency, and intervention // *Developmental Medicine and Child Neurology*. — 2007. — V. 49 (4). — P. 312
74. *Gazzaniga M.S.* The bisected brain. N – Y., 1970.
75. *Hegarty, M., Montello, D. R., Richardson, A. E., Ishikawa, T., & Lovelace, K.* (2006). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. *Intelligence*, 34, 151–176. Doi:10.1016/j.intell.2005.09.005
76. *Hellige J.B.* Hemispheric asymmetry: Whats right and whats left. Cambridge: Harvard University Press. 1993. 396 p.
77. *Holloway R.L., de Lacoste M.C.* Sexual dimorphism in the human corpus callosum: An extension and replication study // *Human Neurobiology*. 1986. Vol. 5. P. 87–91
78. *Holmes, J., & Adams, J. W.* (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26, 339366.
79. *Holmes, J., Adams, J. W., & Hamilton, C. J.* (2008). *The relationship between visuospatial sketchpad capacity and children's mathematical skills. European Journal of Cognitive Psychology*, 20(2), 272–289.
80. *Johnson, D. K., Storandt, M., Morris, J. C., & Galvin, J. E.* (2009). Longitudinal study of the transition from healthy aging to Alzheimer disease. *Archives of Neurology-Chicago*, 66, 1254–1259. Doi:10.1001/archneurol.2009.158.

81. *Kimchi R.* Microgenesis and ontogenesis of perceptual organization / R. Kimchi, B. Hadad, M. Behrmann, S. Palmer // *Psychological Science*. 2005. Vol. 16, № 4. P. 282—290.
82. *Kolb B., Wishaw Q.* Fundamentals of neuropsychology. 4th ed. N.Y.: Freeman, 1996.
83. *Lenroot RK, Gogtay N, Greenstein DK, Wells EM, Wallace GL, Clasen LS, Blumenthal JD, Lerch J, Zijdenbos AP, Evans AC, et al.* Sexual dimorphism of brain developmental trajectories during childhood and adolescence. *Neuroimage*. 2007;36:1065–1073.
84. *Lezak, M. D.* (1995). Neuropsychological assessment. Oxford, UK: Oxford University Press.
85. *Lindgren S. D, & Benton A. L.* (1980) Developmental patterns of visuospatial judgment. / *Ped. Psychol.* 5: 217-225.
86. *Linn, M. C., & Petersen, A. C.* (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta- analysis. *Child Development*, 56, 1479–1498. Doi:10.2307/ 1130467
87. *Luna B.* The emergence of collaborative brain function—fMRI studies of the development of response inhibition /B. Luna, J. Sweeney // *Ann NY Acad Sci.*-2004.- Vol.1021.- P.296–309.
88. *Madhura Ingahalikar, Alex Smith, Drew Parker, Theodore D. Satterthwaite, Mark A. Elliott, Kosha Ruparel, Hakon Hakonarson, Raquel E. Gur, Ruben C. Gur, and Ragini Verm.* Sex differences in the structural connectome of the human brain // *PNAS*. 2014. V. 111. № 2. P. 823–828.
89. *Maybery, M. T., & Do, N.* (2003). Relationships between facets of working memory and performance on a curriculum-based mathematics test in children. *Educational and Child Psychology*, 20, 77-92.
90. *McKenzie, B., Bull, R., & Gray, C.* (2003). The effects of phonological and visual-spatial interference on children's arithmetical performance. *Educational and Child Psychology*, 20, 93108.

91. Meyers J.E., Meyers K.R. Rey complex figure test under four different administration procedures // *The Clinical Neuropsychologist*. 1995. Vol. 9. P. 63-67.
92. Milne, E., & Szczerbinski, M. (2009). Global and local perceptual style, field-independence, and central coherence: An attempt at concept validation. *Advances in Cognitive Psychology*, 27, 1–26. Doi:10.2478/v10053-008-0062-8
93. Mitolo, M., Gardini, S., Caffarra, P., Ronconi, L., Venneri, A., & Pazzaglia, F. (2015). Relationship between spatial ability, visuospatial working memory and self-assessed spatial orientation ability: A study in older adults. *Cognitive Processing*, 16, 165–176. Doi:10.1007/s10339-015-0647-3.
94. Mondloch C.J. Developmental changes in the processing of hierarchical shapes continue into adolescence / C.J. Mondloch, S. Geldart, D. Maurer, S. de Schonen // *Journal of Experimental Child Psychology*. 2003. Vol. 84, № 1. P. 20—40.
95. Moses P. Functional MRI of global and local processing in children / P. Moses, K. Roe, R. Buxton, E. Wong, L.R. Frank, J Stiles // *Neuroimage*. 2002. Vol. 16, Iss. 2. P. 415—426.
96. Price C.J. A review and synthesis of the first 20 years of PET and fMRI studies of heard speech, spoken language and reading // *Neuroimage*. – 2012. – Vol. 62(2). – PP. 816–847
97. Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of Experimental Psychology*, 91, 137-157.
98. Ray W.J. Spatial abilities, sex differences and EEG functioning // *Neuropsychologia*. 1981. Vol. 19, No 5. P. 97–107.
99. Reuhkala, M. (2001). *Mathematical Skills in Ninth-graders: Relationship with visuo-spatial abilities and working memory*. *Educational Psychology*, 21(4), 387–399. doi:10.1080/01443410120090786
100. Riddoch, M. J., & Humphreys, G. W. (1993). BORB: Birmingham Object Recognition Battery. Mahwah, NJ: LEA

