

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи



Хохлов Никита Александрович

**МЕЖПОЛУШАРНЫЕ МЕЖМОДАЛЬНЫЕ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАК ФАКТОР ВЫРАЖЕННОСТИ
МАТЕМАТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ
В ЮНОШЕСКОМ ВОЗРАСТЕ**

19.00.04 – Медицинская психология (психологические науки)

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени

кандидата психологических наук

Москва – 2018

Работа выполнена на кафедре нейро- и патопсихологии факультета психологии
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова»

Научный руководитель: **Ковязина Мария Станиславовна** – доктор психологических наук, доцент, член-корреспондент РАО; профессор, исполняющий обязанности заведующего лабораторией нейрпсихологии факультета психологии ФГБОУ ВО «МГУ имени М.В.Ломоносова».

Официальные оппоненты: **Москвин Виктор Анатольевич** – доктор психологических наук, профессор; профессор кафедры психологии ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК)»;

Алфимова Маргарита Валентиновна – доктор психологических наук; ведущий научный сотрудник лаборатории клинической генетики ФГБНУ «Научный центр психического здоровья»;

Митина Ольга Валентиновна – кандидат психологических наук, доцент; ведущий научный сотрудник лаборатории психологии общения факультета психологии ФГБОУ ВО «МГУ имени М.В.Ломоносова».

Защита состоится 21 мая 2018 г. в 15.00 на заседании диссертационного совета МГУ.19.01 в ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» по адресу: 125009, г. Москва, улица Моховая, дом 11, строение 9, аудитория 102.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке МГУ имени М.В.Ломоносова (г. Москва, ул. Ломоносовский проспект, д. 27); на сайте МГУ имени М.В.Ломоносова (<https://istina.msu.ru/dissertations/92416607/>) и на сайте Научно-консультативного совета РПО и РАО (<http://psy-science-council.ru/dissertaions/>).

Автореферат разослан _____ 2018 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета МГУ.19.01,
кандидат психологических наук

А.А. Кисельников

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Проблема связи психических процессов со структурно-функциональными особенностями строения и работы мозга является центральной в нейропсихологии (Лурия, 1962, 1973; Хомская, 2010). Одним из направлений современной нейропсихологии является нейропсихология индивидуальных различий (дифференциальная нейропсихология), цель которой состоит в выявлении индивидуально-психологических особенностей людей, обусловленных вариативностью морфофункциональной организации здорового мозга (The Neuropsychology..., 1994). Обосновывая необходимость развития нейропсихологии индивидуальных различий, Е.Д. Хомская с соавторами писала: «При изучении любых функций, их структуры, их мозговых механизмов (что составляет, как известно, основную задачу всех нейропсихологических исследований) неизбежно встаёт вопрос о норме функции (процесса, состояния, личностных параметров и т.д.). Понятие нормы для медицинской психологии вообще и для нейропсихологии, в частности, является отправной точкой в рассуждениях о нарушениях каких бы то ни было психических явлений, изучение которых и составляет её предмет» (Хомская и др., 1997, с. 3). Наиболее распространённой является типология индивидуальных различий, опирающаяся на закономерности межполушарных отношений – межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия (Хомская, Ефимова, 1989, 1991; Хомская и др., 1997, 2011; Москвин, 1990, 2002; Москвин, Москвина, 2011).

В настоящей работе изучаются нейропсихологические характеристики, являющиеся фактором выраженности математических способностей в юношеском возрасте. Здесь и далее слово «фактор» употребляется не в узком нейропсихологическом значении, а как «движущая сила, причина какого-нибудь процесса, обуславливающая его или определяющая его характер, существенное обстоятельство» (Ушаков, 2013, с. 718). Интерес к математическим способностям продиктован высокой практической значимостью данной проблемы и неоднозначностью накопленных в науке

сведений об их мозговом обеспечении. Индивидуальные различия в математических способностях могут повлиять на выбор профессии и тем самым воздействовать на всю дальнейшую жизнь. В одних исследованиях математические способности оказываются связанными с работой правого полушария (Annett, Kilshow, 1982; Матова, 1987; Лукьянчикова, 2006; Knops, Willmes, 2014); в других – с работой левого (Ashcraft, Yamashita, Aram, 1992; Lampl et al., 1994; Clarke, Deheane, 1996; Rickard et al., 2000; Аршавский, 2001); в третьих – с эффективностью межполушарного взаимодействия (Разумникова, 2004; Singh, O'Boyle, 2004).

Закономерности межполушарных отношений не являются единственно возможным основанием нейропсихологической типологии индивидуальных различий. Всё большее внимание уделяется интегративной деятельности головного мозга, обеспечиваемой взаимосвязью его участков (Ковязина, 2012, 2014; Микадзе, Андреева, 2013). Дополнение имеющейся типологии индивидуальных различий особенностями межмодального взаимодействия может снять имеющиеся противоречия.

Таким образом, в современной дифференциальной нейропсихологии существует разрыв между накопленными данными о межмодальной природе психических процессов и представлениями об индивидуальных различиях в математических способностях, обусловленных особенностями функциональной латерализации мозга. Актуальность исследования заключается в изучении роли межполушарного и внутрислошарного межмодального взаимодействия в обеспечении компонентов математических способностей в юношеском возрасте.

Термин *«межмодальное взаимодействие»* используется для обозначения психической репрезентации совместного функционирования анализаторных систем, обеспечивающего целостное восприятие окружающего мира. Межмодальные взаимодействия осуществляются на разных уровнях организации психических процессов, обладают различной степенью произвольности и осознанности и включают в себя как влияние отдельных

ощущений друг на друга, так и объединение отдельных ощущений при активном формировании полимодального предметного образа. В работе исследуются два аспекта межмодального взаимодействия. Во-первых, межмодальное взаимодействие фиксируется на уровне статистического взаимодействия латеральных признаков, отражающих функциональную межполушарную асимметрию анализаторов. Статистическое взаимодействие в данном контексте означает совместное влияние двух и более латеральных признаков на какую-либо психологическую переменную, не наблюдаемое при изолированном изучении этих латеральных признаков. Межмодальное взаимодействие проявляется в связи сочетаний асимметрий разных анализаторов с психологическими характеристиками. Во-вторых, в работе исследуются межмодальные перешифровки, понимаемые как вид межмодального взаимодействия, представляющий собой возможность произвольно и осознанно перешифровывать информацию, поступающую на вход одного анализатора, в информацию, поступающую на вход другого анализатора. Эффективность межмодальных перешифровок отражает способность переводить информацию из одной модальности в другую.

Термином *«математические способности»* обозначаются индивидуально-психологические особенности личности, способствующие лёгкому и успешному изучению математики, не сводимые к положительному отношению к математической деятельности, характерологическим чертам, психическим состояниям, знаниям, умениям и навыкам. В настоящей работе выделяются арифметический, алгебраический и геометрический компоненты математических способностей.

Цель исследования: выявить специфику и степень влияния индивидуальных различий в межполушарном и внутримушарном межмодальном взаимодействии на выраженность математических способностей в юношеском возрасте.

Объект исследования: математические способности у здоровых людей юношеского возраста, имеющих различную эффективность межполушарных и внутриполушарных межмодальных взаимодействий.

Предмет исследования: индивидуальные различия в выраженности компонентов математических способностей, обусловленные вариативностью межполушарных и внутриполушарных межмодальных взаимодействий.

Гипотезы исследования

Общая гипотеза: межполушарные и внутриполушарные межмодальные взаимодействия являются фактором выраженности математических способностей в юношеском возрасте.

