

НОВЫЕ МЕТОДИКИ

Дифференциальная диагностика дискалькулии у младших школьников: апробация авторской методики комплексной оценки дискалькулии (КОД)**Тарасова Д.А.¹, Исаева Е.Р.², Бизюк А.П.²**¹ Институт мозга человека имени Н.П. Бехтеревой Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия² Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия

В статье рассматривается актуальная проблема дифференциальной диагностики дискалькулии в России: отсутствие стандартизированных инструментов для выявления данного расстройства при его распространённости до 6% в популяции. Дискалькулия развития – это специфическое нарушение обучаемости, характеризующееся трудностями в обработке числовой и математической информации, несмотря на нормальный уровень интеллекта. Авторы представили в статье собственную специальную методику комплексной оценки дискалькулии (КОД) и результаты её апробации на выборке из 91 ученика 2-4 классов общеобразовательных школ города Санкт-Петербурга с разным уровнем развития математических навыков (нейротипичные дети в возрасте от 8 до 11 лет). Методика КОД состоит из двух блоков: Блок оценки математических навыков (включающий Арифметический блок и блок Математических задач), который сформирован с опорой на требования ФГОС, и Нейрокогнитивный блок, который состоит из субтестов для оценки нейропсихологических факторов, включённых в функциональную систему математических навыков. Результаты КОД сравнивались с результатами зарубежной методики Number Knowledge Test (NKT), которая считается надёжным и чувствительным инструментом для выявления трудностей в обработке числовой информации, специфичных для дискалькулии. Подтверждается высокая положительная корреляция между итоговыми показателями этих методик, их согласованность и конвергентная валидность, а также отсутствие значимой разницы по параметрам чувствительности и специфичности. Авторами описан дифференциально-диагностический потенциал КОД: способность выявлять дискалькулию, дифференцировать специфические трудности усвоения счётных навыков от неспецифических, в том числе от педагогических упущений. В перспективе рассматривается адаптация методики КОД для дошкольного возраста и лонгитюдные исследования валидности, а также разработка компьютерной версии методики.

Ключевые слова: математические навыки, трудности школьного обучения, дискалькулия, дифференциальная диагностика, number knowledge test

Введение

Дискалькулия развития: механизмы и распространённость

Дискалькулия развития – это специфическое расстройство арифметических навыков. Дети с дискалькулией отличаются наличием трудностей в понимании смысла арифметических операций и числовых отношений. У них страдает понимание математических знаков и выполнение арифметических действий [Чутко, 2022]. Выделяют первичную и вторичную дискалькулии [Kaufmann, 2013]. Первичная дискалькулия – это гетерогенное расстройство, возникающее вследствие дефицита числового или арифметического функционирования на поведенческом, когнитивном/нейропсихологическом и нейронном уровнях. Вторичная дискалькулия – это нарушение в счётных навыках, обусловленное нечисловыми повреждающими факторами. По данным зарубежных нейровизуализационных исследований, при дискалькулии наблюдаются нарушения в работе сразу нескольких структур мозга [Menon, 2021] (прежде всего, внутритеменной борозды (IPS), префронтальной коры, веретенообразной извилины), что позволяет характеризовать дискалькулию как многогранную нейронную дисфункцию с гетерогенной поведенческой картиной [De Smedt, 2010].

С. Габерстрох описывает алгоритм [Haberstroh, 2022] постановки диагноза «дискалькулия», в котором сначала исключаются возможные нейропсихиатрические и генетические причины, проблемы организации обучения (неадекватная программа, отсутствие обучения), интеллектуальные и сенсорные нарушения, а также коморбидные¹ расстройства. Затем определяются явные симптомы дискалькулии – наличие трудностей в формировании понятия числа, количественной оценке в дошкольном возрасте и стойкие проблемы с математикой в школе (трудности с пониманием чисел, разрядного строения числа, математических операций, беглым вычислением, заучиванием и извлечением арифметических фактов) с условием демонстрации результатов ниже возрастной нормы. Также среди симптомов у детей с дискалькулией кроме специфических [Soares, 2018], связанных с обработкой числовой информации (domain-specific), отмечают и ряд неспецифических [Agostini, 2022; Szucs, 2013] (domain-general): снижение зрительно-пространственной рабочей памяти и когнитивного контроля.

Отечественная нейропсихологическая школа рассматривает дискалькулию как трудность об-

учения, основанную на индивидуальных особенностях формирования психических функций, обусловленных незрелостью определённых функциональных блоков нейропсихической организации головного мозга (диспропорция развития) [Ахутина, 2001]. Часто именно несформированность пространственных представлений считается центральным нарушением при первичных трудностях освоения счета [Цветкова, 1997]. В качестве одной из причин возникновения затруднений в обучении и в развитии выделяют недостаточную интеграцию отдельных мыслительных процессов в единую функциональную систему [Барт, 2006; Шульговский, 2000]. Другие имеющиеся в отечественной школе исследования и концепции преимущественно опираются на идею первичности речевых нарушений по отношению к математическим трудностям при дискалькулии развития [Баряева, 2022; Ермолова, 2016; Кондратьева, 2020].

Среди детей с трудностями школьного обучения ученики с дискалькулией составляют около 40%², а распространённость дискалькулии именно в России около 3-6% (а это 1,5 млн детей). Вопрос относительно способа сбора отечественных статистических данных в России остаётся открытым. Проблема заключается в том, что в нашей стране на данный момент нет стандартизированной методики оценки математических навыков у детей, которая помогла бы подтвердить или исключить дискалькулию [Глиник, 2022]. Однако выявлять детей этой группы риска необходимо как можно раньше, чтобы своевременно предоставить им коррекционно-развивающую поддержку и методику обучения, учитывающую их особенности. Как демонстрирует недавнее исследование с «цифровыми близнецами» [Strock, 2025], у детей с дискалькулией отмечается более медленный темп обучения, менее эффективные его результаты и низкая производительность. Некоторые авторы [Živković, 2022] отмечают, что вследствие регулярной неуспешности в учебной деятельности у учеников с дискалькулией отмечается математическая тревожность.

Диагностика дискалькулии развития Отечественные и зарубежные инструменты

В зарубежных источниках упоминаются несколько методик диагностики дискалькулии, в том числе существуют инструменты для оценки калькуляционных навыков у детей уже с трёх лет. Однако в рамках нашего исследования особый интерес представляют методики, адресованные школьни-

кам: WIAT-4 [Beaujean, 2022], Key-Math-3 [Lynn, 2023], WJ-IV [Izumi, 2019], KTEA-3 [Meyer, 2022], TOMA-3 [Cox, 2021; Sevecke, 2024; Siregar, 2020], батарея оценки математических навыков Р. Шалев [Shalev, 1988; Shalev, 2004], NKT [Okamoto, 1996] и BADYS 1-4 [Landerl, 2008]. Часть из них полностью выстроены на оценке математических навыков (например, TOMA-3), некоторые включают более привычные для нашей отечественной школы субтесты (например, оценку зрительно-пространственного восприятия или памяти, как в BADYS 1-4), а другие направлены на оценку достижений по всем школьным навыкам, не только по математике (как WIAT-4).

В декабре 2023 года нами был проведен анонимный онлайн-опрос специалистов в специализированных *Telegram*-каналах, которые занимаются диагностикой и коррекцией трудностей обучения. В опросе участвовали 119 специалистов из разных регионов России, а также российские специалисты, проживающие за рубежом. Основные результаты:

- только около 12% специалистов используют математические тесты согласно возрасту и классу для оценки счётных навыков учеников, большинство опираются только на школьные оценки или жалобы родителей;
- около 30% респондентов не смогли описать конкретные примеры и признаки дискалькулии;
- более 60% участников используют нейропсихологическую диагностику для оценки дискалькулии.

Нейропсихологическая диагностика – это эффективный инструмент как для первичной оценки, так и для динамической, который позволяет выявить сформированность функций и навыков в соответствии с возрастом [Глозман, 2009; Микадзе, 2013; Полонская, 2007], оценить сильные и слабые стороны ребёнка, описать неспецифические проявления (так называемые «domain-general») [Ермолова, 2016; Menon, 2021]. Данные нейропсихологической диагностики необходимы для составления индивидуального коррекционно-развивающего маршрута для детей с разными трудностями. Однако субтесты (пробы) для оценки конкретно математических навыков в ней представлены достаточно скромно и не учитывают возрастные особенности детей каждого класса обучения. Кроме того, для удовлетворения одного из критериев дискалькулии – «отставания от школьной программы на 1-2 года» [Menon, 2021], диагностический инструмент должен включать

оценку математических навыков в соответствии с требованиями ФГОС [Тарасова, Бизюк, 2025].