101. *Rodd J.M., Longe O.A., Randall B., Tyler L.K.* The functional organization of the fronto-temporal language system: Evidence from syntactic and semantic ambiguity // *Neuropsychologia*. –2010. –Vol. 58(5). –PP. 1324–1335
102. *Scherf K.S.* Emergence of global shape processing continues through adolescence / K.S. Scherf, M. Behrmann, R. Kimchi, B. Luna // *Child Development*. 2009. Vol. 80, Iss. 1. P. 162—177.
103. *Skemp, R.R.* (1986). *The psychology of learning mathematics*. London: Penguin Books.
104. *Smith L.B., Kemler D.G.* Developmental trends in free classification: Evidence for a new conceptualization of perceptual development // *Journal of Experimental Child Psychology*. 1977. Vol. 24, Iss. 2. P. 279—298.
105. *Stern R.A., Javorsky D.J., Singer E.A. et al.* The Boston Qualitative Scoring System for the Rey-Osterreith complex figure: Professional manual. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources, 1994.
106. *Susan J. Pickering* (2001) The development of visuo-spatial working memory, *Memory*, 9:4-6, 423-432, DOI: 10.1080/09658210143000182
107. *Thomassen J.W.M., Teulings H.M.* The development of handwriting. In M. Martlew (Ed.), *The psychology of written language: developmental and educational perspectives*. New York: Wiley. 1983. — P. 179–213.
108. *Tombaugh T.N., Faulkner P., Humbley A.M.* Effects of age on the Rey-Osterrith and Taylor Complex Figures: Test-retest data using an intentional learning paradigm // *Journal of Clinical and Experimental Psychology*. 1992. Vol.1 4. P. 647-661.
109. *Towse, J. N., & Houston-Price, C. M. T.* (2001). Combining representations in working memory: A brief report. *British Journal of Developmental Psychology*, 19, 319-324.
110. *Trojano, L., Siciliano, M., Cristinzio, C., & Grossi, D.* (2017). *Exploring visuospatial abilities and their contribution to constructional abilities and nonverbal intelligence. Applied Neuropsychology: Adult*, 25(2), 166–173. doi:10.1080/23279095.2016.1269009

111. Trojano, L., Siciliano, M., Pedone, R., Cristinzio, C., & Grossi, D. (2015). Italian normative data for the battery for visuospatial abilities (TERADIC). *Neurological Sciences*, 36, 1353–1361. Doi:10.1007/s10072-015-2114-4
112. Van Kleeck M.H. Hemispheric differences in global versus local processing of hierarchical visual stimuli by normal subjects: New data and a meta-analysis of previous studies // *Neuropsychologia*. 1989, Iss. 9. Vol. 27. P. 1165—1178.
113. Witelson S.F. Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum // *Brain*. 1989. Vol. 112. P. 799–835.
114. Yeatman J.D., Ben-Shachar M., Glover G.H., Feldman H.M. Individual Differences in Auditory Sentence Comprehension in Children: An Exploratory Event-Related Functional Magnetic Resonance Imaging Investigation // *Brain Language*. –2010. –Vol. 114(2). –PP.72–79.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Таблицы средних значений

Таблица 1. Средние значения показателей пространственных и квазипространственных функций среди 4 возрастных групп.

Методика	Возраст	Среднее значение
Тест Бентона	7	16,43
	8-9	20,30
	10-11	19,86
	12-14	23
Фигура Рея-Остеррица	7	15,64
	8-9	18,20
	10-11	19,35
	12-14	23,33
Фигура Тейлора	7	14,64
	8-9	16,5
	10-11	17,5
	12-14	21,66
Отсроченное воспроизведение фигуры Рея-Остеррица	7	7
	8-9	9,65
	10-11	10,71
	12-14	12,91
Копирование с перешифровкой	7	5,71
	8-9	6,90
	10-11	5,86
	12-14	8,17
Рисунок стола	7	1,42
	8-9	1,65
	10-11	2,14
	12-14	3
	7	17,71

Понимание грамматических конструкций	логико- 8-9	23,9
	10-11	22,71
	12-14	26,17
Серийный счет	7	0,5
	8-9	2,3
	10-11	2,21
	12-14	2,66
Решение математической задачи	7	1,5
	8-9	1,4
	10-11	1,6
	12-14	2,3

Таблица 2. Средние значения показателей пространственных функций среди 4 возрастных групп (расширенная выборка).

Методика	Возраст	Среднее значение
Тест Бентона	7	16,43
	8-9	20,05
	10-11	20,78
	12-14	22,31
Фигура Рея-Остеррица	7	15,64
	8-9	16,81
	10-11	19,05
	12-14	20,18
Фигура Тейлора	7	14,64
	8-9	15,6
	10-11	17,8
	12-14	20,68
Отсроченное воспроизведение фигуры Рея-Остеррица	7	7
	8-9	8,73
	10-11	11,44
	12-14	11,21

Таблица 3. Средние значения показателей пространственных и квазипространственных функций среди 4 возрастных групп,раздельно, у лиц мужского и женского пола.

Методика	Возраст	Муж.	Жен.
Методика ориентаций линий Бентона	7	17,25	15,33
	8-9	22	16,33
	10-11	18,5	26,5
	12-14	24	22
Копирование фигуры Рее-Остеррица	7	13,87	18
	8-9	18,07	18,5
	10-11	18,25	21,5
	12-14	23	23,6
Копирование фигуры Тейлора	7	14	15,5
	8-9	16,85	15,66
	10-11	16,25	21
	12-14	22,33	21
Отсроченное воспроизведение фигуры Рее-Остеррица	7	5,25	9,33
	8-9	9,42	10,16
	10-11	9,41	17,75
	12-14	11,66	14,16
Копирование с перешифровкой	7	4	8
	8-9	6,71	7,33
	10-11	5,33	10
	12-14	5,67	10,67
Рисунок стола	7	1	2
	8-9	1,7	1,5
	10-11	1,8	3
	12-14	2,6	3
Понимание логико-грамматических конструкций	7	16,25	19,67
	8-9	24,57	22,33
	10-11	22	27
	12-14	25,67	26,67
Серийный счет	7	0,57	0,66
	8-9	2,57	1,66
	10-11	2,08	2,5
	7	1,25	1,83

Решение математической задачи	8-9	1,35	1,5
	10-11	1,58	1,75
	12-14	2,33	2,33

Таблица 4. Средние значения показателей пространственных функций среди 4 возрастных групп отдельно у лиц мужского и женского пола (расширенная выборка).