Частные гипотезы:

1. Статистическое взаимодействие (сочетание) латеральных признаков, отражающих функциональную межполушарную асимметрию в мануальной, слухоречевой и зрительной сферах, является фактором выраженности компонентов математических способностей, причём оно позволит объяснить большую долю их вариативности, чем отдельные латеральные признаки.

2. Выраженность математических способностей связана с общей эффективностью межполушарных и внутриполушарных перешифровок информации между слуховой, слухоречевой и зрительной модальностями.

3. Имеются межполушарные и внутриполушарные межмодальные перешифровки, обладающие специфичностью связи с арифметическим, алгебраическим и геометрическим компонентами математических способностей.

4. Выраженность математических способностей связана с эффективностью функционирования как левого, так и правого полушария, а также с межполушарным взаимодействием, при этом вклад каждого из этих факторов в обеспечение разных компонентов математических способностей неодинаков.

В работе решались следующие **задачи:**

1. Анализ отечественной и зарубежной литературы, содержащей сведения о психологической сущности математики, математической деятельности и

организации математических способностей, роли межполушарных отношений и межмодального взаимодействия в обеспечении математических способностей.

2. Анализ и обобщение результатов проведённых самостоятельно или в соавторстве предварительных исследований, посвящённых решению методических проблем нейропсихологического исследования функциональной межполушарной асимметрии; изучению связи латеральных признаков в мануальной, слухоречевой и зрительной сферах с математическими способностями; выявлению фактов, указывающих на важность учёта межмодального взаимодействия при изучении межполушарных отношений в нейропсихологии.

3. Разработка и модификация методов и методик исследования функциональной межполушарной асимметрии с учётом результатов предварительных исследований, выявивших недостатки и ограничения применения имеющихся диагностических средств; создание теста на математические (арифметические, алгебраические, геометрические) способности; создание методики диагностики эффективности межполушарных и внутриполушарных межмодальных перешифровок.

4. Эмпирическое исследование связи латеральных признаков и их статистического взаимодействия (сочетаний) с математическими способностями.

5. Эмпирическое исследование связи межполушарных и внутриполушарных межмодальных перешифровок с математическими способностями.

6. Сопоставление полученных результатов с имеющимися литературными данными и их нейропсихологическая интерпретация в рамках теории системной и динамической локализации высших психических функций.

Теоретико-методологической основой исследования являются: фундаментальные положения отечественной психологии о культурно-исторической природе психики человека (Выготский, 1960), системной и

динамической организации высших психических функций (Лурия, 1962, 1973); разработанный в отечественной нейропсихологии подход к изучению индивидуальных различий в мозговом обеспечении ВПФ и психических процессов в норме (Хомская, Ефимова, 1989, 1991; Хомская и др., 1997, 2011; Москвин, 1990, 2002; Москвин, Москвина, 2011); представления отечественных (Кравков, 1948; Ананьев, 1996; Веккер, 2000; Лупенко, 2008; Москаленко, 2014; Чуприкова, 2015) и зарубежных (Calvert, 2001; Spence, Senkowski, 2009; Spence, 2011) авторов о межмодальной природе психических процессов; выработанное в отечественной психологии понимание способностей как индивидуально-психологических особенностей, от которых зависит лёгкое и успешное овладение умениями и навыками в соответствующей деятельности, не сводимых к положительному отношению к деятельности, характерологическим чертам, психическим состояниям, накопленным знаниям и освоенным способам выполнения действий (Теплов, 1961; Крутецкий, 1968).

Характеристика выборки. В исследовании приняли участие 120 здоровых человек в возрасте от 15 до 25 лет (средний возраст – $18,5 \pm 2,8$), из них 27 юношей и 93 девушки. Испытуемые не имели неврологических или психических заболеваний, черепно-мозговых травм, сотрясений мозга, нарушений слуха или нескорректированных нарушений зрения. 46 человек обучались в 13 образовательных организациях среднего общего или профессионального образования. Все испытуемые имели образование не ниже основного общего. 57 человек обучались в вузах на нематематических специальностях или имели полное среднее образование. 17 человек имели высшее образование по нематематическим специальностям. Никто из испытуемых не занимался профессиональной математической деятельностью. 78 испытуемых задействованы в обеих частях исследования.

Методы и методики исследования. В качестве основного метода исследования применялся психодиагностический метод. Он дополнялся корреляционным и квазиэкспериментальными методами, а также математическим моделированием с использованием регрессионных уравнений. Для измерения

математических способностей использовался авторский тест на математические (арифметические, алгебраические, геометрические) способности «МАОГС-2015» (Хохлов, 2015е). Диагностика параметров межполушарных отношений проводилась с помощью самоотчёта о мануальной асимметрии; стандартизированной модификации опросника М. Аннетт (Annett, 1970) для оценки функциональной мануальной асимметрии (Хохлов, Бурова, 2014); нейропсихологических проб на латеральные признаки: «Переплетение пальцев рук», «Поза Наполеона», «Аплодирование», «Прицеливание», пробы Розенбаха (Лурия, 1962); дихотического прослушивания (Котик, 1974); авторского метода вычисления интегрального показателя межполушарной асимметрии (Khokhlov, Kovyazina, 2013). Для оценки межмодального взаимодействия применялась авторская методика измерения эффективности межполушарных и внутрислошарных межмодальных перешифровок (Ковязина, Хохлов, 2014; Хохлов, 2015б; Хохлов, Ковязина, 2015, 2016а).

Научная новизна результатов исследования. Впервые проведено исследование сочетаний латеральных признаков в мануальной, слухоречевой и зрительной системах и эффективности межполушарных и внутрислошарных межмодальных перешифровок, обуславливающих индивидуальные различия в математических способностях у здоровых людей юношеского возраста, не занимающихся профессиональной математической деятельностью. Разработаны и апробированы новые психодиагностические инструменты, позволяющие количественно измерять параметры функциональной межполушарной асимметрии, эффективность межполушарных и внутрислошарных межмодальных перешифровок и математические способности. Продемонстрирована возможность построения регрессионных моделей с метрическими и категориальными переменными для выявления доли вариативности компонентов математических способностей, объясняемой вариативностью нейропсихологических показателей. Выделены межполушарные и внутрислошарные межмодальные взаимодействия, являющиеся фактором выраженности математических способностей в

юношеском возрасте. Выявлена степень влияния индивидуальных различий в межполушарном и внутрислошарном межмодальном взаимодействии на выраженность математических способностей в юношеском возрасте.

Теоретическая значимость исследования. Результаты работы расширяют имеющиеся в медицинской психологии представления о норме как отправной точке в изучении нарушений психических функций. Установленные факты дополняют сложившиеся представления о роли межполушарных отношений и взаимодействия анализаторных систем в обеспечении компонентов математических способностей. Результаты исследования вносят вклад в разработку более широкой проблемы индивидуальных различий в мозговом обеспечении психологических характеристик. Апробированный в диссертации подход к исследованию функциональных различий в работе здорового мозга создаёт предпосылки для дальнейшего развития дифференциальной нейропсихологии с использованием новой типологии индивидуальных различий, основу которой составляют закономерности межполушарного и внутрислошарного межмодального взаимодействия.

Практическая значимость исследования. Полученные результаты расширяют диагностические возможности дифференциальной нейропсихологии. Перспективы для внедрения в практику имеет использование методик диагностики межполушарных отношений и межмодального взаимодействия для предсказания успешности обучения математике (нейропедагогика) и эффективности математической деятельности (профорентация). Разработанный подход к измерению эффективности межполушарных и внутрислошарных межмодальных взаимодействий даёт возможность решать новые диагностические задачи не только в нейропсихологии индивидуальных различий, но и в клинической нейропсихологии. Диагностический потенциал апробированных в исследовании методик допускает их частичную модификацию и использование в нейрореабилитационной и психокоррекционной работе.