МКБ-10 и DSM-V: критерии дискалькулии

В Международной классификации болезней 10-го пересмотра [Всемирная организация здравоохранения. (МКБ-10)] дискалькулия описана как специфическое нарушение навыков счёта, которое нельзя объяснить исключительно общим психическим недоразвитием или грубо неадекватным обучением. Соответственно, специалист-диагност должен владеть данными о наличии систематического и адекватного обучения у школьника и отсутствии у него нарушений слуха, зрения, неврологических и психических расстройств, которые могли бы стать причиной трудностей в математике. В соответствии с DSM-V [American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)], дети с дискалькулией демонстрируют трудности в одной или нескольких из четырёх областей: восприятие числа, запоминание арифметических фактов, точное и беглое вычисление и математическое мышление; при этом их специфические трудности в обработке числовой и математической информации проявляются устойчиво, несмотря на нормальный уровень интеллекта.

Таким образом, необходимо соблюдать определенные требования к диагностической процедуре для выявления дискалькулии у младших школьников: методика должна включать как компонент оценки математических навыков с учетом класса обучения, так и батарею нейропсихологических тестов для выявления механизмов трудностей обучения и подбора программы коррекционно-развивающей помощи ученику с опорой на его индивидуальные особенности. В данной статье предлагается методика, удовлетворяющая указанным требованиям.

Цели и задачи исследования

Целью исследования стали апробация авторской методики комплексной оценки дискалькулии (далее – КОД), а также её валидизация путём сопоставления полученных результатов измерения с данными параллельного исследования по методике Number Knowledge Test (далее – NKT), считающейся надёжным и чувствительным инструментом в диагностике дискалькулии [Ермолова, 2016], а также удобным в проведении и обработке.

Задачи исследования: 1) провести диагностику учеников 2-4 классов с использованием методики КОД для выявления группы риска по дискалькулии; 2) с помощью корреляционного анализа про-

верить конвергентную валидность методик КОД и НКТ; 3) с помощью ROC-анализа³ сравнить их чувствительность и специфичность для задач выявления дискалькулии; 4) описать дифференциально-диагностический потенциал методики КОД.

Материалы и методы

Выборка и группы

В исследовании принимали участие 91 ученик общеобразовательных школ города Санкт-Петербург в возрасте от 8 до 11 лет. Критерии включения: обучение в 2-4 классах по общеобразовательной программе, наличие добровольного согласия от родителей / законных представителей на проведение исследования, отсутствие нарушений зрения, слуха, психических и неврологических расстройств. Подробная характеристика выборки представлена в Таблице 1. Данное исследование одобрено Комитетом по этике ИМЧ РАН. Также от родителей детей были предварительно получены информированные согласия на тестирование учеников.

Так как все участники исследования характеризовались родителями и учителями как нейротипичные⁴, то есть не имеющие нарушений зрения или слуха и не имеющие психических или неврологических расстройств, то критерием исключения стал показатель IQ менее 70 баллов по методике исследования уровня невербального интеллекта «Прогрессивные матрицы Равена» (стандартный вариант, применяемый с 8 лет), которую дети проходили на предварительном этапе исследования [Raven, 2000]. Также учителя и родители заполняли чек-лист [Тарасова, 2024] и опросник BRIEF [Опросник для оценки функций программирования и контроля у детей, 2019]. По завершению тестирования учителя предоставляли средние баллы учеников по математике. Эти данные позволили условно разделить учеников на три группы:

- группа Т (дети с трудностями в математике, имеющие регулярно низкие оценки по этому предмету);
- группа Н (дети с нормальной успеваемостью по математике, не имеющие регулярных трудностей);
- группа В (дети с высоким уровнем овладения математикой и высоким баллом).

Процедура исследования и методики

Диагностическая процедура комплексной оценки дискалькулии (КОД) включала 2 этапа. На каждом этапе исследования участники проходили тестирование индивидуально в отдельном помещении

в привычное для занятий время. Учитывая, что темп учеников разный, как и субъективная оценка сложности заданий, в среднем первый этап занимал около 20±5 минут, а второй – около 30±5. Если ученик утомлялся или медленно выполнял задания, он приглашался повторно в другой день для продолжения тестирования. Все этапы тестирования проводились квалифицированным клиническим психологом, автором статьи. Данные структурировались и обрабатывались исследовательской группой, представленной соавторами статьи.

На первом этапе участники выполняли задания Блока оценки математических навыков: решали задания из Рабочих листов, разработанных по критериям ФГОС [Приказ Минпросвещения России от 31.05.2021]. Эта часть методики, по итогам предварительного (пилотного) исследования, была апробирована и доработана [Тарасова, 2024]. В результате сформировались по 2 версии Рабочих листов для каждого класса – краткий/скрининговый и полный вариант. В рамках данной статьи описаны результаты скрининг-версии (см. приложение). Рабочий лист скрининг-версии включал следующие задания: распознавание цифр (обычный вариант, зашумлённый, искажённый), соотнесение числа и количества, сравнение чисел и количества, знание компонентов математических действий и операций, знание числового ряда (прямого и обратного) и места числа в ряду, понимание разрядного строения числа, запись и чтение чисел, а также решение примеров и математических задач. Эти субтесты соответствуют задаче выявления специфических трудностей обработки числовой информации, так называемых «domain-specific» [Soares, 2018; Menon, 2021]. Также на втором этапе индивидуально проводились три специфических теста (субитизация⁵, показ количества на пальцах одной и двух рук и серийный устный счёт) и методика НКТ (для сравнения данных и валидации).

На втором этапе участники выполняли серию заданий блока Нейрокогнитивной оценки. В основу подбора проб заложен характерный для нейropsychологического подхода принцип представления счётных навыков в виде функциональной системы [Лурия, 2008; Цветкова, 1997; Ardila, 2002; Butterworth, 2011]. Соответственно, подбирались пробы, охватывающие все её компоненты: пространственные функции (сформированность пространственных представлений на уровне тела, отношений между объектами, зрительно-пространственные и квазипространственные пред-

Таблица 1

Участники исследования: группы, количество, класс, пол

	Характеристика	Класс	Количество участников	Мальчики / Девочки	Общее кол-во
Контрольная группа	Дети с нормой успеваемости по математике без регулярных трудностей (Н)	2	13	5 / 8	36
		3	13	7 / 6	
		4	10	4 / 6	
	Дети с высоким уровнем овладения математикой (В)	2	6	4 / 2	16
		3	5	2 / 3	
		4	5	4 / 1	
Экспериментальная группа	Дети с регулярными трудностями в математике (Т)	2	13 (7*)	5 / 7	39*
		3	15 (5*)	7 / 8	
		4	11 (3*)	5 / 6	

Примечания. *у 15 школьников из экспериментальной группы регистрируются признаки дискалькулии.

ставления), управляющие/регуляторные функции (слухоречевая и зрительно-пространственная рабочая память, когнитивная гибкость, когнитивный контроль, оттормаживание, программирование), гностические и практические функции (кинестетический и кинетический праксис, зрительный и слуховой гнозис). При подборе заданий для Нейрокогнитивного блока были учтены встречающиеся в литературе данные о влиянии сформированности фактора межполушарного взаимодействия и особенностей латерального профиля [Азарова, 2021; Александров, 2014; Ковязина, 2008; Москвин, 2002; Сергиенко, 2003; Сиротюк, 2003; Хомская, 1997; Чуприков, 2009], а также нейродинамического компонента [Агрис, 2015; Практическая нейропсихология, 2022]. Диагностический протокол *этого блока* включал: теппинг-тест Е.П.Ильина [Ильин, 1975], пробы на кинестетический и динамический праксис [Лурия, 2000; Хомская, 2007; Цветкова, 2000], семантические и логико-грамматические задачи [Ахутина, 2017; Семаго, 1998], задачу 1-back⁶ со словами [Gathercole, 2004; Kane, 2007; Pelegrina, 2015; Меликян, 2011], методику «Запомни и расставь точки» (графические матрицы) [Богомолов, 2004; Бизюк, 2024], копирование фигуры Тейлора [Taylor, 1959; Хомская, 2007], пробу «Реакция выбора» [Ахутина и др, 1996], серию картинок «Мусор» [Методы нейропсихологического обследования детей, 2020], субтесты на оценку межполушарного взаимодействия (тест на реципрокную координацию, бимануальный

ритмический тест, координационные пробы и перенос кинестетического образца с одной руки на другую) и латерального профиля учеников (оценка ведущих руки, глаза и уха) [Лурия, 2000; Хомская, 1995], стратегии переработки информации (методика «9 карточек» [Павлов, 1951; Сиротюк, 2003; Самохин, 2019], Струмп-тест в экспресс-версии (2 теста по 30 пар-стимулов) [Stroop, 1935; Муктасимова, 2024; Szucs, 2013; Zhang, 2011] и Тест соединения чисел и букв (Trial Making Test, TMT) [Бизюк, 2024; Reitan, 1958].