Методика	Возраст	Муж.	Жен.
Методика ориентаций линий Бентона	7	17,25	15,33
	8-9	22	16,33
	10-11	18,5	26,5
	12-14	24	22
Копирование фигуры Тейлора	7	14	15,5
	8-9	16,85	15,66
	10-11	16,25	21
	12-14	22,33	21
Понимание логики- грамматических конструкций	7	16,25	19,67
	8-9	24,57	22,33
	10-11	22	27
	12-14	25,67	26,67
Отсроченное воспроизведение фигуры Рея- Остеррица	7	5,25	9,33
	8-9	9,42	10,16
	10-11	9,41	17,75
	12-14	11,66	14,16

Приложение 2. Результаты статистического анализа

Таблица 1. Достоверность различий показателей пространственных и квазипространственных функций среди 2 возрастных групп (Т-критерий Стьюдента)

Переменная для сравнения	Т-критерий	Значимость, р
Тест Бентона	-1,538	0,135
Копирование фигуры Рея-Остерицца	-2,452	0,020
Копирование фигуры Тейлора	-2,513	0,018
Копирование с «перешифровкой»	-0,772	0,446
Отсроченное воспроизведение фигуры	-2,060	0,052
Рисунок стола	-2,549	0,019
Понимание ЛГ-конструкций	-1,918	0,065
Серийный счет	-2,271	0,031
Решение задачи	-1,331	0,194

Таблица 2. Достоверность различий показателей пространственных и квазипространственных функций среди 3 возрастных групп (критерий Краскала-Уоллиса)

Переменная для сравнения	Статистика критерия	Группы сравнения	Величина, р (попарное сравнение)	Величина, р
Тест Бентона	7,665	1 группа — 2 группа	0,766	0,022
		1 группа — 3 группа	0,022	
		2 группа — 3 группа	0,220	
Копирование фигуры Тейлора	9,935	1 группа — 2 группа	0,464	0,007
		1 группа — 3 группа	0,006	
		2 группа — 3 группа	0,161	
Копирование фигуры Рея - Остерицца	6,946	1 группа — 2 группа	1	0,031
		1 группа — 3 группа	0,045	
		2 группа — 3 группа	0,149	
Рисунок стола	6,426	1 группа — 2 группа	1	0,04
		1 группа — 3 группа	0,028	

		2 группа — 3 группа	0,112	
Понимание логико-грамматических конструкций	12,746	1 группа — 2 группа	0,057	0,002
		1 группа — 3 группа	0,001	
		2 группа — 3 группа	0,466	
Серийный счет	13,585	1 группа — 2 группа	0,004	0,001
		1 группа — 3 группа	0,002	
		2 группа — 3 группа	1	
Отсроченное воспроизведение фигуры	5,409	-	-	0,067
Копирование с «перешифровкой»	2,904	-	-	0,234
Решение задачи	2,002	-	-	0,368

Таблица 3. Достоверность различий показателей пространственных и квазипространственных функций среди 4 возрастных групп (критерий Краскала-Уоллиса)

Переменная для сравнения	Статистика критерия	Группы сравнения	Величина, р (попарное сравнение)	Величина, р
Копирование фигуры Рея	9,424	1 группа — 2 группа	1	0,024
		1 группа — 3 группа	1	
		1 группа — 4 группа	0,019	
		3 группа — 2 группа	1	
		3 группа — 4 группа	0,187	
		2 группа — 4 группа	0,119	
Копирование фигуры Тейлора	12,704	1 группа — 2 группа	0,668	0,005
		1 группа — 3 группа	0,874	
		1 группа — 4 группа	0,002	
		3 группа — 2 группа	1	
		3 группа — 4 группа	0,145	
		2 группа — 4 группа	0,13	
Рисунок стола	8,891	1 группа — 2 группа	1	0,031
		1 группа — 3 группа	1	
		1 группа — 4 группа	0,045	
		3 группа — 2 группа	1	
		3 группа — 4 группа	0,528	

		2 группа — 4 группа	0,056	
Понимание ЛГ-конструкций	12,397	1 группа — 2 группа	0,046	0,006
		1 группа — 3 группа	0,132	
		1 группа — 4 группа	0,005	
		3 группа — 2 группа	1	
		3 группа — 4 группа	1	
		2 группа — 4 группа	1	
Серийный счет	14,301	1 группа — 2 группа	0,016	0,003
		1 группа — 3 группа	0,029	
		1 группа — 4 группа	0,004	
		3 группа — 2 группа	1	
		3 группа — 4 группа	1	
		2 группа — 4 группа	1	
Тест Бентона	6,349	-	-	0,096
Отсроченное воспроизведение фигуры	4,844	-	-	0,184
Копирование с «перешифровкой»	1,939	-	-	0,585
Решение задачи	3,562	-	-	0,313

Таблица 4. Достоверность различий показателей пространственных функций среди 2 возрастных групп, расширенная выборка (Т-критерий Стьюдента)

Переменная для сравнения	Т-критерий	Значимость, р
Тест Бентона	-2,010	0,050
Копирование фигуры Рея-Остерицца	-3,119	0,003
Копирование фигуры Тейлора	-4,679	0,000
Отсроченное воспроизведение фигуры	-2,594	0,012

Таблица 5. Достоверность различий показателей пространственных функций среди 3 возрастных групп, расширенная выборка (критерий Краскала-Уоллиса)

Переменная для сравнения	Статистика критерия	Группы сравнения	Величина, р (попарное сравнение)	Величина, р
Тест Бентона	10,199	1 группа-2 группа	0,488	0,006
		1 группа-3 группа	0,010	
		2 группа-3 группа	0,082	
Копирование фигуры Рея-Остерицца	7,186	1 группа-2 группа	1	0,028
		1 группа-3 группа	0,218	
		2 группа-3 группа	0,038	
Копирование фигуры Тейлора	19,039	1 группа-2 группа	1	0,000
		1 группа-3 группа	0,001	
		2 группа-3 группа	0,001	
Отсроченное воспроизведение фигуры	6,708	1 группа-2 группа	0,752	0,035
		1 группа-3 группа	0,051	

		2 группа-3 группа	0,226	
--	--	-------------------	-------	--

Таблица 6. Достоверность различий показателей пространственных и квазипространственных функций, между группами, разделенными по типу стратегии копирования (критерий Краскала-Уоллиса)

Переменная для сравнения	Статистика критерия	Группы сравнения	Величина, р (парное сравнение)	Величина, р
Тест Бентона	7,479	хаотичная-пофрагментарная	0,046	0,024
		хаотичная-целостная	0,029	
		пофрагментарная-целостная	1	
Копирование фигуры Рея-Остерицца	11,553	хаотичная-пофрагментарная	0,091	0,003
		хаотичная-целостная	0,002	
		пофрагментарная-целостная	0,08	
Копирование фигуры Тейлора	14,131	хаотичная-пофрагментарная	0,023	0,001
		хаотичная-целостная	0,001	