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов обеспечены использованием взаимодополняющих методов и методик, соответствующих целям и задачам исследования; достаточным объёмом исследуемой выборки и её репрезентативностью; сочетанием качественного анализа и различных методов математико-статистической обработки, адекватных полученным в исследовании данным (процентильной стандартизации, коэффициента корреляции Пирсона, критерия χ^2 для анализа таблиц сопряжённости, дисперсионного анализа, F-критерия Фишера, U-критерия Манна-Уитни, простой и множественной линейной регрессии).

Положения, выносимые на защиту:

1. В структуре математических способностей у здоровых людей юношеского возраста, не занимающихся профессиональной математической деятельностью, можно выделить арифметический, алгебраический и геометрический компоненты, связанные между собой групповым математическим фактором. Для каждого из них имеются специфические и неспецифические нейропсихологические предикторы.

2. Накопление признаков доминирования левого полушария в обеспечении функционирования анализаторов положительно сказывается на выраженности алгебраических, геометрических и математических способностей в целом. Наиболее значимым предиктором компонентов математических способностей является правосторонняя латерализация в слухоречевой сфере.

3. Статистическое взаимодействие (сочетание) латеральных признаков, отражающих функциональную межполушарную асимметрию в мануальной, слухоречевой и зрительной сферах, является фактором выраженности математических способностей. Оно позволяет объяснить больше вариативности математических способностей, чем отдельные латеральные признаки. С математическими способностями положительно связано совпадение функциональных асимметрий разных анализаторов, причём наиболее существенным является совпадение слуховой и зрительной асимметрий.

4. Общая эффективность межмодального взаимодействия, проявляющегося на уровне межполушарных и внутрислошарных перешифровок информации между слуховой, слухоречевой и зрительной модальностями, является фактором выраженности математических способностей. При этом имеются межполушарные и внутрислошарные межмодальные перешифровки, обладающие специфичностью связи с арифметическими, алгебраическими и геометрическими способностями.

5. Выраженность компонентов математических способностей обуславливается эффективностью функционирования правого и левого полушарий головного мозга, а также эффективностью межполушарного взаимодействия. Для арифметического, алгебраического и геометрического компонентов математических способностей вклад этих факторов неодинаков.

Апробация результатов исследования. Результаты были представлены на всероссийских и международных конференциях: Московском международном конгрессе, посвящённом 110-летию со дня рождения А.Р. Лурии (Москва, 2012); Всероссийской конференции с международным участием «Функциональная межполушарная асимметрия и пластичность мозга» (Москва, 2012); IV Международной научно-практической конференции «Научно-техническое творчество молодёжи – путь к обществу, основанному на знаниях» (Москва, 2012); Международной заочной научно-практической конференции «Проблемы современной науки и их решения» (Липецк, 2012); Международной научно-практической конференции «Наука и образование в XXI веке» (Тамбов, 2013); XXI, XXII, XXIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов» (Москва, 2014, 2015, 2016); Всероссийской научной конференции с международным участием «Фундаментальные проблемы нейронаук. Функциональная асимметрия. Нейропластичность. Нейродегенерация» (Москва, 2014); Всероссийской научной Интернет-конференции с международным участием «Вопросы клинической психологии» (Казань, 2014); Конференции «Современные проблемы нейропсихологии и психофизиологии», посвящённой 85-летию со

дня рождения Е.Д. Хомской (Москва, 2014); VII Международном конгрессе «Нейрореабилитация – 2015» (Москва, 2015); Всероссийской конференции с международным участием «От истоков к современности: 130 лет организации психологического общества при Московском университете» (Москва, 2015); Второй Всероссийской конференции с международным участием «Фундаментальные и прикладные проблемы нейронаук: функциональная асимметрия, нейропластичность и нейродегенерация» (Москва, 2016). Результаты исследования обсуждались на заседаниях кафедры нейро- и патопсихологии факультета психологии МГУ имени М.В.Ломоносова; используются в лекционном курсе «Проблема межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия в клинической психологии». Материалы работы отражены в 27 научных публикациях: 1 методическом пособии, 12 статьях, из них 7 статей в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в Web of Science, Scopus, RSCI, а также в изданиях из перечня рекомендованных Минобрнауки РФ, утверждённых Учёным советом МГУ для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 19.00.04 – Медицинская психология (психологические науки), и 14 тезисах докладов.

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 219 страницах (основной текст – 157 страниц); состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, списка используемой литературы (465 источников, из них 164 на иностранном языке), 3 приложений. Работа иллюстрирована 5 рисунками и 18 таблицами.

Основное содержание диссертации

Во **Введении** обосновывается актуальность проблемы, даются рабочие определения терминов «межмодальное взаимодействие» и «математические способности», описываются цель, гипотезы, задачи исследования, его научная новизна, теоретическая и практическая значимость; излагаются положения, выносимые на защиту.

Глава 1 «Математика и математические способности: состояние проблемы» состоит из 3 параграфов.

В параграфе 1.1. «Математика и математическая деятельность» обсуждается психологическое содержание математики и математической деятельности. Рассматриваются проблемы априорности, специфичности и структурности математики (Киселева, 1967; Выготский, 1982а; Вейль, 1989; Барабашев, 2003; Биркгофф, 2008; Фридман, 2010 и др.). Приводятся сведения о психологических характеристиках, благоприятствующих математической деятельности (Пуанкаре, 1909; Адамар, 1970; Колмогоров, 1988; Романова, 2011 и др.).

В параграфе 1.2. «Психологическая организация математических способностей» анализируются подходы к определению способностей в целом и выделению структуры математических способностей (Теплов, 1961; Крутецкий, 1968; Гиппенрейтер, 1996; Шадриков, 1996; Рубинштейн, 2003 и др.). По мнению В.А. Крутецкого (1968, 1998) на готовность к деятельности влияют не только способности, представляющие собой особенности сенсорной, умственной и моторной сфер, но и общие психологические условия, такие как интерес к деятельности, черты личности, психические состояния, знания, умения, навыки. Соответственно, возникает проблема изолированного изучения способностей. Обсуждаются вопросы специфичности математических способностей, их структуры и типологических различий. Делается вывод о необходимости разделять профессиональные математические способности и математические способности, обеспечивающие изучение математики.

В параграфе 1.3. «Методики диагностики математических способностей» анализируются сильные и слабые стороны тестов, применяющихся для диагностики математических способностей (Amthauer, 1953; Wechsler, 1955; Крутецкий, 1968; Батулин, Курганский, 2003; Баррет, Вильямс, 2006; Дружинин, 2006; Психологическая диагностика..., 2008 и др.). Отмечается, что в настоящее время имеется множество подходов к изучению психологической сущности математики и выделению структуры математических способностей; возможны различные варианты операционализации предлагаемых теоретических конструкторов в психодиагностических методиках.

Глава 2 «Роль межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия в обеспечении математических способностей» состоит из 3 параграфов.