Диагностическая процедура была выстроена в два этапа. На первом этапе исследователь, используя Блок оценки математических навыков, выявлял учеников группы риска, имеющих специфические трудности в математике и уровень освоения данного предмета. На втором этапе, используя Нейрокогнитивный блок, исследовались неспецифические нарушения, особенности индивидуального развития. Для квалифицированных специалистов допустима вариативность в последовательности применения диагностических блоков, включая возможность группового проведения скрининговой части исследования. Таким образом, проведение диагностической процедуры в два этапа и в той последовательности, как описано в статье, не принципиально.

Содержание методики КОД представлено на рис. 1.

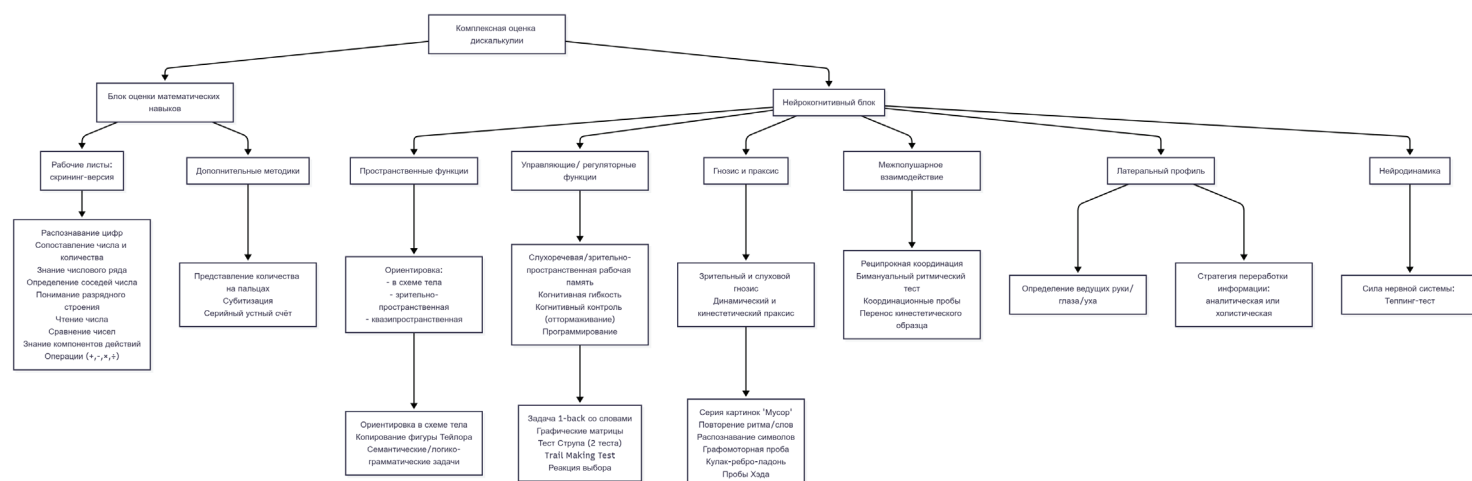


Рис. 1. Содержание методики Комплексной оценки дискалькулии (КОД).

Процедура обработки и анализа результатов

Полученные данные подвергались количественной и качественной обработке. Результаты выполнения каждого субтеста методики оценивались по шкале от 0 до 3 баллов: 0 баллов – отсутствие ошибок, 1 балл – единичная ошибка с самокоррекцией, 2 балла – наличие нескольких ошибок без самокоррекции, 3 балла – невозможность правильного выполнения задания. Таким образом, чем более выраженные трудности проявлял ученик, чем больше у него было ошибок, тем выше балл он получал за выполнение задания.

В Блоке оценки математических навыков по указанной системе оценивались следующие параметры: распознавание графемы числа, сопоставление числа и количества, знание числового ряда (прямого и обратного), определение соседей числа, понимание разрядного строения числа, чтение числа, сравнение чисел, знание компонентов математических действий, способность верно осуществлять операции сложения, вычитания, умножения и деления, способность представлять количество на пальцах, способность к субитизации. При решении математических задач по указанной системе оценивались следующие параметры: понимание условий задач, программирование действий, соответствие действий условиям задачи, корректность счетных операций, самопроверка вопроса и оформление задач. Таким образом, на первом этапе ученик может получить от 0 до 60 баллов (0-42 балла за Арифметические задания, 0-18 баллов – за Задачи). Опционально качественный анализ выполнения заданий этого блока также позволяет выявить неспецифические трудности: ошибки при чтении и/или на письме, ошибки зрительного и/или слухового распознава-

ния, слабость внимания и/или памяти, слабость пространственных (в том числе квазипространственных) представлений.

В Нейрокогнитивном блоке по указанной системе оценивались следующие параметры: межполушарное взаимодействие (реципрокная координация, бимануальный ритмический тест, координационные пробы, пробы с переносом кинестетического образца), реакция выбора, кинестетический праксис, динамический праксис, понимание семантических и логико-грамматических конструкций, рассказ по серии картинок «Мусор» (порядок, полнота, соответствие), 1-back (понимание инструкции, отсутствие ошибок, припоминание повторяющегося слова), копирование фигуры Тейлора, Тест соединения чисел и букв. На втором этапе ученик может получить от 0 до 30 баллов. По результатам всей методики КОД максимальный балл – 90.

Результаты методики «Запомни и расставь точки» (графические матрицы) для оценки зрительно-пространственной памяти обрабатывались в соответствии с формулой: $(T_v - T_o - T_p) / T$, где T – общее количество точек в матрице, T_v – количество верно расставленных точек, T_o – количество ошибочно расставленных точек, T_p – количество пропущенных точек. Общий коэффициент представляет среднее арифметическое по результатам 8 матриц. Результаты Струпа-теста обрабатывались автоматически после прохождения теста на интерактивном портале metodorf на оборудовании iPad 9-го поколения (версия iPadOS 16, сенсорный дисплей IPS, 10,2 дюйма, разрешение – 2160 x 1620, 264 ppi).

Результаты опросника функций программирования, регуляции и контроля (BRIEF) обрабатывались в соответствии с руководством [Горина,

Таблица 2

Сравнительный анализ результатов в трёх группах учащихся по методикам НКТ и КОД и описательная статистика (Арифметический блок и Общий показатель), $p < 0,001$

Группа	Методика	Среднее	$\pm 95\%$ ДИ	Медиана	Разброс (min–max)
Дети с нормой успеваемости по математике без регулярных трудностей (Н)	НКТ, %	9,02	7,25–10,79	8	0–25
	Арифм, %	7,45	5,72–9,18	8	0–19
	КОД, %	22,98	19,53–26,43	20	0–54
Дети с высоким уровнем овладения математикой (В)	НКТ, %	3,23	1,29–5,17	0	0–16
	Арифм, %	2,69	0,78–4,60	0	0–8
	КОД, %	7,35	4,68–10,02	6	0–25
Дети с регулярными трудностями в математике (Т)	НКТ, %	31,15	26,62–35,68	33	8–55
	Арифм, %	28,67	23,44–33,90	21	7–76
	КОД, %	46,38	41,15–51,61	45	17–83

Примечания. Для сравнения трех групп использовался критерий Краскела-Уоллиса с пост-хок U-тестами Манна-Уитни и поправкой Бонферрони ($\alpha = 0,016$). Все межгрупповые различия значимы после поправки ($p < 0,016$).

2019]. Результаты методики «Прогрессивные матрицы Равена» также обрабатывались в соответствии с ключом [Равен, 2000; Мухордова, 2011]; показатель уровня интеллекта определялся согласно процентной шкале, переводился в IQ-балл. Также кроме общего показателя отмечались результаты по каждой серии теста по процентной шкале.

По результатам теппинг-теста строилась индивидуальная кривая работоспособности и указывался тип нервной системы: сильная, слабая, средняя, средне-сильная или средне-слабая. По результатам проб на определение латерального профиля указывались ведущие рука, глаз, ухо (правый, левый), а также доминирующая стратегия переработки информации (аналитическая, холистическая).

Качественная обработка осуществлялась в основном для описания результатов каждого ученика по запросу родителей. Статистическая обработка проводилась с использованием программ SPSS 26 и Python 3.10 (библиотеки SciPy, Pandas, StatsModels).