		пофрагментарная-целостная	0,093	
Копирование с «перешифровкой»	8,570	хаотичная-пофрагментарная	0,045	0,014
		хаотичная-целостная	0,013	
		пофрагментарная-целостная	0,701	
Рисунок стола	14,526	хаотичная-пофрагментарная	0,04	0,001
		хаотичная-целостная	0,000	
		пофрагментарная-целостная	0,045	
Понимание ЛГ-конструкций	6,335	хаотичная-пофрагментарная	0,154	0,042
		хаотичная-целостная	0,038	
		пофрагментарная-целостная	0,645	
Отсроченное воспроизведение фигуры	5,823	-	-	0,054
Серийный счет	3,432	-	-	0,18
Решение задачи	5,162	-	-	0,076

Таблица 7. Достоверность различий показателей пространственных функций, между группами, разделенными по типу стратегии копирования, расширенная выборка (критерий Краскала-Уоллиса)

Переменная для сравнения	Статистика критерия	Группы сравнения	Величина, р (попарное сравнение)	Величина, р
Тест Бентона	7,575	хаотичная-пофрагментарная	0,037	0,023
		хаотичная-целостная	0,033	
		пофрагментарная-целостная	1	
Копирование фигуры Рея-Остерицца	13,951	хаотичная-пофрагментарная	0,017	0,001
		хаотичная-целостная	0,001	
		пофрагментарная-целостная	0,113	
Копирование фигуры Тейлора	16,953	хаотичная-пофрагментарная	0,005	0,000
		хаотичная-целостная	0,000	
		пофрагментарная-целостная	0,099	
Отсроченное воспроизведение фигуры	8,752	хаотичная-пофрагментарная	0,066	0,013

		хаотичная- целостная	0,010	
		пофрагментарн ая-целостная	0,389	

Таблица 8. Достоверность различий показателей пространственных и квазипространственных функций, между группами, разделенными по типу наличия/отсутствия структурно-топологических ошибок при копировании фигуры Рея-Остеррица (Т-критерий Стьюдента)

Переменная для сравнения	Т-критерий	Значимость, р
Тест Бентона	3,431	0,002
Копирование фигуры Рея-Остеррица	5,164	0,000
Копирование фигуры Тейлора	5,014	0,000
Копирование с «перешифровкой»	2,209	0,035
Отсроченное воспроизведение фигуры	1,799	0,082
Рисунок стола	1,503	0,144
Понимание ЛГ-конструкций	1,510	0,142
Серийный счет	2,227	0,034
Решение задачи	0,854	0,4

Таблица 9. Достоверность различий показателей пространственных и квазипространственных функций, между группами, разделенными по типу наличия/отсутствия структурно-топологических ошибок при копировании фигуры Тейлора (Т-критерий Стьюдента)

Переменная для сравнения	Т-критерий	Значимость, р
Тест Бентона	3,374	0,002
Копирование фигуры Рея-Остерицца	1,324	0,196
Копирование фигуры Тейлора	3,082	0,004
Копирование с «перешифровкой»	1,444	0,160
Отсроченное воспроизведение фигуры	1,113	0,275
Рисунок стола	2,150	0,040
Понимание ЛГ-конструкций	3,057	0,005
Серийный счет	-0,085	0,933
Решение задачи	-0,124	0,902

Таблица 10. Достоверность различий показателей пространственных и квазипространственных функций, между группами, разделенными по типу наличия/отсутствия структурно-топологических ошибок при отсроченном воспроизведении сложной фигуры (Т-критерий Стьюдента)

Переменная для сравнения	Т-критерий	Значимость, р
Тест Бентона	2,270	0,031
Копирование фигуры Рея-Остерицца	3,368	0,002
Копирование фигуры Тейлора	3,295	0,003
Копирование с «перешифровкой»	3,917	0,001
Отсроченное воспроизведение фигуры	6,552	0,000
Рисунок стола	2,424	0,022
Понимание ЛГ-конструкций	1,454	0,157
Серийный счет	1,455	0,156
Решение задачи	1,100	0,281

Таблица 11. Достоверность различий показателей пространственных функций, между группами, разделенными по типу наличия/отсутствия структурно-топологических ошибок при копировании фигуры Рея-Остеррица (Т-критерий Стьюдента)

Переменная для сравнения	Т-критерий	Значимость, р
Тест Бентона	2,605	0,012
Копирование фигуры Рея-Остеррица	5,315	0,000
Копирование фигуры Тейлора	4,932	0,000
Отсроченное воспроизведение фигуры	1,823	0,074

Таблица 12. Достоверность различий показателей пространственных функций, между группами, разделенными по типу наличия/отсутствия структурно-топологических ошибок при копировании фигуры Тейлора (Т-критерий Стьюдента)

Переменная для сравнения	Т-критерий	Значимость, р
Тест Бентона	2,909	0,005
Копирование фигуры Рея-Остеррица	2,554	0,014
Копирование фигуры Тейлора	4,090	0,000
Отсроченное воспроизведение фигуры	1,699	0,098

Таблица 13. Достоверность различий показателей пространственных и квазипространственных функций, между группами, разделенными по типу наличия/отсутствия координатных ошибок при копировании фигуры Тейлора (Т-критерий Стьюдента)

Переменная для сравнения	Т-критерий	Значимость, р
Тест Бентона	1,715	0,097
Копирование фигуры Рея-Остерицца	2,448	0,021
Копирование фигуры Тейлора	1,537	0,135
Копирование с «перешифровкой»	1,728	0,095
Отсроченное воспроизведение фигуры	0,421	0,677
Рисунок стола	-0,009	0,995
Понимание ЛГ-конструкций	1,334	0,193
Серийный счет	1,273	0,213
Решение задачи	2,122	0,043

Таблица 14. Достоверность различий показателей пространственных и квазипространственных функций, между группами, разделенными по типу наличия/отсутствия координатных ошибок при отсроченном воспроизведении сложной фигуры (Т-критерий Стьюдента)

Переменная для сравнения	Т-критерий	Значимость, р
Тест Бентона	0,977	0,337
Копирование фигуры Рея-Остерицца	1,530	0,137
Копирование фигуры Тейлора	1,180	0,247
Копирование с «перешифровкой»	1,344	0,189
Отсроченное воспроизведение фигуры	0,258	0,798
Рисунок стола	0,445	0,660
Понимание ЛГ-конструкций	1,034	0,310
Серийный счет	2,045	0,050
Решение задачи	2,746	0,010