В **параграфе 2.1.** «Развитие научных представлений о функциональной неравнозначности полушарий головного мозга» рассматривается история изучения межполушарных отношений (Wigan, 1844; Broca, 1861; Jackson, 1874; Wernicke, 1874; Liepmann, 1905; Van Wagenen, Herren, 1940; Myers, Sperry, 1953; Gazzaniga, Bogen, Sperry, 1965; Леутин, Николаева, 2005 и др.). Приводятся результаты исследований функциональной неравнозначности правого и левого полушария и взаимодействия между ними (Gazzaniga, 1972; Geschwind, 1974; Zaidel, 1975; Балонов, Деглин, 1976; Доброхотова, Брагина, 1977; Ковязина, 2012 и др.). Обсуждается проблема накопления большого числа дихотомий полушарной специализации (Спрингер, Дейч, 1983; Николаева, 2003; Сандберг, Уайнбергер, Таплин, 2007; Семенович, 2010). В отечественной нейропсихологии проблема функциональной асимметрии мозга разрабатывается с позиций теории системной динамической локализации (организации) ВПФ (Лурия, Симерницкая, 1975; Симерницкая, 1978; Котик, 1992; Хомская, 2010 и др.). В соответствии с этой теорией обе половины мозга участвуют в обеспечении психических функций, в каждом случае внося свой специфический вклад. Выделяют моторные, сенсорные и «психические» асимметрии (Доброхотова, Брагина, 1977, 1994; Хомская и др., 1997, 2011). Появление в конце XX века дифференциальной нейропсихологии нормы ознаменовало новый виток в истории исследования функциональной асимметрии мозга (Хомская, Ефимова, 1989, 1991; Хомская и др., 1997, 2011; Москвин, 1990, 2002; Москвин, Москвина, 2011). Особенности асимметрии учитываются при проведении обучения (Еремеева, 1989; Голубева и др., 1991; Hannaford, 1997; Москвин, Москвина, 2003, 2011; Буравлева, 2012; Ковязина, Мячев, Хохлов, 2012; Хохлов, 2012) и в профориентационной работе (Степанов, 2008, 2013; Хохлов, 2015а).

В **параграфе 2.2.** «Приёмы и методы диагностики межполушарной

асимметрии и межполушарного взаимодействия» обсуждаются методики исследования межполушарных отношений. Имеется множество тестов и проб, предназначенных для оценки межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия (Леутин, Николаева, 1988; Хомская и др., 1995; Шарова и др., 2009 и др.). Наиболее распространённым в отечественной нейропсихологии является метод оценки профиля латеральной организации (ПЛО) моторных и сенсорных функций (Хомская, Ефимова, 1989, 1991; Хомская и др., 1995; Хомская и др., 1997, 2011). Однако опыт применения этого метода выявляет ряд недостатков, ограничивающих его использование (Николаева, Борисенкова, 2008; Москвин, Москвина, 2011; Николаева, Добрин, Яворович, 2012; Хохлов, Ковязина, 2012; Khokhlov, Kovyazina, 2013). Более общими проблемами являются недостаточная обоснованность перехода от латеральных признаков к функциональной асимметрии мозга, изменчивость асимметрии в онтогенезе и в процессе адаптации, а также применение не подходящих для соответствующего типа данных математико-статистических методов (Леутин, Николаева, 1988, 2005; Москвин, 1990; Фокин, Пономарева, 2004; Хомская и др., 2011; Николаева, 2015; Хохлов, 2014в, 2015в).

В параграфе 2.3. «Межполушарные отношения как фактор выраженности математических способностей» обсуждается роль функциональной неравнозначности полушарий в обеспечении математических способностей. Приводятся результаты исследований мозгового обеспечения математической деятельности (Stanescu-Cosson et al., 2000; Цветкова, 2003, 2005; Funnell, Colvin, Gazzaniga, 2007; Лурия, Цветкова, 2010; Wei et al., 2014 и др.). Обсуждается противоречивость данных о преимуществе лиц с относительным доминированием правого или левого полушария в математической деятельности (Annett, Kilshow, 1982; Матова, 1987; Lampl et al., 1994; Rickard et al., 2000; Аршавский, 2001; Лукьянчикова, 2006; Knops, Willmes, 2014 и др.). Отмечается, что в обеспечении математической деятельности играют роль оба полушария и взаимодействие между ними (Бияшева, Швецова, 1993; Разумникова, 2004; Singh, O'Boyle, 2004; Aydarkin, Fomina, 2013 и др.).

Глава 3 «Роль межмодального взаимодействия в обеспечении математических способностей» состоит из 2 параграфов.

В **параграфе 3.1.** «Проблема взаимодействия анализаторов» обсуждаются анатомо-физиологические и психологические механизмы межмодального взаимодействия (Кравков, 1948; Бойко, 1969; Ананьев, 1996; Веккер, 2000; Witter et al., 2000; Лурия, 2003, 2006; Ковязина, 2012; Catani, de Schotten, 2012 и др.). Термин «модальность» означает «принадлежность к определённой сенсорной системе (анализатору)» и используется «для обозначения, характеристики и классификации ощущений, сигналов, стимулов, информации, рецепторов, расстройств» (Большой психологический словарь, 2009, с. 362). Распространённой моделью изучения межанализаторного взаимодействия является синестезия (Galton, 1880; Ивановский, 1893; Ramachandran, Hubbard, 2001; Кузнецова, 2004; Robertson, Sagiv, 2004 и др.). Однако взаимодействие анализаторов характерно не только для синестетиков. Системная психическая деятельность осуществляется путём непрерывного межанализаторного взаимодействия, обладающего закономерностями, которые нельзя свести к сумме закономерностей функционирования отдельных анализаторов. Межмодальное взаимодействие реализуется на разных уровнях и имеет множество проявлений (Bach-y-Rita et al., 1969; Calvert, 2001; Лупенко, 2008; Spence, 2011; Москаленко, 2014 и др.).

В **параграфе 3.2.** «Межмодальное взаимодействие как фактор выраженности математических способностей» обсуждается связь межмодального взаимодействия с математическими способностями. Анализируются факты, свидетельствующие о том, что оперирование пространственными представлениями, лежащими в основе математической деятельности, связано со взаимодействием анализаторов (Леушина, 1974; Dehaene, Bossini, Giraux, 1993; Sagiv, Ward, 2006; Cohen Kadosh, Henik, 2008; Eagleman, 2009; Thompson et al., 2013 и др.). Обсуждается схожесть мозговых и психологических механизмов, обеспечивающих межмодальное взаимодействие и компоненты математических способностей (Gertner, Arend, Henik, 2013;

McCarthy et al., 2013; Feigenson, 2011; Evans et al., 2015; Wang et al., 2015 и др.). Отмечается, что введение символов для обозначения количества приводит к возникновению альтернативных способов работы с математической информацией (Piazza, Izard, 2009; Шварц, 2011; Wei et al., 2012; Matejko, Ansari, 2016 и др.). Рассматривается зависимость эффективности решения математических задач от способности перешифровывать условие задачи из одной модальности в другую и использовать полимодальные категории (Вертгеймер, 1987; Лурия, 1996; Успенский, 2011; Чангизи, 2015). Делается вывод о том, что межмодальное взаимодействие играет важную роль в психологической и мозговой организации математических способностей.

Глава 4 «Предварительные исследования» состоит из 8 параграфов.

В параграфе 4.1. «Методические проблемы исследования функциональной межполушарной асимметрии в нейропсихологии индивидуальных различий» описывается исследование (Хохлов, Ковязина, 2012аб; Khokhlov, Kovyazina, 2013), показавшее, что методики, предназначенные для диагностики функциональной асимметрии одного анализатора, часто дают несогласованные результаты. Предложен метод интегральной оценки межполушарной асимметрии, базирующийся на использовании математически обоснованных весовых коэффициентов тестов и проб. Обнаружено, что методики, концептуально предназначенные для диагностики функциональной асимметрии разных анализаторных систем, могут давать согласованные результаты. Это ставит под вопрос независимость асимметрий мануальной, слухоречевой и зрительной сфер.