В рамках данной статьи для реализации задач исследования представлены:

1. Сравнительный анализ результатов в трёх группах участников по методикам Number Knowledge Test (НКТ) и Арифметического блока Комплексной оценки дискалькулии (КОД) (см. табл. 2). Выбор данного блока методики КОД для сравнения с НКТ обусловлен тем, что НКТ не включает когнитивную оценку и математические задачи. Арифметический блок КОД требует отдельного

подтверждения валидности как оригинальная разработка авторов. Учитывая разницу в количественной обработке данных методик, результаты стандартизированы в процентном выражении. Использован критерий Краскела-Уоллиса с пост-хок анализом (U-критерий Манна-Уитни с поправкой Бонферрони).

2. Корреляционный анализ результатов в трёх группах участников по методикам Number Knowledge Test (НКТ) и Арифметического блока Комплексной оценки дискалькулии (КОД) (см. табл. 3). Метод: коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Учет множественных сравнений: поправка Бонферрони.

3. Данные ROC-анализа (см. рис. 2), проведенного с целью сравнения чувствительности и специфичности методик для задач выявления дискалькулии. Параметры: AUC (площадь под кривой), оптимальный порог разделения (критерий Юдена), сравнение кривых (парный критерий Делонга).

4. Дифференциальный анализ результатов по методикам Number Knowledge Test (НКТ) и Арифметического блока Комплексной оценки дискалькулии (КОД) в двух подгруппах (см. табл. 4-5). Метод: U-критерий Манна-Уитни с поправкой Бонферрони. Примечание: в целях детального анализа различий участники группы Т были разделены на 2 подгруппы – участники с признаками дискалькулии ($n = 15$) и участники с трудностями в математике, не ассоциированными с дискалькулией ($n = 24$).

Результаты

1. Сравнительный анализ НКТ и КОД (см. табл. 2) с использованием критерия Краскела-Уоллиса выявил статистически значимые различия между результатами в трёх группах ($p < 0,01$). Пост-хок анализ с поправкой Бонферрони ($\alpha = 0,016$) под-

твердил, что группа Т (дети, имеющие регулярные трудности в математике) показала значимо более высокие баллы по всем методикам (НКТ: 31,15%; Арифметический блок КОД: 28,67%; Общий показатель КОД: 46,38%) по сравнению с группами Н (дети с нормой успеваемости по математике без регулярных трудностей) и В (дети с высоким

Таблица 3

Сравнение результатов по методикам НКТ и КОД: корреляционный анализ, коэффициент Спирмена (ρ)

НКТ и Арифметический блок КОД	ρ	p-value
Общий коэффициент	0,82	< 0,001
Группа Н	0,52	< 0,001
Группа В	0,41	0,03
Группа Т	0,73	< 0,001

*Примечания. * Уровень значимости устанавливался на $p < 0,05$. Все значимые результаты ($p < 0,01$) остаются устойчивыми с поправкой Бонферрони.*

Сравнение ROC-кривых: НКТ и Арифметический блок КОД

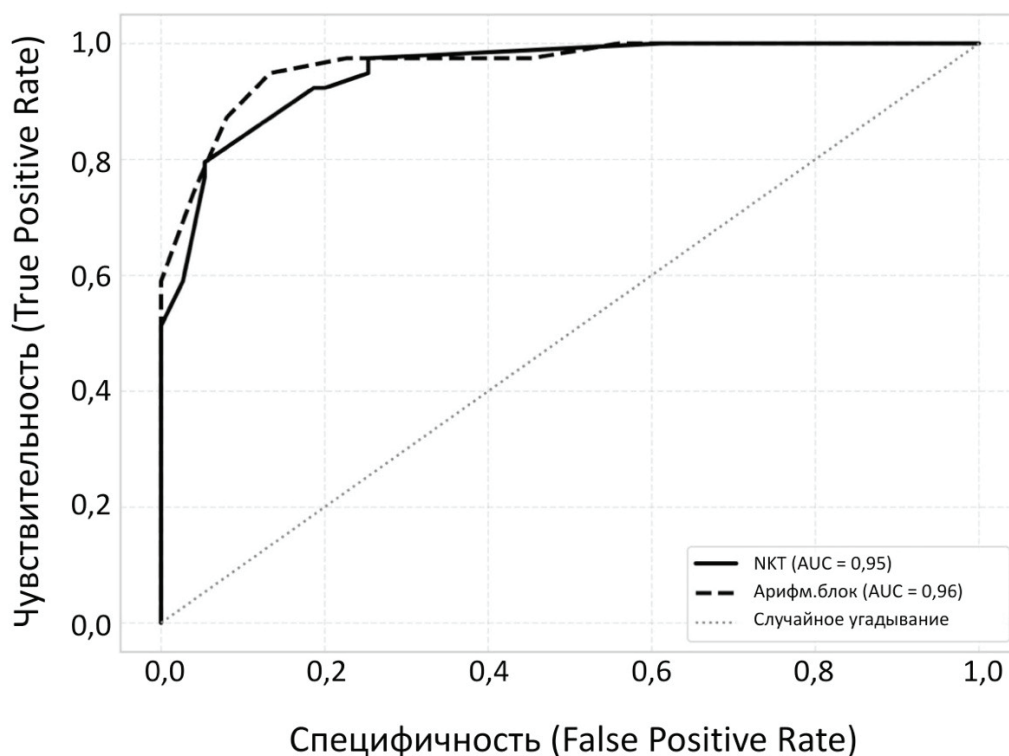


Рис. 2. ROC-анализ для сравнения чувствительности и специфичности методик НКТ и Арифметического блока КОД для задачи выявления дискалькулии.

Примечания. Применялись коэффициент AUC, оптимальный порог по критерию Юдина, парный критерий Делонга для проверки значимости различий. Разница AUC между методиками не значима ($p > 0,1$).

Таблица 4

Средние значения (с 95% доверительным интервалом) по результатам методик НКТ и КОД (Арифметический блок и Общий показатель) у детей с признаками дискалькулии (подгруппа Д), $p < 0,001$

Методика	Среднее	$\pm 95\%$ ДИ	Медиана	Разброс (min–max)
НКТ, %	43,6	[38,1–49,1]	44	33–55
Арифм, %	52,1	[45,3–58,9]	48	38–76
КОД, %	60,3	[54,2–66,4]	56	45–83

Примечания. Для сравнения групп использовался U-критерий Манна-Уитни. Уровень значимости после поправки Бонферрони ($\alpha = 0,016$) подтвердил различия по всем методикам ($p \leq 0,003$).

Таблица 5

Сравнение результатов по методикам НКТ и КОД (Арифметический блок) у детей с признаками дискалькулии и детей, не имеющих специфических трудностей в математике

Методика	Группа Т	Подгруппа Д (дискалькулия)
НКТ, %	31,1	43,6 (+12,5)
Арифм, %	28,7	52,1 (+23,4)
КОД, %	46,4	60,3 (+13,9)

Примечание. Для сравнения групп использовался U-критерий Манна-Уитни с эффектом размера (r). Уровень значимости $p < 0,05$. Все сравнения остаются значимыми после поправки Бонферрони (скорректированные $p < 0,05$).

уровнем овладения математикой). Группа В продемонстрировала наименьшие значения (НКТ: 3,23%; Арифметический блок: 2,69%; Общий КОД: 7,35%), что подтверждает дискриминативную валидность методик. Сравнение результатов позволило выявить у 15 учеников экспериментальной группы высокий риск дискалькулии.

2. Корреляционный анализ (см. табл. 3) выявил положительную корреляцию между НКТ и Арифметическим блоком КОД ($\rho = 0,82$, $p < 0,001$), что подтверждает конвергентную валидность. В подгруппах: наибольшая корреляция в группе Т ($\rho = 0,73$, $p < 0,001$), умеренные связи в группах Н ($\rho = 0,52$) и В ($\rho = 0,41$), сохраняющие значимость после поправки Бонферрони.

3. ROC-анализ (см. рис. 2) выявил высокую диагностическую точность, чувствительность и специфичность Арифметического блока КОД для задачи выявления дискалькулии, сравнимые с НКТ ($AUC > 0,9$).

4. Дифференциальный анализ показал (см. табл.

4-5), что дети с дискалькулией (подгруппа Д, $n = 15$) значительно отличались от остальных учащихся группы Т ($n = 24$) по обоим методикам: 1) НКТ: +12,5% (43,6% vs 31,1%, $p < 0,001$, $r = 0,62$); 2) Арифметический блок КОД: +23,4% (52,1% vs 28,7%, $p < 0,001$, $r = 0,71$); общий показатель КОД: +13,9% (60,3% vs 46,4%, $p < 0,001$). Размер эффекта ($r > 0,5$) указывает на практическую значимость: различия столь велики, что требуют учета при обучении⁷. Для расчета использовалось преобразование t-критерия в r ($r = \sqrt{t^2/(t^2+df)}$) с доверительными интервалами методом бутстрэпа.