Таблица 15. Достоверность различий показателей пространственных функций, между группами, разделенными по типу наличия/отсутствия координатных ошибок при копировании фигуры Рея-Остеррица (Т-критерий Стьюдента)

Переменная для сравнения	Т-критерий	Значимость, р
Тест Бентона	0,800	0,427
Копирование фигуры Рея-Остеррица	2,708	0,009
Копирование фигуры Тейлора	0,265	0,088
Отсроченное воспроизведение фигуры	-0,440	0,688

Таблица 16. Достоверность различий показателей пространственных функций, между группами, разделенными по типу наличия/отсутствия координатных ошибок при копировании фигуры Тейлора (Т-критерий Стьюдента)

Переменная для сравнения	Т-критерий	Значимость, р
Тест Бентона	1,930	0,059
Копирование фигуры Рея-Остеррица	2,355	0,023
Копирование фигуры Тейлора	1,671	0,101
Отсроченное воспроизведение фигуры	0,326	0,746

Таблица 17. Достоверность различий показателей пространственных и квазипространственных функций, между группами, разделенными по половому признаку (критерий Манна-Уитни)

Условие сравнения	Статистика Манна-Уитни	Величина, р
Копирование с «перешифровкой»	35	0,001
Отсроченное воспроизведение фигуры	61,5	0,044
Тест Бентона	113,5	0,887
Копирование фигуры Рея-Остерицци	73,5	0,1335
Копирование фигуры Тейлора	89,5	0,4034
Рисунок стола	72,5	0,1229
Понимание ЛГ-конструкций	92	0,4761
Серийный счет	135	0,3172
Решение задачи	90,5	0,4269

Таблица 18. Достоверность различий показателей пространственных функций, между группами, разделенными по половому признаку, расширенная выборка (критерий Манна-Уитни)

Условие сравнения	Статистика Манна-Уитни	Величина, р
Тест Бентона	326	0,894
Копирование фигуры Рея-Остерицца	297	0,674
Копирование фигуры Тейлора	260	0,260
Отсроченное воспроизведение фигуры	228,5	0,084

Таблица 19. Значимые корреляции между возрастом испытуемых и количественными показателями пространственных и квазипространственных функций (по критерию Пирсона)

1 параметр	2 параметр	Коэффициент корреляции	Уровень значимости
Возраст	Тест Бентона	0,403	0,05
Возраст	Копирование фигуры Рея-Остерицца	0,557	0,01
Возраст	Копирование фигуры Тейлора	0,564	0,01
Возраст	Отсроченное воспроизведение фигуры	0,429	0,05
Возраст	Рисунок стола	0,529	0,01
Возраст	Понимание ЛГ-конструкций	0,538	0,01
Возраст	Серийный счет	0,580	0,01

Таблица 20. Значимые корреляции между показателями по различным методикам, направленным на оценку пространственных функций (по критерию Пирсона)

1 параметр	2 параметр	Коэффициент корреляции	Уровень значимости
Тест Бентона	Копирование фигуры Рея-Остерицца	0,615	0,01
Тест Бентона	Копирование фигуры Тейлора	0,725	0,01
Тест Бентона	Отсроченное воспроизведение фигуры	0,380	0,01
Тест Бентона	Копирование с «перешифровкой»	0,395	0,05
Копирование фигуры Рея-Остерицца	Копирование фигуры Тейлора	0,846	0,01
Копирование фигуры Рея-Остерицца	Отсроченное воспроизведение фигуры	0,542	0,01
Копирование фигуры Рея-Остерицца	Рисунок стола	0,549	0,01
Копирование фигуры Рея-Остерицца	Копирование с «перешифровкой»	0,628	0,01
Копирование фигуры Тейлора	Отсроченное воспроизведение фигуры	0,555	0,01

Копирование фигуры Тейлора	Рисунок стола	0,595	0,01
Копирование фигуры Тейлора	Копирование с «перешифровкой»	0,483	0,01
Отсроченное воспроизведение фигуры	Рисунок стола	0,567	0,01
Отсроченное воспроизведение фигуры	Копирование с «перешифровкой»	0,509	0,01
Копирование с «перешифровкой»	Рисунок стола	0,539	0,01

Таблица 21. Значимые корреляции между показателями по различным методикам, направленным на оценку квазипространственных функций (по критерию Пирсона)

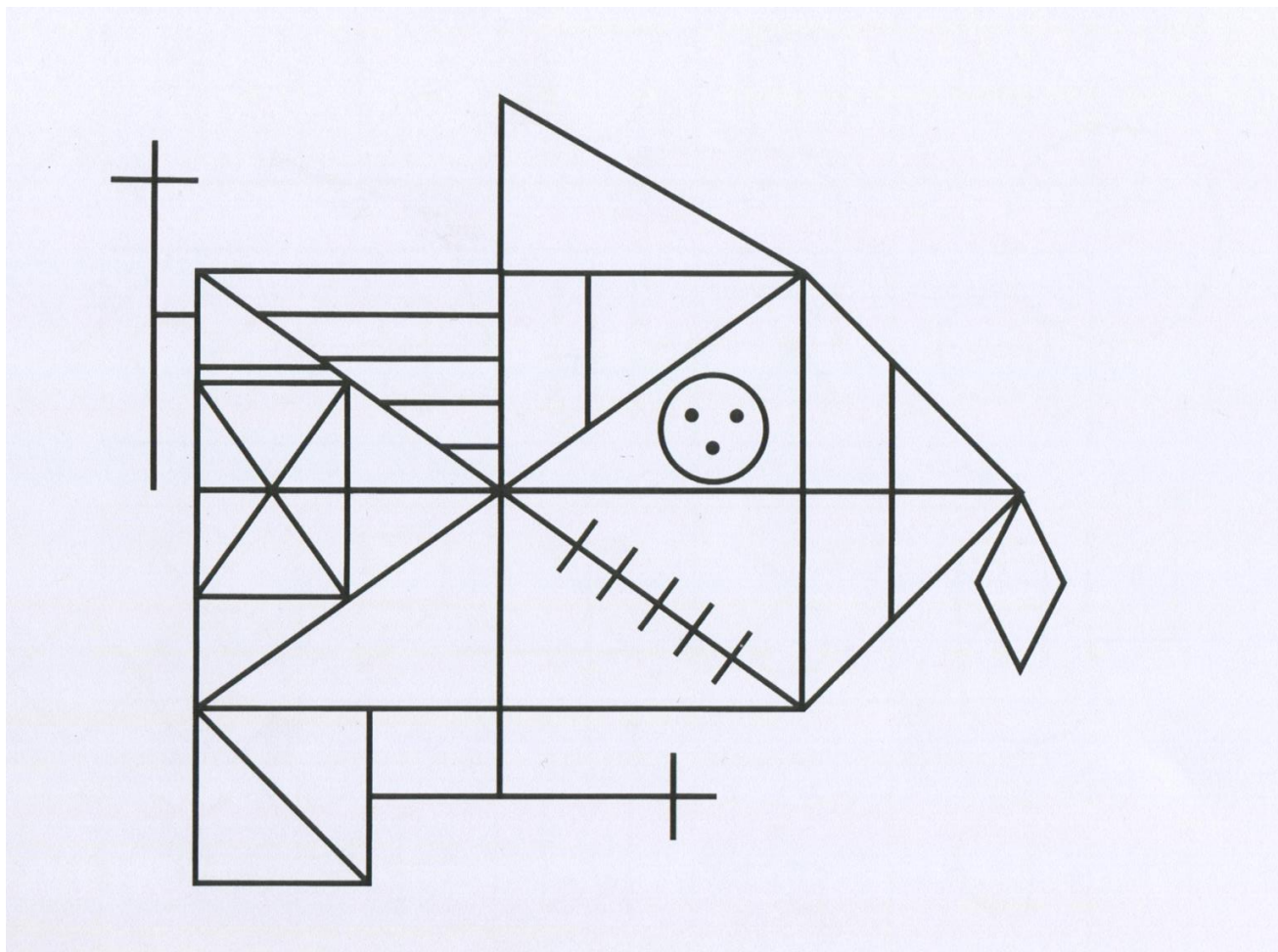
1 параметр	2 параметр	Коэффициент корреляции	Уровень значимости
Понимание ЛГ-конструкций	Серийный счёт	0,518	0,01
Серийный счёт	Решение математической задачи	0,488	0,01