В параграфе 4.2. «Стандартизированная модификация опросника М. Аннетт для оценки функциональной мануальной асимметрии» приводятся результаты психометрической апробации опросника для исследования мануальной асимметрии, проведённой совместно с А.-В.В. Буровой (Хохлов, Бурова, 2014). Опросник состоит из 12 вопросов, соответствующих первой части оригинального опросника М. Аннетт (Annett, 1970; Хомская и др., 1995). Методика имеет высокую надёжность-согласованность (0,94), синхронную

надёжность (0,94) и достаточную конструктивную валидность (корреляция с самоотчётом – 0,51-0,67, с опросником «МГУ-2013» (Хохлов и др., 2013) – 0,96).

В параграфе 4.3. «Латеральные признаки, структурно-уровневые характеристики интеллекта и математические способности» представлено исследование (Хохлов, Ковязина, 2013а), цель которого состояла в выявлении связей между показателями межполушарной асимметрии, интеллектом и математическими способностями у школьников и студентов. Не обнаружено прямой связи между показателями межполушарной асимметрии и математическими способностями. Анализ результатов позволяет предположить, что математические способности представляют собой сложную систему, связанную с особенностями межполушарной асимметрии на уровне её отдельных звеньев (умственных способностей). При этом отдельные компоненты структуры интеллекта связаны с межполушарной асимметрией. В большинстве случаев преимущество наблюдается у лиц с правосторонними латеральными признаками.

В параграфе 4.4. «Прямые и не прямые эффекты влияния межполушарной асимметрии на математические способности» приводятся результаты исследования (Хохлов, 2014г), уточняющего результаты предыдущего исследования. Цель исследования заключалась в сопоставлении показателей межполушарной асимметрии с компонентами математических способностей с помощью структурного моделирования и выявлении прямых и не прямых эффектов влияния межполушарных отношений на математические способности. Подтверждено, что математические способности выше у лиц с преобладанием правосторонних латеральных признаков. Однако сами по себе показатели межполушарной асимметрии слабо предсказывают математические способности. В большинстве случаев компоненты структуры интеллекта опосредуют влияние межполушарных отношений на математические способности.

В параграфе 4.5. «Влияние адаптации к инверсии зрительного восприятия

на слухоречевую асимметрию» описывается исследование, проведённое совместно с М.Д. Деминой и П.О. Солодчик (Демина, Солодчик, Хохлов, 2014). Цель исследования заключалась в изучении влияния контролируемой инверсии зрительной асимметрии на слухоречевую асимметрию. Инверсия зрительной асимметрии производилась с помощью призматического псевдоскопа. Слухоречевая асимметрия исследовалась с использованием дихотического прослушивания. Полученные результаты указывают на то, что инверсия зрительной асимметрии приводит к изменению слухоречевой асимметрии, подтверждая предположение о межмодальной природе функциональной межполушарной асимметрии.

В параграфе 4.6. «Влияние сочетания мануальной и слухоречевой асимметрий на показатели дихотического прослушивания» приводятся результаты исследования, проведённого совместно с Н.В. Морозовой (Kovyazina, Khokhlov, Morozova, 2015; Ковязина, Хохлов, Морозова, 2016). Цель исследования состояла в том, чтобы определить, влияет ли сочетание мануальной и слухоречевой асимметрий на показатели продуктивности воспроизведения слов в дихотическом прослушивании. Полученные результаты подтвердили это предположение, что является дополнительным аргументом в пользу необходимости учёта межмодального взаимодействия в нейропсихологических исследованиях.

В параграфе 4.7. «Тест на математические (арифметические, алгебраические, геометрические) способности "МАОГС-2015"» описана разработка авторского теста (Хохлов, 2015е) на математические способности. Цель разработки состояла в создании теста, который сможет измерять арифметические, алгебраические и геометрические способности, а также общий уровень математических способностей у взрослых и подростков, имеющих образование не ниже основного общего. В тест включена дополнительная шкала внимания, оценивающая эффективность работы с информацией. Приводятся психометрические свойства теста, процедура его проведения и обработки результатов. Надёжность-согласованность шкал – от

0,58 до 0,79, синхронная надёжность – от 0,55 до 0,82. Корреляции основных шкал с оценками по математическим дисциплинам – от 0,32 до 0,57; с результатами Единого государственного экзамена по математике – 0,34; со шкалой «Математическая интуиция» теста структуры интеллекта Р. Амтхауэра (Amthauer, 1953) в адаптации Л.А. Ясюковой (2007) – от 0,46 до 0,69. Не выявлено значимой связи шкал теста с полом и возрастом.

В параграфе 4.8. «Итоги предварительных исследований» обобщаются результаты предварительных исследований, создающие предпосылки для проведения основного диссертационного исследования. Показано, что отдельные латеральные признаки слабо предсказывают математические способности. Продемонстрирована важность учёта межмодального взаимодействия в дифференциальной нейропсихологии. Проведена разработка и модификация приёмов исследования функциональной межполушарной асимметрии с учётом выявленных недостатков и ограничений имеющихся диагностических средств. Создан и апробирован тест МААГС-2015, позволяющий измерять математические способности в юношеском возрасте.

Глава 5 «Эмпирическое исследование связи латеральных признаков и их взаимодействия (сочетаний) с математическими способностями» состоит из 6 параграфов.

В параграфе 5.1. «Проблема, цель и задачи исследования» описывается замысел исследования. Выдвигается гипотеза, согласно которой статистическое взаимодействие (сочетание) латеральных признаков, отражающих функциональную межполушарную асимметрию в мануальной, слухоречевой и зрительной сферах, является фактором выраженности компонентов математических способностей, причём оно позволит объяснить большую долю их вариативности, чем отдельные латеральные признаки. Цель исследования состоит в выявлении показателей латерализации в мануальной, слухоречевой и зрительной сферах и их сочетаний, являющихся предикторами компонентов математических способностей в юношеском возрасте. Предлагается задействовать в качестве испытуемых людей, не занимающихся

профессиональной математической деятельностью, чтобы минимизировать вклад общих психологических условий (интереса, личностных черт и др.), не имеющих прямого отношения к операциональным компонентам математической деятельности.

В параграфе 5.2. «Характеристика испытуемых» приводятся характеристики исследованной выборки. В исследовании участвовали 120 здоровых человек в возрасте от 15 до 25 лет (средний возраст – $18,5 \pm 2,8$), из них 27 юношей и 93 девушки с образованием не ниже основного общего.

В параграфе 5.3. «Методы и методики исследования» описываются методики, процедура исследования и методы математико-статистической обработки данных. Для исследования сенсорных и моторных асимметрий использовались самоотчёт о мануальной асимметрии; стандартизированная модификация опросника М. Аннетт (Хохлов, Бурова, 2014); нейропсихологические пробы (Лурия, 1962) на латеральные признаки («Переплетение пальцев рук», «Поза Наполеона», «Аплодирование», «Прицеливание», проба Розенбаха); дихотическое прослушивание (Kimura, 1961) в адаптации Б.С. Котик (1974); авторский метод вычисления интегрального показателя межполушарной асимметрии (Khokhlov, Kovyazina, 2013). Для измерения математических способностей применялся тест МААГС-2015 (Хохлов, 2015е).