Обсуждение

Результаты подтверждают, что разработанный авторами статьи Арифметический блок методики Комплексной оценки дискалькулии (КОД) имеет высокую чувствительность и специфичность для задачи выявления дискалькулии, сравнимые с методикой Number Knowledge Test, считающейся

надёжным инструментом диагностики. Анализ подтвердил положительную корреляцию между результатами двух методик, их конвергентную валидность. Обе методики исследуют схожие аспекты математических способностей – счётные навыки, нарушения которых специфичны для дискалькулии развития. Блок оценки математических навыков предполагает скрининг математических компетенций посредством специализированного набора заданий (Рабочие листы по классам и дополнительные тесты), что позволяет идентифицировать учащихся с признаками академической неуспеваемости в области математики и выявить группу риска среди учеников начальной школы.

Второй блок методики КОД направлен на углубленный анализ когнитивных механизмов выявленных трудностей с применением нейропсихологического модуля, включающего оценку психических функций, включенных в функциональную систему счёта, и индивидуальных особенностей психической деятельности ученика (см. рис. 1). Эти данные необходимы для подбора персонализированного маршрута коррекционно-развивающего обучения.

Системный анализ данных КОД в выборке учащихся отдельного класса позволяет дифференцировать индивидуальные трудности обучения от педагогических недоработок. Поскольку задания Рабочих листов соответствуют требованиям ФГОС к освоению математической программы, выявление типичных ошибок у значительной части учащихся (более 30% класса) свидетельствует о недостаточном усвоении конкретных учебных тем, что требует методической коррекции образовательного процесса, а не индивидуальной психолого-педагогической поддержки. Так как Рабочие листы созданы в нескольких вариантах для каждого класса, специалист-диагност может проводить скрининг математических навыков в классе сразу у всех учеников, если это необходимо.

Интерпретация результатов методики КОД требует комплексного анализа соотношения показателей между Блоком оценки математических навыков и Нейрокогнитивным блоком. Выявленные диссоциации имеют принципиальное значение для определения направлений коррекционной работы. Изолированные трудности в Нейрокогнитивном блоке при сохранных математических навыках указывают на неспецифические когнитивные дефициты, несформированность психических функций и требуют нейропсихологической коррекции без специального обучения математике. Сочетанные нарушения характерны для

дискалькулии развития и требуют комбинированного вмешательства. При этом выраженность трудностей и актуальный уровень овладения математическими навыками, а также специфичность нейрокогнитивного профиля и соответствие диагностическим критериям МКБ-10/DSM-V важны для определения первичности расстройства.

Выводы

1. Методика Комплексной оценки дискалькулии (КОД) продемонстрировала высокую диагностическую валидность, что подтверждается:

- статистически значимыми различиями между группами с разным уровнем математической успеваемости ($p < 0,001$),

- высокой конвергентной валидностью с НКТ ($p = 0,82$),

- высокими показателями диагностической точности ($AUC > 0,9$).

2. Методика обладает выраженным дифференциально-диагностическим потенциалом, позволяя:

- выявлять детей с дискалькулией (размер эффекта $r > 0,5$),

- выявлять как специфические дефициты числовой обработки, так и неспецифические когнитивные нарушения и индивидуальные особенности развития учеников,

- определять педагогические упущения при анализе данных тестирования в классе,

- выстраивать на анализе полученных данных индивидуальную систему коррекционно-развивающей поддержки для ученика, имеющего трудности в обучении.

Перспективы и ограничения исследования

1. Возможно внедрение методики КОД в школьную диагностику для раннего выявления дискалькулии и дифференциации типов трудностей, а также для оценки динамики после курса коррекционных занятий. Данные тестирования важны для построения программы коррекционно-развивающего обучения, а также для учёта индивидуальных особенностей учеников (в школе, дома, на дополнительных занятиях).

2. Небольшая выборка группы с дискалькулией ($n = 15$) требует продолжения исследования на расширенной выборке. В будущем планируется апробация расширенного варианта КОД, разработка нормативов КОД для разных возрастов/классов, проверка валидности в лонгитюдных исследованиях, адаптация для дошкольного возраста с целью раннего выявления признаков расстройств математических навыков, а также разработка компьютерной версии методики.

3. Выборка группы детей с высоким уровнем овладения математикой ($n = 16$) также требует продолжения исследования ввиду малого количества участников. Перспективным направлением исследования представляется выявление тех сильных сторон, которые позволяют ученикам быстрее и лучше осваивать математику. Это позволит выстроить программу профилактики трудностей в математике на этапе подготовки к школе и в процессе обучения в начальных классах.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Беляевой Е.С., социальному педагогу ГБОУ школы № 495, и Петраковой Е.В., заместителю директора по УВР ГБОУ школы № 197, за предоставление исследовательской базы и помощь в организации исследования.

Литература

Агрис А.Р. Когнитивные и личностные особенности детей с низким темпом деятельности и синдромом дефицита внимания. Современная зарубежная психология, 2013, 2(1), 5–21.

Агрис А.Р. Дефицит нейродинамических компонентов деятельности у детей с трудностями обучения: автореф. дис. ... канд. психол. наук. Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, 2015.

Азарова Е.А., Котик-Фридгут Б.С. Межполушарное взаимодействие у человека. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2021.

Александров С.Г. Функциональная асимметрия и межполушарные взаимодействия головного мозга. Иркутск: ИГМУ, 2014.

Ахутина Т.В. (Ред.). Методы нейропсихологического обследования детей 6-9 лет. М.: В. Секачев, 2020.

Ахутина Т.В., Игнатьева С.Ю., Максименко М.Ю., Полонская Н.Н., Пылаева Н.М., Яблокова Л.В. Методы нейропсихологического обследования детей. Вестник Московского университета. Сер. 14, Психология, 1996, No. 2, 51–58.

Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю. Возрастная динамика понимания логико-грамматических конструкций у младших школьников и ее мозговые механизмы. Специальное образование, 2017, No. 3, 15–31.

Ахутина Т.В., Обухова Л.Ф., Обухова О.Б. Трудности усвоения начального курса математики в форме квази-исследовательской деятельности. Психологическая наука и образование, 2001, 6(1), 6.

Барт К. [Barth K.] Трудности в обучении: раннее предупреждение. М.: Академия, 2006.

Баряева Л.Б., Кондратьева С.Ю., Лопатина Л.В. Профилактика и коррекция дискалькулии у детей с ограниченными возможностями здоровья. СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2022.

Бизюк А.П. Компендиум методов нейропсихологического исследования. СПб.: Питер, 2024.

Богомолов В. (Сост.). Тестирование детей. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004.

Всемирная организация здравоохранения. Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). 2019. <https://icd.who.int/browse10/2019/en>

Глиник, О. А. Нарушения счетных навыков: обзор причин и нейропсихологических механизмов дискалькулии. Психологическая наука и образование, 2022, 27(1), 17–26. DOI:10.17759/pse.2022270102

Глозман Ж.М. Нейропсихология детского возраста. М.: Академия, 2009.

Глозман Ж.М. (Ред.). Практическая нейропсихология. М.: Генезис, 2022.

Глозман Ж.М., Потанина А.Ю., Соболева А.Е. Нейропсихологическая диагностика в дошкольном возрасте. 2-е изд. СПб.: Питер, 2008.

Горина Е.Ю. (Сост.). Опросник для оценки функций программирования и контроля у детей. М.: Теревинф, 2019.

Ермолова Т.В. Дискалькулия детского возраста как системная проблема обучения. Современная зарубежная психология, 2016, 5(3), 7–27. DOI:10.17759/jmpf.2016050302

Ковязина М.С. Межполушарное взаимодействие при нормальном и отклоняющемся развитии: мозговые механизмы и психологические особенности. В кн.: В.Ф. Фокин, Боголепова И.Н., Гутник Б. (Новая Зеландия), Кобрин В.И., Шульговский В.В., Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. М.: Научный мир, 2009. С. 185–207.

Кондратьева С.Ю. Профилактика и коррекция дис-

калькулии у дошкольников и младших школьников с ограниченными возможностями здоровья: дис. ... д-ра психол. наук. Санкт-Петербург, 2020.

Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека. 3-е изд. М.: Академический проект, 2000.

Меликян З.А., Микадзе Ю.В., Потапов А.А., Зайцев О.С., Захарова Н.Е. Оценка нарушений когнитивных функций в разные периоды после черепно-мозговой травмы. Неврология и психиатрия, 2011, No. 7, 17–19.

Микадзе Ю.В. Нейропсихология детского возраста. СПб.: Питер, 2013.