Таблица 22. Значимые корреляции между количественными показателями пространственных и квазипространственных функций (по критерию Пирсона)

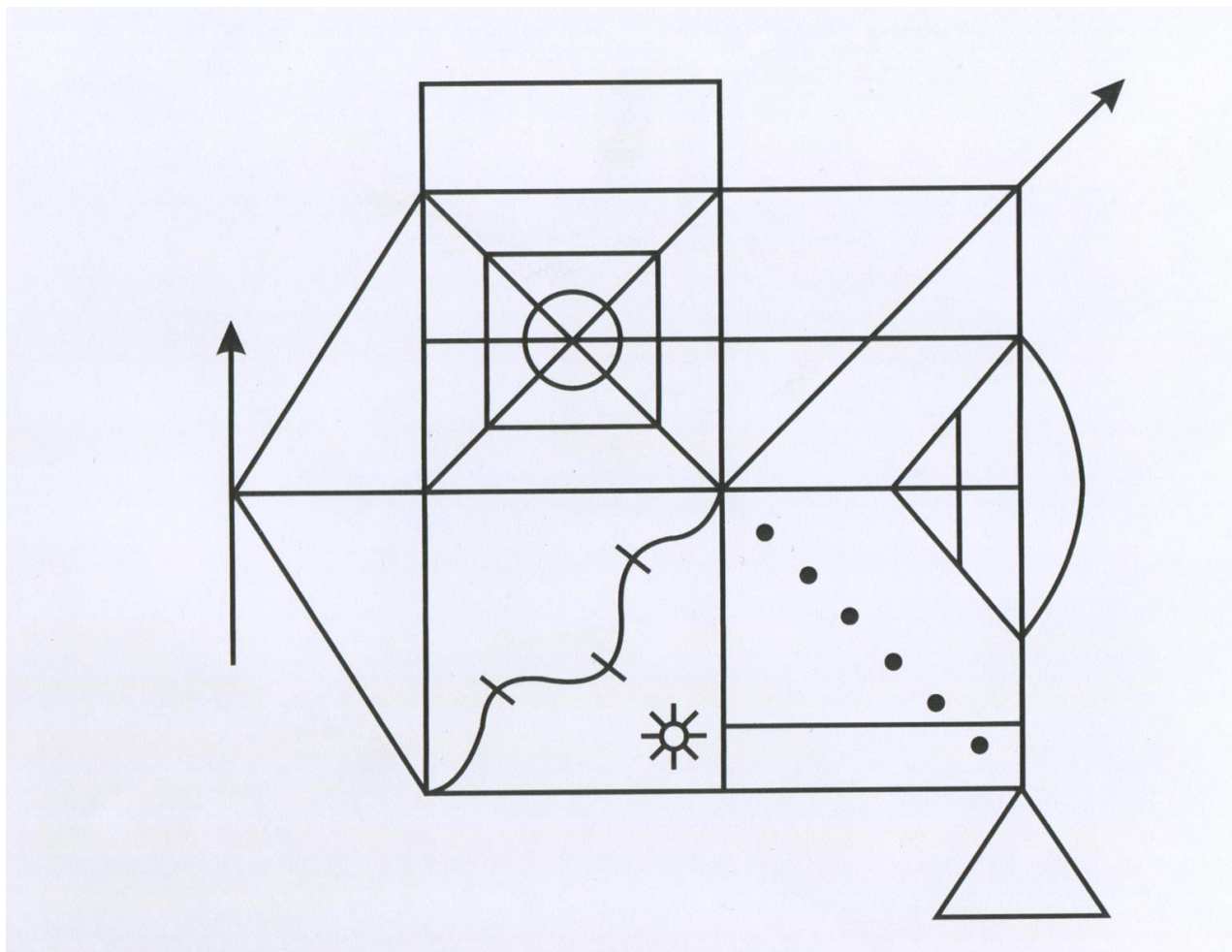
1 параметр	2 параметр	Коэффициент корреляции	Уровень значимости
Тест Бентона	Серийный счёт	0,404	0,05
Тест Бентона	Понимание ЛГ-конструкций	0,458	0,01
Копирование фигуры Рея-Остерицца	Понимание ЛГ-конструкций	0,408	0,05
Копирование фигуры Рея-Остерицца	Серийный счёт	0,506	0,01
Копирование фигуры Рея-Остерицца	Решение задачи	0,373	0,05
Копирование фигуры Тейлора	Понимание ЛГ-конструкций	0,532	0,01
Копирование фигуры Тейлора	Серийный счёт	0,523	0,01
Отсроченное воспроизведение фигуры	Понимание ЛГ-конструкций	0,527	0,01
Рисунок стола	Понимание ЛГ-конструкций	0,512	0,01
Копирование с «перешифровкой»	Понимание ЛГ-конструкций	0,365	0,05