В параграфе 5.4. «Результаты исследования» перечислены основные результаты математико-статистической обработки полученных данных. Приводятся описательные статистики измеренных переменных; связи между результатами нейропсихологических методик на функциональную межполушарную асимметрию и шкалами теста МААГС-2015; регрессионные модели с несколькими предикторами и учётом их взаимодействия (сочетаний), в которых независимыми переменными являются латеральные признаки, а зависимой – результат выполнения теста МААГС-2015; связи совпадения функциональных асимметрий разных анализаторов с результатами выполнения теста МААГС-2015; различия между результатами выполнения теста МААГС-

2015 испытуемыми с разными типами ПЛО.

В параграфе 5.5. «Обсуждение результатов исследования» даётся содержательная интерпретация полученных результатов. Математические способности возрастают при увеличении правосторонней латерализации в слухоречевой сфере. Интегральный показатель межполушарной асимметрии также является значимым предиктором математических способностей. Математические способности выше у лиц с накоплением правосторонних латеральных признаков, однако отдельные показатели межполушарной асимметрии могут объяснить не более 10% их вариативности. Учёт статистического взаимодействия (сочетаний) латеральных признаков позволяет объяснить в среднем около 25% дисперсии компонентов математических способностей. Обнаружено, что совпадение асимметрий в слуховой и зрительной сферах положительно связано с арифметическими, геометрическими и математическими способностями в целом, а совпадение асимметрий в мануальной и зрительной сферах положительно связано с геометрическими и математическими способностями в целом. Соответствующие модели объясняют до 15% дисперсии компонентов математических способностей, причём более существенным является совпадение сенсорных асимметрий. Разделение испытуемых на группы по типу ПЛО выявило значимые различия только в отношении геометрических способностей. Испытуемые с правосторонними признаками во всех трёх сферах демонстрируют более высокие геометрические способности, чем испытуемые с правосторонними признаками в мануальной и слухоречевой сферах и билатеральностью в зрительной сфере. Большинство выявленных закономерностей специфичны в отношении компонентов математических способностей и не проявляются в отношении внимания. Полученные результаты соотносятся с теоретическими представлениями об исследуемой проблеме. Предполагается, что несовпадение асимметрий в мануальной, слухоречевой и зрительной сферах затрудняет совместную обработку информации, поступающей через разные анализаторы.

В параграфе 5.6. «Выводы» обобщены основные выявленные закономерности. Степень функционального доминирования левого полушария в целом связана с математическими способностями, но сила этой связи достаточно мала. Отдельные латеральные признаки практически не связаны с компонентами математических способностей. Имеет место связь слуховой асимметрии с компонентами математических способностей, объясняющая примерно 10% дисперсии. Использование интегрального показателя межполушарной асимметрии позволяет объяснить примерно 20% дисперсии математических способностей. Учёт межфакторного взаимодействия, отражающего наличие различных сочетаний латеральных признаков, позволяет в среднем объяснить около четверти дисперсии математических способностей. С математическими способностями положительно связано совпадение функциональных асимметрий разных анализаторов. Наиболее важно совпадение слуховой и зрительной асимметрий – оно определяет примерно 15% дисперсии математических способностей. Результаты исследования позволяют принять выдвинутую гипотезу.

Глава 6 «Эмпирическое исследование связи межполушарных и внутриполушарных межмодальных перешифровок с математическими способностями» состоит из 6 параграфов.

В параграфе 6.1. «Проблема, цель и задачи исследования» описывается замысел исследования. Сочетания латеральных признаков указывают на статичную организацию параметров анализаторных систем, но ничего не говорят о динамике межанализаторного взаимодействия, обеспечивающей текущую познавательную деятельность. Предлагается рассматривать межмодальные перешифровки, протекающие внутри одного полушария и между полушариями головного мозга. Эффективность таких перешифровок, с одной стороны, является индикатором межмодального взаимодействия, а с другой, указывает на специфику межполушарных отношений. Выдвигаются три гипотезы: 1) Выраженность математических способностей связана с общей эффективностью межполушарных и внутриполушарных перешифровок

информации между слуховой, слухоречевой и зрительной модальностями; 2) Имеются межполушарные и внутриполушарные межмодальные перешифровки, обладающие специфичностью связи с арифметическим, алгебраическим и геометрическим компонентами математических способностей; 3) Выраженность математических способностей связана с эффективностью функционирования как левого, так и правого полушария, а также с межполушарным взаимодействием, при этом вклад каждого из этих факторов в обеспечение разных компонентов математических способностей неодинаков. Цель исследования состоит в выявлении межполушарных и внутриполушарных межмодальных перешифровок, эффективность которых обуславливает вариативность математических способностей в юношеском возрасте.

В параграфе 6.2. «Характеристика испытуемых» приведены характеристики исследованной выборки. В исследовании приняли участие 78 здоровых человек в возрасте от 15 до 25 лет (средний возраст – $18,2 \pm 2,9$), из них 24 юноши и 54 девушки. Все испытуемые входили в выборку из предыдущего исследования (п. 5.2).

В параграфе 6.3. «Методы и методики исследования» описываются методики, процедура исследования и методы математико-статистической обработки данных. Для измерения эффективности межполушарных и внутриполушарных межмодальных перешифровок применялась авторская методика, разработанная на основе идеи А.Р. Лурии (1962), предложившего оценивать восприятие ритмических структур, подаваемых непосредственно или по речевой инструкции. Исходная методика была модифицирована В.И. Насоновой (1979), добавившей в пробу зрительные схемы, и М.А. Безбородовой (2014), разработавшей систему количественной оценки. На основе этих модификаций нами создана схема оценки межмодального взаимодействия с учётом межполушарной асимметрии (Ковязина, Хохлов, 2014; Хохлов, 2015б; Хохлов, Ковязина, 2015, 2016а). Методика предназначена для оценки эффективности внутриполушарных и межполушарных

межмодальных перешифровок при участии слухового речевого, слухового неречевого и зрительного анализаторов. Измеряются 30 первичных переменных (эффективность отдельных перешифровок). Активность полушарий трактуется с учётом контралатерального расположения периферийной части анализатора. Вычисляются вторичные показатели, отражающие эффективность перешифровки информации слева направо, справа налево, только слева, только справа, из одной модальности в другую и в рамках одной модальности, а также общий показатель эффективности. Для измерения математических способностей использовался тест МААГС-2015 (Хохлов, 2015е). Также испытуемым задавался вопрос «Интересна ли вам математика как наука, хотелось бы вам заниматься математической деятельностью?», на который нужно было дать однозначный ответ (да / нет).

В параграфе 6.4. «Результаты исследования» перечислены основные результаты математико-статистической обработки полученных данных. Представлены модели множественной регрессии, в которых в качестве зависимой переменной выступает результат выполнения теста МААГС-2015, а в качестве независимых – показатели эффективности отдельных межполушарных и внутриполушарных межмодальных перешифровок или вторичные показатели. Приводятся различия между группами испытуемых с высокими и низкими математическими способностями по эффективности межмодальных перешифровок. Продемонстрировано отсутствие значимых различий в выраженности математических способностей у лиц с наличием или отсутствием интереса к математической деятельности.