Москвин В.А. Проблема связи латеральных профилей с индивидуальными различиями человека: автореф. дис. ... д-ра психол. наук. Оренбург, 2002.

Муктасимова З.С., Поминов А.В. Влияние восприятия на обучение младших школьников на основе Струп-теста. В кн.: Проблемы гуманитарных наук и образования в современном мире: материалы X Всероссийской научно-практической конференции. Сибай: Уфимский университет науки и технологий, 2024. С. 187–189.

Мухордова О.Е., Шрейбер Т.В. (Сост.). Прогрессивные матрицы Равена: методические рекомендации. Ижевск: Удмуртский университет, 2011.

Ньокиктъен Ч. [Njiokiktjien Ch.] Детская поведенческая неврология. М.: Теревинф, 2012. Т. 2.

Павлов И.П. Лекции о работе больших полушарий. В кн.: Полное собрание трудов. 2-е изд., доп. – Москва ; Ленинград : Издательство академии наук СССР, 1951. – Том 3, Книга 2. С.320–343.

Полонская Н.Н. Нейропсихологическая диагностика детей младшего школьного возраста. М.: Академия, 2007.

Приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № 286 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования». Официальный интернет-портал правовой информации. <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028>

Равен Дж., Равен Дж.К., Корт Дж. [Raven J., Raven J.C., Court J.H.] Руководство для прогрессивных матриц Равена и словарных шкал. М.: Когито-Центр, 2012.

Самохин М.В. Межполушарная асимметрия головного мозга. Современная терапия в психиатрии и неврологии, 2019, No. 1, 22–25. <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhpolutsharnaya-asimmetriya-golovnogo-mozga>

Семаго Н.Я., Семаго М.М. Диагностический комплект исследования особенностей развития познавательной сферы детей дошкольного и младшего школьного возрастов. М.: АРКТИ, 1998.

Семенович А.В. Нейропсихологическая диагностика и коррекция в детском возрасте. М.: Академия, 2002.

Сиротюк А.Л. Нейропсихологическое и психофизи-

ологическое сопровождение обучения. М.: Творческий Центр Сфера, 2003.

Тарасова Д.А. Особенности функциональной межполушарной асимметрии у младших школьников с дискалькулией. В кн.: Клиническая (медицинская) психология: современные вызовы и новые возможности: Сборник тезисов работ участников Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 10-летию кафедры общей и клинической психологии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России [Электронный ресурс]. СПб.: РИЦ ПСПбГМУ, 2024. С. 226–228.

Тарасова Д.А., Бизюк А.П. Диагностика расстройств математических навыков у младших школьников: трудности и перспективы. В кн.: Мозг и интеллект. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 95-летию Л.С. Цветковой (4 – 5 декабря 2024 г.). Сборник материалов / Под ред. В.Б. Никишиной. – Москва: ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет), 2025. С. 102–108.

Хомская Е.Д. Методы оценки межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия. М.: МГУ, 1995.

Хомская Е.Д. Нейропсихология индивидуальных различий. М.: РПА, 1997.

Хомская Е.Д. (Ред.). Нейропсихологическая диагностика. Ч.1: Схема нейропсихологического исследования высших психических функций и эмоционально-личностной сферы. М.: Институт общегуманитарных исследований, 2007.

Цветкова Л.С. Нейропсихология счета, письма и чтения: нарушение и восстановление. М.: Юристъ, 1997.

Цветкова Л.С. Нейропсихологические методы обследования детей. М.: Педагогическое общество России, 2000.

Чутко Л.С., Сурушкина С.Ю., Яковенко Е.А. Клинико-психофизиологические проявления дискалькулии у детей. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова, 2022, 122(9), 38–43.

Шарова Е.В., Ениколопова Е.В., Зайцев О.С., Болдырева Г.Н., Трошина Е.М., Окнина Л.Б. Приемы исследования и оценки функциональной асимметрии мозга человека в норме и патологии. В кн.: В.Ф. Фокин, Боголепова И.Н., Гутник Б. (Новая Зеландия), Кобрин В.И., Шульговский В.В. Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. М.: Научный мир, 2009. С. 617–637.

Шульговский В.В. Основы нейрофизиологии. М.: Аспект-Пресс, 2000.

Agostini F. Domain-General Cognitive Skills in Children with Mathematical Difficulties and Dyscalculia: A Systematic Review of the Literature. Brain Sciences, 2022, 12(2), 239. DOI:10.3390/brainsci12020239

American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5). <https://>



www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm

Ardila A. Acalculia and Dyscalculia. *Neuropsychology Review*, 2002, 12(4), 179–231. DOI:10.1023/A:1021343508573

Bartelet D. Cognitive subtypes of mathematics learning difficulties in primary education. *Research in Developmental Disabilities*, 2014, 35(3), 657–670. DOI:10.1016/j.ridd.2013.12.010

Beaujean A.A. Evaluation of the Wechsler Individual Achievement Test-Fourth Edition as a Measurement Instrument. *Journal of Intelligence*, 2022, 10(2), 30. DOI:10.3390/jintelligence10020030

Butterworth B. Dyscalculia: From Brain to Education. *Science*, 2011, 332(6033), 1049–1053. DOI:10.1126/science.1201536

Chutko L.S. Cognitive disorders in children with dyscalculia. *Zhurnal Nevrologii i Psikhatrii imeni S.S. Korsakova*, 2023, 123(4), 85–90. DOI:10.17116/jnevro202312304185

Cox S.K. Development of Mathematical Practices Through Word Problem–Solving Instruction for Students With Autism Spectrum Disorder. *Exceptional Children*, 2021, 87(3), 326–343.

De Smedt B. и др. Effects of problem size and arithmetic operation on brain activation during calculation in children with varying levels of arithmetical fluency. *NeuroImage*, 2011, 57(3), 771–781. DOI:10.1016/j.neuroimage.2010.12.037

Gathercole S.E., Pickering S.J., Ambridge B., Wearing H. The Structure of Working Memory From 4 to 15 Years of Age. *Developmental Psychology*, 2004, 40(2), 177–190.

Haberstroh S. The Cognitive Profile of Math Difficulties: A Meta-Analysis Based on Clinical Criteria. *Frontiers in Psychology*, 2022, 13, 842391. DOI:10.3389/fpsyg.2022.842391

International Dyslexia Association. <https://dyslexiaida.org/>

Izumi J.T. Differences in specific learning disability identification with the Woodcock-Johnson IV. *School Psychology*, 2019, 34(6), 603–611. DOI:10.1037/spq0000336

Kane M.J., Conway A.R.A., Miura T.K., Colflesh G.J.H. Working memory, attention control, and the n-back task: A question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2007, 33(3), 615–622. DOI:10.1037/0278-7393.33.3.615

Kaufmann L. Dyscalculia from a developmental and differential perspective. *Frontiers in Psychology*, 2013, 4, 515, 168–171. DOI:10.3389/fpsyg.2013.00516

Landerl K. *Dyskalkulie: Modelle, Diagnostik, Intervention*. München: Ernst Reinhardt, 2008.

Lynn A. The long arm of adversity: Children's kindergarten math skills are associated with maternal

childhood adversity. *Child Abuse & Neglect*, 2023, 142(1), 105561. DOI:10.1016/j.chiabu.2022.105561

Menon V., Chang H. Emerging neurodevelopmental perspectives on mathematical learning. *Developmental Review*, 2021, 60, 100964. DOI:10.1016/j.dr.2021.100964

Menon V., Padmanabhan A., Schwartz F. Cognitive Neuroscience of Dyscalculia and Math Learning Disabilities. In: Cohen Kadosh K. (Ed.), *Oxford Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience*. Oxford: Oxford University Press, 2024. P. 729–764. DOI:10.1093/oxfordhb/9780198827474.001.0001

Meyer E.M. Multidimensional Scaling of Cognitive Ability and Academic Achievement Scores. *Journal of Intelligence*, 2022, 10(4), 117. DOI:10.3390/jintelligence10040117

OECD. Programme for International Student Assessment (PISA). <https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa.html>

Okamoto Y., Case R. Exploring the microstructure of children's central conceptual structures in the domain of number. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 1996, 61, 27–58. DOI:10.1111/j.1540-5834.1996.tb00536.x

Pelegrina S., Teresa Lechuga M., García-Madruga J.A., Rosa Elosúa M., Macizo P., Carreiras M., Fuentes L.J., Bajo M.T. Normative data on the n-back task for children and young adolescents. *Frontiers in Psychology*, 2015, 6, 1544. DOI:10.3389/fpsyg.2015.01544

Reitan R.M. Validity of the Trail Making Test as an Indicator of Organic Brain Damage. *Perceptual & Motor Skills*, 1958, 8, 271–276.