Приложение 3. Стимульные материалы

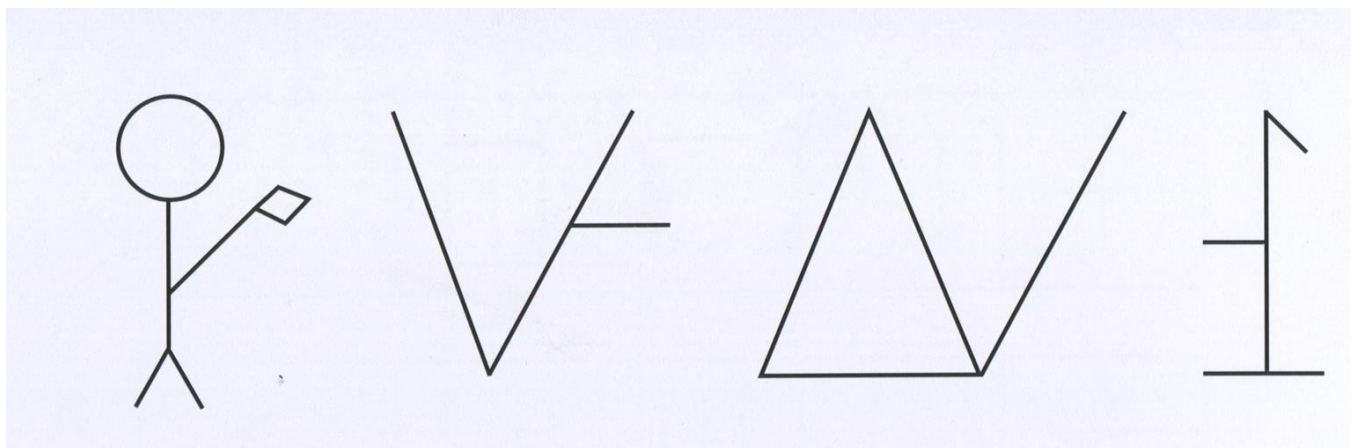
А) Стимульный материал методики «Копирование сложной фигуры Рея-Остеррица»



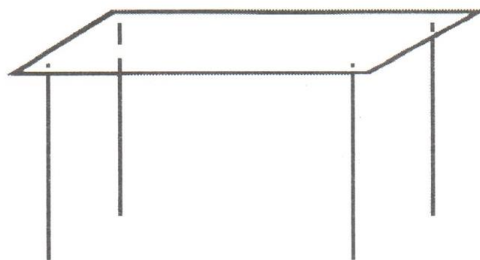
Б) Стимульный материал методики «Копирование сложной фигуры Тейлора



В) Стимульный материал для методики «Копирование с перешифровкой»



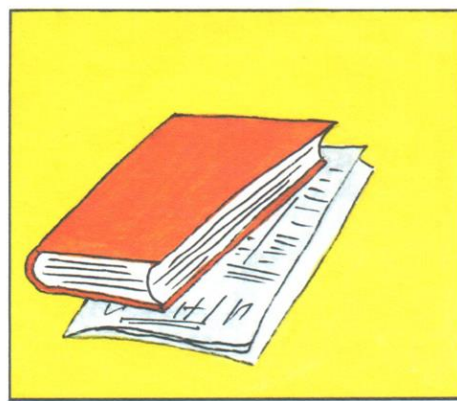
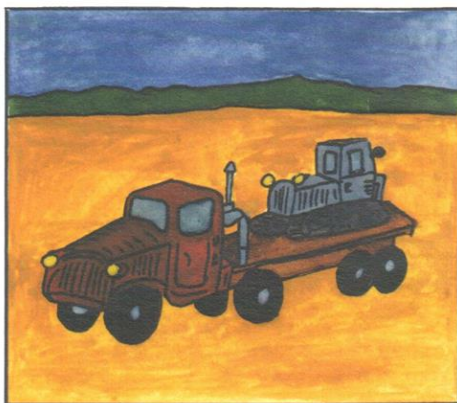
Г) Образец для методики «Рисунок стола»

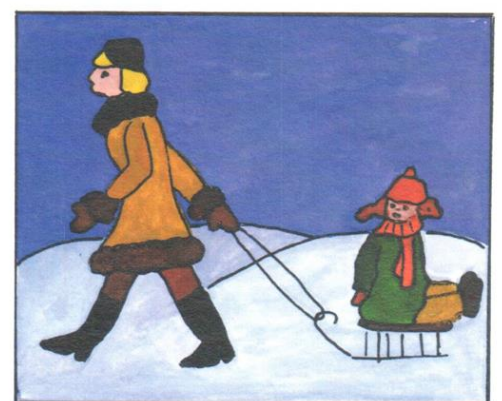
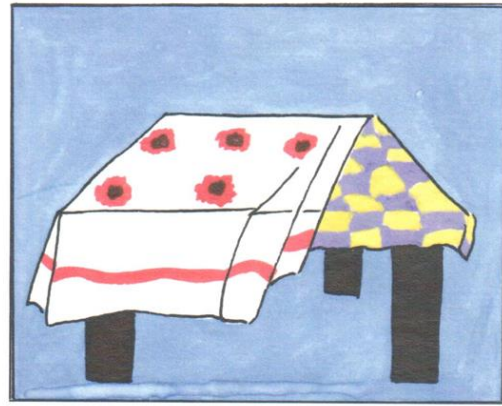
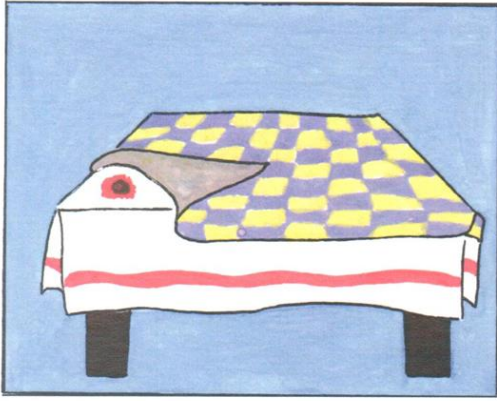


Д) Набор предложений и изображений для методики на понимание логико-грамматических конструкций.