В параграфе 6.5. «Обсуждение результатов исследования» даётся развёрнутая содержательная интерпретация результатов, представленных в параграфе 6.4. Отмечается, что компоненты математических способностей связаны с эффективностью межполушарных и внутриполушарных межмодальных перешифровок. Некоторые связи носят специфический характер, другие – проявляются в отношении нескольких шкал теста МААГС-2015. Сильнее всего с межмодальными перешифровками связаны

арифметические и алгебраические способности, слабее всего – геометрические. Для арифметических способностей наиболее значимыми являются перешифровки с участием слуховой неречевой модальности, для алгебраических – с участием речевой модальности, а для геометрических – с участием обеих этих модальностей. Как для арифметических, так и для алгебраических способностей важны перешифровки информации между полушариями и внутри полушарий. Для арифметических способностей важнее перешифровка информации из левого полушария в правое, для алгебраических – из правого в левое, а для геометрических – внутри левого полушария. Для математических способностей в целом наиболее существенной является эффективность перешифровок из правого полушария в левое и из слуховой неречевой модальности в речевую. Соотнесение результатов с теорией системной и динамической локализации ВПФ позволяет предположить, что арифметические способности связаны с активностью височно-затылочной области справа, височной области слева, а также межполушарных связей между височными областями. Алгебраические и геометрические способности связаны с активностью височной области справа и межполушарных связей между височными областями правого и левого полушарий. Математические способности в целом связаны с активностью височной области в правом полушарии, межполушарных связей между височными областями правого и левого полушарий и между височной областью правого полушария и затылочной областью левого. Эффективность межполушарных и внутримушарных межмодальных перешифровок объясняет куда больше вариативности математических способностей, чем интерес к математической деятельности.

В параграфе 6.6. «Выводы» обобщены обнаруженные закономерности. Вариативность нескольких перешифровок позволяет объяснить около четверти дисперсии математических способностей. При использовании в качестве предикторов обобщённых показателей эффективности перешифровки информации между разными модальностями и внутри одной модальности,

между двумя полушариями и внутри одного полушария предсказательная способность регрессионных моделей почти вдвое ниже. Можно говорить о специфичности определённых перешифровок в отношении соответствующих компонентов математических способностей. Также существуют неспецифические перешифровки, связанные с несколькими компонентами математических способностей и вниманием. Результаты исследования позволяют принять выдвинутые гипотезы.

В **Заключении** проводится обобщение основных результатов исследования, подводятся итоги проверки гипотез, формулируются содержательные выводы и обсуждаются перспективы дальнейших исследований.

Общие выводы диссертационного исследования

1. Выраженность компонентов математических способностей обуславливается эффективностью функционирования обоих полушарий и межполушарного взаимодействия. Для арифметических способностей важнее перешифровка информации из левого полушария в правое, для алгебраических – из правого в левое, а для геометрических – внутри левого полушария. Математические способности в целом наиболее связаны с эффективностью перешифровок из правого полушария в левое и из слуховой неречевой модальности в речевую.

2. Статистическое взаимодействие (сочетание) латеральных признаков, отражающих функциональную межполушарную асимметрию в мануальной, слухоречевой и зрительной сферах, является фактором выраженности математических способностей. Оно позволяет объяснить больше вариативности (примерно 25%) математических способностей, чем отдельные латеральные признаки (около 10%).

3. С математическими способностями положительно связано совпадение функциональных асимметрий разных анализаторов. Наиболее существенным

является совпадение слуховой и зрительной асимметрий – оно определяет примерно 15% дисперсии математических способностей.

4. Накопление признаков функционального доминирования левого полушария положительно сказывается на выраженности математических способностей. Объяснительная способность составляет от 10% дисперсии для отдельных латеральных признаков до 20% дисперсии для интегрального показателя межполушарной асимметрии.

5. Общая эффективность межмодального взаимодействия, проявляющегося на уровне межполушарных и внутрислошарных перешифровок информации между слуховой, слухоречевой и зрительной модальностями, связана с выраженностью математических способностей, определяя до 15% их вариативности.

6. Имеются межполушарные и внутрислошарные межмодальные перешифровки, обладающие специфичностью связи с арифметическими, алгебраическими и геометрическими способностями (определённые перешифровки связаны только с одним компонентом математических способностей). Также существуют перешифровки, неспецифично связанные с несколькими компонентами математических способностей и вниманием. Около 25% вариативности компонентов математических способностей может быть объяснено за счёт вариативности нескольких перешифровок (от 2 до 4 для разных компонентов). Арифметические и алгебраические способности связаны с межполушарными и внутрислошарными межмодальными перешифровками сильнее, чем геометрические.

Публикации по теме диссертации

Основное содержание диссертации отражено в 27 научных публикациях (общий объём – 18,46 п.л.; авторский вклад – 12,29 п.л.).

Публикации в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в Web of Science, Scopus, RSCI, а также в изданиях из перечня рекомендованных Минобрнауки РФ, утверждённых Учёным советом МГУ

для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 19.00.04 – Медицинская психология (психологические науки).

1. Khokhlov, N.A. Methodical and methodological problems in the study of functional brain asymmetry in the modern neuropsychology / N.A. Khokhlov, M.S. Kovyazina // Acta Neuropsychologica. – 2013. – Vol. 11 (3). – P. 269-278. (0,72 / 0,36 п.л.) SCOPUS SJR – 0,252

2. Khokhlov, N.A. The connection of hemispheric activity in the field of audioverbal perception and the progressive lateralization of speech and motor processes / M.S. Kovyazina, N.A. Khokhlov, N.V. Morozova // Psychology in Russia: State of the Art. – 2015. – Vol. 8 (4). – P. 45-55. (0,77 / 0,26 п.л.) SCOPUS SJR – 0,212

3. Khokhlov, N.A. The discrepancy of the asymmetries of different analyzers reduces mathematical abilities in adolescence / N.A. Khokhlov, M.S. Kovyazina // Acta Neuropsychologica. – 2016. – Vol. 14 (3). – P. 231-240. (0,76 / 0,38 п.л.) SCOPUS SJR – 0,252

4. Хохлов, Н.А. Влияние межанализаторного взаимодействия на показатели дихотического прослушивания / М.С. Ковязина, Н.А. Хохлов, Н.В. Морозова // Вопросы психологии. – 2016. – №3. – С. 110-118. (0,74 / 0,25 п.л.) ИФ РИНЦ – 0,857; SCOPUS SJR – 0,186; IF WoS – 0,308

5. Хохлов, Н.А. Латеральные признаки и их взаимодействие как фактор выраженности математических способностей в юношеском возрасте / Н.А. Хохлов, М.С. Ковязина // Национальный психологический журнал. – 2016. – № 3 (23). – С. 98-114. (1,8 / 0,9 п.л.) ИФ РИНЦ – 0,608

6. Хохлов, Н.А. Роль межмодального взаимодействия в психологической и мозговой организации математических способностей / Н.А. Хохлов, М.С. Ковязина // Национальный психологический журнал. – 2016. – № 4 (24). – С. 59-70. (1,3 / 0,65 п.л.) ИФ РИНЦ – 0,608

7. Хохлов, Н.А. Межполушарные и внутрислошарные межмодальные перешифровки как фактор выраженности математических способностей в юношеском возрасте / Н.А. Хохлов, М.С. Ковязина //

Вопросы психологии. – 2017. – № 4. – С. 153-163. (0,9 / 0,45 п.л.) ИФ РИНЦ – 0,857; SCOPUS SJR – 0,186; IF WoS – 0,308

Методическое пособие

8. Хохлов, Н.А. Тест на математические (арифметические, алгебраические, геометрические) способности «МАОГС-2015». – М.: Генезис, 2015. – 80 с. Рецензенты: доктор психологических наук, профессор А.Г. Шмелев; кандидат психологических наук К.Г. Кузнецов (4,65 п.л.)