Sevecke J.R. Test Review: Test of Mathematical Abilities. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 2014, 32(6), 581–584.

Shalev R.S. Developmental dyscalculia. *Journal of Child Neurology*, 2004, 19(10), 765–771. DOI:10.1177/08830738040190100601

Shalev R.S., Weirman R., Amir N. Developmental dyscalculia. *Cortex*, 1988, 24(4), 555–561. DOI:10.1016/s0010-9452(88)80049-2

Sharfi K. Relationships between executive functions and sensory patterns among adults with specific learning disabilities. *PLOS ONE*, 2022, 17(4), e0266385. DOI:10.1371/journal.pone.0266385

Siregar N. Adaptasi Test of Mathematical Ability (TOMA-3). *Jurnal Nasional Pendidikan Matematika*, 2020, 4(2), 212. DOI:10.33603/jnpm.v4i2.3218

Soares N. Specific learning disability in mathematics: a comprehensive review. *Translational Pediatrics*, 2018, 7(1), 48. DOI:10.21037/tp.2017.08.03

Strock A., Mistry P.K., Menon V. Personalized deep neural networks reveal mechanisms of math learning disabilities in children. *Science Advances*, 2025, 11, eadq9990. DOI:10.1126/sciadv.adq9990



Stroop J.R. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 1935, 18(6), 643–662.

Szucs D. Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. *Cortex*, 2013, 49(10), 2674–2688. DOI:10.1016/j.cortex.2013.06.007

Taylor E.M. Psychological appraisal of children with cerebral defects. Harvard University Press, The Commonwealth Fund, 1959.

Zhang H. Inhibitory ability of children with developmental dyscalculia. *Journal of Huazhong University of Science and Technology*, 2011, 31(1), 131–136. DOI:10.1007/s11596-011-0164-2

Živković M. Executive functions, math anxiety and math performance in middle school students. *British Journal of Developmental Psychology*, 2022, 40, 438–452. DOI:10.1111/bjdp.12412



Приложение

Рабочий лист методики «Комплексная оценка дискалькулии», скрининг-версия для учеников 4-го класса, вариант А.

Задание 1. *Реши примеры и выполни задания.*

 + ДЕВЯТЬ =
 10 x  =
 Тридцать -  =
 : ПЯТЬ =
 x  =
 Пятьдесят девять -  =

1

Сравни полученные числа. Самое большое число обведи в круг. А самое маленькое – зачеркни.

2

Подчеркни в первом примере сумму, а во втором примере – второй множитель. В четвертом примере – делитель. А в шестом – уменьшаемое.

Задание 2. *Вставь пропущенные числа в рядах.*

- 1) 521, 522,, 524, 525, 526,, 528,, 530
- 2) 51,, 49,, 47, 46, 45,,
- 3) 695, 696, 697,,,

Задание 3. *Напиши соседей числа (предыдущее и следующее числа).*

	1000	
	1472	

	3118	
	570	

Задание 4. *Укажи, сколько в каждом числе тысяч, сотен, десятков и единиц.*

- 1) 15213 – _____ т, _____ с, _____ д, _____ е.
- 2) 7405 – _____ т, _____ с, _____ д, _____ е.
- 3) 1008 – _____ т, _____ с, _____ д, _____ е.

Задание 5. *Числа написаны словами. Запиши эти числа с помощью цифр.*

- 1) триста восемьдесят два _____
- 2) две тысячи шестнадцать _____
- 3) пятнадцать тысяч три _____

Задание 6. Теперь наоборот. Числа записаны цифрами, а ты запиши их словами, как они правильно читаются.

1) 10114 – _____

2) 2340 – _____

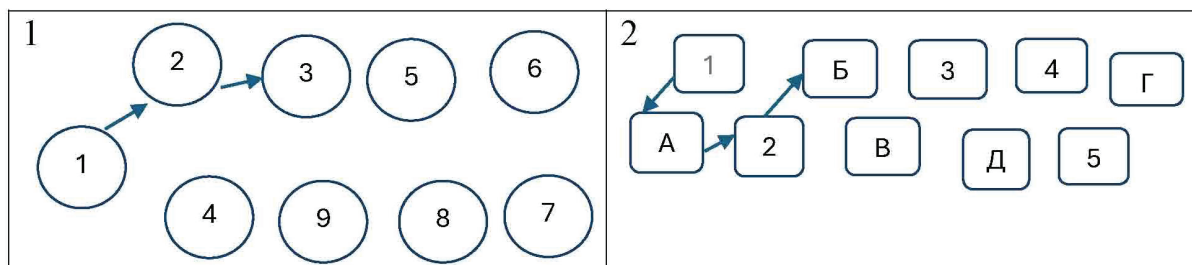
3) 599 – _____

Задание 7. Расставь знаки $>$, $=$ или $<$.

1020		1002
1110		1010

39		41
4070		704

Задание 8. Догадайся, в каком порядке нужно продолжить линию. Дорисуй стрелочки.



Задание 9. Реши примеры. Если тебе нужен черновик – воспользуйся дополнительными листами и сдай в конце всё вместе.

1) $(14 + 5) \times 2 =$	6) $13 \times 8 : 2 =$
2) $11 + 4 \times 16 =$	7) $338 - 6 \times (9 + 12) =$
3) $2 \times (36 : 3) =$	8) $(21+19) - (44 : 4) =$
4) $347 + 326 =$	9) $1108 - 129 =$
5) $1108 - 129 =$	10) $56 + 188 =$

Задание 10. Реши математические задачи. Запиши ход решения и ответ.

Задача №1. В двух стаканах стоят 24 карандаша. В одном стакане на два карандаша больше, чем в другом. Сколько карандашей в каждом стакане?

Задача № 2. В двух стаканах стоят 24 карандаша. В одном стакане в два раза больше карандашей, чем в другом. Сколько карандашей в каждом стакане?

Задача № 3. Репетитор зарабатывает за 5 дней 15 тысяч рублей. Сколько денег репетитор заработает за неделю?

Примечание. Задания добавлены в оригинальном оформлении.

Поступила в редакцию: 22 мая 2025 г.

Дата публикации: 28 ноября 2025 г.

Сведения об авторах

Тарасова Дарья Андреевна. Клинический психолог, аспирант Института мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН, ул. Академика Павлова, д. 9, 197022 Санкт-Петербург, Россия.

Е-mail: neuropsych.pro@gmail.com

Исаева Елена Рудольфовна. Доктор психологических наук, профессор, заведующая кафедрой общей и клинической психологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова, ул. Льва Толстого, д. 6-8, 197022 Санкт-Петербург, Россия.

Е-mail: isajeva@yandex.ru

Бизюк Александр Павлович. Кандидат психологических наук, доцент кафедры общей и клинической психологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова, ул. Льва Толстого, д. 6-8, 197022 Санкт-Петербург, Россия.

Е-mail: a_biziuk@yahoo.com

Ссылка для цитирования

Тарасова Д.А., Исаева Е.Р., Бизюк А.П. Дифференциальная диагностика дискалькулии у младших школьников: апробация авторской методики комплексной оценки дискалькулии (КОД). Психологические исследования. 2025. Т. 18, № 103. С. 1.

URL: <https://psystudy.ru>

Адрес статьи:

<https://doi.org/10.54359/ps.v18i103.1974>

Differential diagnostics of dyscalculia in junior schoolchildren: testing of the author's method of complex assessment of dyscalculia (CAT)

Tarasova D.A.¹, Isaeva E.R.², Biziuk A.P.²

¹ N.P. Bekhtereva Institute of Human Brain of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

² First St. Petersburg State Medical University named after Acad. I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

The article addresses the issue of differential diagnosis of dyscalculia in Russia, namely the lack of standardized tools for detecting the disorder, whose prevalence is estimated at up to 6% of the population. Developmental dyscalculia is a specific learning disorder characterized by difficulties in processing numerical and mathematical information despite a normal level of intelligence. The authors present their own specialized methodology — the Comprehensive Assessment of Dyscalculia (CAD) — and the results of its validation in a sample of 91 pupils in grades 2–4 of regular schools in St. Petersburg (Russia), with varying levels of mathematical skills (neurotypical children aged 8 to 11 years). The CAD methodology consists of two components: the Mathematical Skills Assessment Block (including an Arithmetic Block and a Mathematical Problems Block), developed on the basis of the Federal State Educational Standards, and the Neurocognitive Block, comprising subtests designed to assess neuropsychological factors involved in the functional system of mathematical skills. The CAD results were compared with those of the Number Knowledge Test (NKT), an internationally recognized tool considered reliable and sensitive for identifying difficulties in numerical processing specific to dyscalculia. The findings confirmed a strong positive correlation between the overall scores of the two methodologies, their consistency and convergent validity, as well as the absence of significant differences in sensitivity and specificity. The authors highlight the differential diagnostic potential of CAD: its ability to detect dyscalculia and to distinguish specific difficulties in acquiring counting skills from nonspecific ones, including those resulting from pedagogical gaps. Prospects for further research include adapting CAD for preschool children, conducting longitudinal studies of its validity, and developing a computerized version of the methodology.