1) Понимание обратимых конструкций

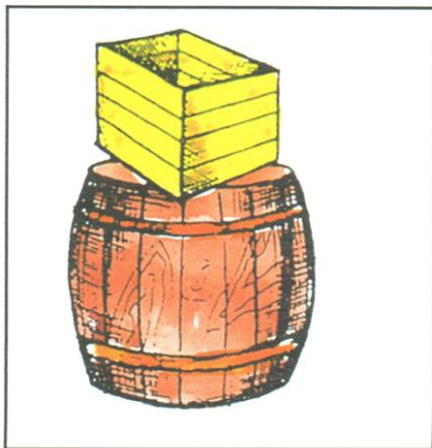
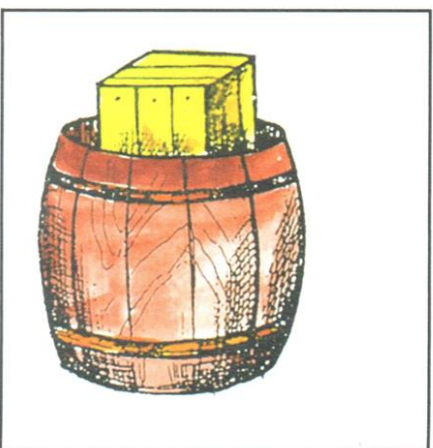
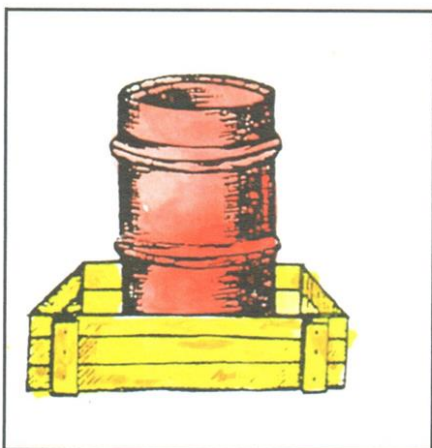
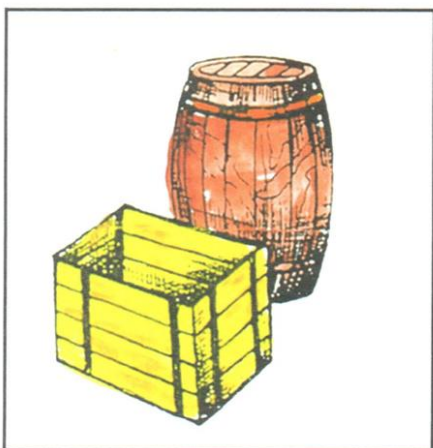
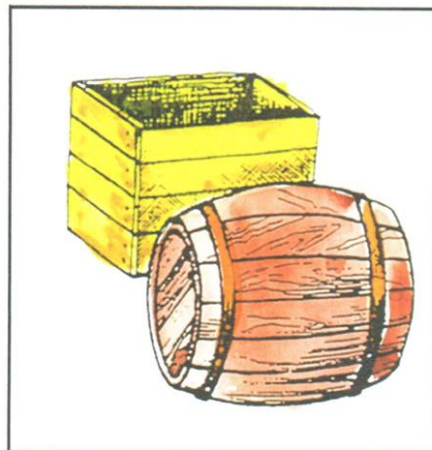
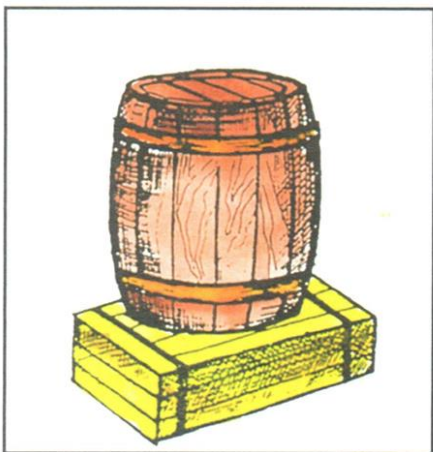
Мужчину обрызгала женщина. Трактором перевозится машина. Газету закрывает книга. Клеенка покрыта скатертью. Девочкой спасен мальчик. Мама перевозится дочкой.





2) Понимание предложных конструкций

В ящике бочонок. Ящик за бочонком. На бочонке ящик. Бочонок перед ящиком.



Е) Стимульный материал для методики «Решение математической задачи»

Задачи для 1 класса

- За обедом съели 6 котлет. После обеда осталось 5 котлет. Сколько котлет приготовила мама к обеду?
- По двору ходили гуси. Всего у них было 6 ног. К ним подошли 2 козлят. Сколько стало ног?
- В корзине было 7 яблок. Это на 3 яблока больше, чем в ведре. Сколько яблок в ведре?

Задачи для 2 класса

- У Вани 7 машинок, у Оли — кукол на 5 больше. Сколько всего игрушек у ребят?
- У мальчика было 24 яблока: часть из них он отдал. 7 яблок осталось. Сколько яблок он отдал?
- Ученик купил ручку, карандаш и тетрадь за 63 рубля. Ручка стоила 24 рубля, карандаш — 11 рублей. Сколько стоила тетрадь?

Задачи для 3 класса

- Хозяйка варит за 5 дней 15 килограммов картофеля. Сколько картофеля она варит за неделю?
- На 2-х полках находится 18 книг. На одной в 2 раза больше, чем на другой. Сколько книг на каждой полке?
- На 2-х полках находится 18 книг. На одной на 2 книги больше, чем на другой. Сколько книг на каждой полке?

Задачи для 4 класса

- В одном кошельке на 14 рублей больше, чем в другом. Сколько рублей надо переложить в другой кошелек, чтобы стало поровну?
- Длина карандаша 15 сантиметров, тень длиннее карандаша на 45 сантиметров. Во сколько раз тень длиннее карандаша?

Задачи для 5-6 класса

- Магазин при 10-часовом рабочем дне открывается в 8 часов утра и закрывается в 7 часов вечера. Есть ли у магазина перерыв?
- Сыну 5 лет. Через 15 лет отец станет втрое старше сына. Сколько лет отцу сейчас?