Научные публикации в других изданиях (статьи)

9. Хохлов, Н.А. Латеральные признаки, структурно-уровневые характеристики интеллекта и математические способности / Н.А. Хохлов, М.С. Ковязина // Асимметрия. – 2013. – Т. 7. – № 3. – С. 32-52. (1,44 / 0,72 п.л.) ИФ РИНЦ – 0,429

10. Хохлов, Н.А. Влияние адаптации к инверсии зрительного восприятия на слухоречевую асимметрию / М.Д. Демина, П.О. Солодчик, Н.А. Хохлов // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – 2014. – № 8 (98). – С. 75-79. (0,42 / 0,14 п.л.)

11. Хохлов, Н.А. Методы математико-статистической обработки результатов нейропсихологических исследований межполушарной асимметрии / Н.А. Хохлов // Развитие научной мысли в современном обществе: сборник статей студентов, аспирантов, молодых учёных и преподавателей. – Уфа: Аэтерна, 2014. – С. 100-105. (0,49 п.л.)

12. Хохлов, Н.А. Модификация опросника М. Аннетт для оценки функциональной асимметрии: стандартизация и психометрические характеристики / Н.А. Хохлов, А.-В.В. Бутова // Апробация. – 2014. – № 8 (23). – С. 65-73. (0,4 / 0,2 п.л.)

13. Хохлов, Н.А. Нейропсихология математических способностей: от клинического исследования к оценке индивидуальных различий в норме [Электронный ресурс] / Н.А. Хохлов // Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие: сетевой журн. – 2015. – Спец. вып., Ч. 2. – С. 400-404. – URL: http://humjournal.rzgmu.ru/upload-files/4_11_15/Special_issue_2015_p_2.pdf (дата обращения: 12.02.2018). (0,21 п.л.)

Научные публикации в других изданиях (тезисы)

14. Хохлов, Н.А. Проблема применения и интерпретации результатов нейропсихологических проб на функциональную асимметрию мозга / Н.А. Хохлов, М.С. Ковязина // Московский международный конгресс, посвящённый 110-летию со дня рождения А.Р. Лурия. Тезисы сообщений. – М., 2012. – С. 177. (0,06 / 0,03 п.л.)

15. Хохлов, Н.А. Проблема измерения межполушарной асимметрии в нейропсихологии и новый метод интегральной оценки функциональной латерализации мозга / Н.А. Хохлов, М.С. Ковязина // Функциональная межполушарная асимметрия и пластичность мозга (материалы Всероссийской конференции с международным участием) / Под ред. С.Н. Иллариошкина, В.Ф. Фокина. – М., 2012. – С. 194-198. (0,4 / 0,2 п.л.)

16. Хохлов, Н.А. Перспективы применения достижений нейропсихологии в обучении информатике и математике / М.С. Ковязина, А.А. Мячев, Н.А. Хохлов // Проблемы современной науки и их решения: сборник научных трудов по материалам Международной заочной научно-практической конференции 15 июня 2012 г. – Липецк: Липецкая областная общественная организация Всероссийского общества изобретателей и рационализаторов, 2012. – С. 190-196. (0,42 / 0,14 п.л.)

17. Хохлов, Н.А. Нейропсихологический подход к дифференцированному обучению информатике и математике / Н.А. Хохлов // Научно-техническое творчество молодёжи – путь к обществу, основанному на знаниях: сборник докладов IV Международной научно-практической конференции / Минобрнауки России, Правительство Москвы, Всероссийский выставочный центр, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». – М.: МГСУ, 2012. – С. 449-452. (0,25 п.л.)

18. Хохлов, Н.А. Новый подход к исследованию связи межполушарных отношений с математическими способностями / Н.А. Хохлов, М.С. Ковязина // Наука и образование в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 сентября 2013 г.: в 34 частях. Часть 24 / М-во обр. и науки РФ. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-

Наука-Общество», 2013. – С. 143-144. (0,14 / 0,07 п.л.)

19. Хохлов, Н.А. Связь межполушарных отношений с математическими способностями [Электронный ресурс] / Н.А. Хохлов // Материалы Международного молодёжного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2014» / Отв. ред. А.И. Андреев, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов, М.В. Чистякова. – М.: МАКС Пресс, 2014. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). (0,16 п.л.)

20. Хохлов, Н.А. Функциональная асимметрия мозга и компоненты математических способностей у студенток вузов / Н.А. Хохлов // Фундаментальные проблемы нейронаук. Функциональная асимметрия. Нейропластичность. Нейродегенерация (Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием). / Под ред. С.Н. Иллариошкина, В.Ф. Фокина. – М.: Научный мир, 2014. – С. 389-396. (0,52 п.л.)

21. Хохлов, Н.А. Перспективы изучения белого вещества головного мозга в нейropsychологических исследованиях межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия / М.С. Ковязина, Н.А. Хохлов // Вопросы клинической психологии. Всероссийская научная Интернет-конференция с международным участием: материалы конф. (Казань, 30 октября 2014 г.) / Сервис виртуальных конференций Рах Grid; сост. Синяев Д.Н. – Казань: ИП Синяев Д.Н., 2014. – С. 31-36. (0,34 / 0,17 п.л.)

22. Хохлов, Н.А. Методика исследования межполушарного и внутриполушарного межмодального взаимодействия [Электронный ресурс] / Н.А. Хохлов // Материалы Международного молодёжного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2015» / Отв. ред. А.И. Андреев, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. – М.: МАКС Пресс, 2015. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). (0,16 п.л.)

23. Хохлов, Н.А. Возможности исследования индивидуальных различий на основе межполушарных отношений при помощи обобщённых линейных моделей и структурного моделирования / Н.А. Хохлов // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2015. – № 2. – С. 126. (0,06 п.л.)

24. Хохлов, Н.А. Нейropsychологическая методика оценки эффективности межполушарного и внутриполушарного межмодального взаимодействия в

норме и патологии / Н.А. Хохлов, М.С. Ковязина // Избранные вопросы нейрореабилитации: материалы VII международного конгресса «Нейрореабилитация – 2015» (Москва, 2-3 июня 2015 г.) / Под ред. Г.Е. Ивановой, Л.В. Стаховской, Ю.П. Зинченко. – М., 2015. – С. 435-438. (0,2 / 0,1 п.л.)

25. Хохлов, Н.А. Исследование влияния показателей функциональной межполушарной асимметрии на компоненты структуры интеллекта и математические способности у студенток вузов при помощи обобщённых линейных смешанных моделей / Н.А. Хохлов // ОТ ИСТОКОВ К СОВРЕМЕННОСТИ: 130 лет организации психологического общества при Московском университете: Сборник материалов юбилейной конференции: В 5 томах: Том 1 / Отв. ред. Д.Б. Богоявленская. – М.: Когито-Центр, 2015. – С. 257-260. (0,23 п.л.)

26. Хохлов, Н.А. Влияние межполушарных и внутрислошарных межмодальных взаимодействий на математические способности в юношеском возрасте [Электронный ресурс] / Н.А. Хохлов // Материалы Международного молодёжного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2016» / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. – М.: МАКС Пресс, 2016. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). (0,16 п.л.)

27. Хохлов, Н.А. Разработка и апробация методики диагностики эффективности межполушарного и внутрислошарного межмодального взаимодействия / Н.А. Хохлов, М.С. Ковязина // Фундаментальные и прикладные проблемы нейронаук: функциональная асимметрия, нейропластичность и нейродегенерация (Материалы Второй Всероссийской конференции с международным участием). / Под ред. М.А. Пирадова, С.Н. Иллариошкина, В.Ф. Фокина. – М.: ФГБНУ НЦН, 2016. – С. 303-312. (0,76 / 0,38 п.л.)