Keywords: mathematical skills, school learning difficulties, dyscalculia, differential diagnosis, number knowledge test



Acknowledgements

The authors are grateful to E.S. Belyaeva (State Budgetary Educational Institution School No. 495) and E.V. Petrakova (State Budgetary Educational Institution School No. 197) for providing the research base and assistance in organization.

References

- Agostini F. Domain-General Cognitive Skills in Children with Mathematical Difficulties and Dyscalculia: A Systematic Review. *Brain Sciences*, 2022, 12(2), 239. DOI:10.3390/brainsci12020239
- Agris A.R. Kognitivnye i lichnostnye osobennosti detey s nizkim tempom deyatelnosti. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya*, 2013, 2(1), 5–21. (in Russian)
- Agris A.R. Defitsit neirodinamicheskikh komponentov deyatelnosti u detey s trudnostyami obucheniya. PhD dissertation (Psychology). *Moskovskij gosudarstvennyj universitet imeni M.V.Lomonosova*. Moscow, 2015. (in Russian)
- Akhutina T.V., Ignateva S.Yu., Maksimenko M.Yu., Polonskaya N.N., Pylaeva N.M., Yablokova L.N. Metody neiropsikhologicheskogo obsledovaniya detej. *Vestnik Moskovskogo universiteta, Ser. 14, Psihologiya*, 1996, No. 2, 51–58. (in Russian)
- Akhutina T.V., Korneev A.A., Matveeva E.Yu. Vozrastnaya dinamika ponimaniya logiko-grammaticheskikh konstruksiy. *Spetsial'noe obrazovanie*, 2017, 3, 15–31. (in Russian)
- Akhutina T.V., Obukhova L.F., Obukhova O.B. Trudnosti usvoeniya nachal'nogo kursa matematiki. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie*, 2001, 6(1), 6. (in Russian)
- American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5). <https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm>
- Ardila A. Acalculia and Dyscalculia. *Neuropsychology Review*, 2002, 12(4), 179–231. DOI:10.1023/A:1021343508573
- Azarova E.A., Kotik-Fridgut B.S. Mezhpolusharnoe vzaimodeystvie u cheloveka. Rostov-on-Don: Yuzhnyj federal'nyj universitet, 2021. (in Russian)
- Bartelet D. Cognitive subtypes of mathematics learning difficulties. *Research in Developmental Disabilities*, 2014, 35(3), 657–670. DOI:10.1016/j.ridd.2013.12.010
- Barth K. Trudnosti v obuchenii: rannee preduprezhdenie. Moscow: Akademiya, 2006. (in Russian)
- Baryayeva L.B. et al. Profilaktika i korrektsiya diskalkulii u detey. St. Petersburg: Rossijskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet imeni A.I. Gercena, 2022. (in Russian)
- Beaujean A.A. Evaluation of the Wechsler Individual Achievement Test. *Journal of Intelligence*, 2022, 10(2), 30. DOI:10.3390/jintelligence10020030
- Bizyuk A.P. Kompendium metodov neiropsikhologicheskogo issledovaniya. St. Petersburg: Piter, 2024. (in Russian)
- Butterworth B. Dyscalculia: From Brain to Education. *Science*, 2011, 332(6033), 1049–1053. DOI:10.1126/science.1201536
- Chutko L.S. Cognitive disorders in children with dyscalculia. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii*, 2023, 123(4), 85–90. DOI:10.17116/jnevro202312304185 (in Russian)
- Chutko L.S., Surushkina S.Yu., Yakovenko E.A.. Kliniko-psikhofiziologicheskie proyavleniya diskalkulii u detey. *Zhurnal Nevrologii i psikiatrii*, 2022, 122(9), 38–43. (in Russian)
- Cox S.K. Development of Mathematical Practices. *Exceptional Children*, 2021, 87(3), 326–343.
- De Smedt B., Holloway I.D., Ansari D. Effects of problem size on brain activation. *NeuroImage*, 2011, 57(3), 771–781. DOI:10.1016/j.neuroimage.2010.12.037
- Ermolova T.V. Diskalkuliya detskogo vozrasta kak sistemnaya problema. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya*, 2016, 5(3), 7–27. DOI:10.17759/jmpf.2016050302 (in Russian)
- Gathercole S.E., Pickering S. J., Ambridge B., Wearing H. The Structure of Working Memory. *Developmental Psychology*, 2004, 40(2), 177–190.
- Glink O.A. Narusheniya schetnykh navykov. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie*, 2022, 27(1), 17–26. DOI:10.17759/pse.2022270102 (in Russian)
- Glozman Zh.M. *Neiropsikhologiya detskogo vozrasta*. Moscow: Genezis, 2009. (in Russian)
- Glozman Zh.M., Potanina A.Yu., Soboleva A.E. *Neiropsikhologicheskaya diagnostika v doskol'nom vozraste*. St. Petersburg: Piter, 2008. (in Russian)
- Haberstroth S. The Cognitive Profile of Math Difficulties. *Frontiers in Psychology*, 2022, 13, 842391. DOI:10.3389/fpsyg.2022.842391
- International Dyslexia Association. <https://dyslexiaida.org/>
- Izumi J.T. Differences in specific learning disability identification. *School Psychology*, 2019, 34(6), 603–611. DOI:10.1037/spq0000336
- Kane M.J., Conway A., Miura T., Colflesh G. Working memory and the n-back task. *Journal of Experimental Psychology*, 2007, 33(3), 615–622. DOI:10.1037/0278-7393.33.3.615
- Kaufmann L., Mazzocco M., Dowker A., von Aster M., Göbel S.M., Grabner R.H., Henik A., Jordan N.C., Karmiloff-Smith A.D., Kucian K., Rubinsten O., Szucs D., Shalev R., Nuerk H.-C. Dyscalculia from a developmental

perspective. *Frontiers in Psychology*, 2013, 4, 515. DOI:10.3389/fpsyg.2013.00516

Khomskaya E.D. (Ed.) *Nejropsihologicheskaja diagnostika. Ch.1: Shema nejropsihologicheskogo issledovaniya vysshih psicheskikh funkciy i jemocional'no-lichnostnoj sfery* Moscow: Institut obshhegumanitarnyh issledovaniy, 2007. (in Russian)

Kovyazina M.S. Title of chapter: *Mezhpolusharnoe vzaimodeystvie pri normal'nom i otklonyayushchemsya razvitii*. In: V.F. Fokin, I.N. Bogolepova, B. Gutnik (Novaya Zelandiya), V.I. Kobrin, V.V. Shul'govskij V.F., Title of book: *Rukovodstvo po funkcional'noj mezhpolusharnoj asimmetrii*. M.: Nauchnyj mir, 2009. P. 185-207. (in Russian)

Landerl K. *Dyskalkulie: Modelle, Diagnostik, Intervention*. München: Ernst Reinhardt, 2008.

Luriya A.R. *Vysshie korkovye funkciy cheloveka*. 3-e izd. M.: Akademicheskii proekt, 2000. (in Russian)

Lynn A. The long arm of adversity. *Child Abuse & Neglect*, 2023, 142(1), 105561. DOI:10.1016/j.chiabu.2022.105561

Melikyan Z.A., Mikadze Yu.V., Potapov A.A., Zajcev O.S., Zaharova N.E. *Otsenka narusheniy kognitivnykh funktsiy. Nevrologiya i psikiatriya*, 2011, 7, 17–19. (in Russian)

Menon V., Padmanabhan A., Schwartz F. Cognitive Neuroscience of Dyscalculia and Math Learning Disabilities. In: Cohen Kadosh K. (Ed.), *Oxford Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience*. Oxford: Oxford University Press, 2024. P. 729-764. DOI:10.1093/oxfordhb/9780198827474.001.0001

Menon V., Chang H. Emerging neurodevelopmental perspectives. *Developmental Review*, 2021, 60, 100964. DOI:10.1016/j.dr.2021.100964

Meyer E.M. Multidimensional Scaling of Cognitive Ability. *Journal of Intelligence*, 2022, 10(4), 117. DOI:10.3390/jintelligence10040117

Mikadze Yu.V. *Neiropsikhologiya detskogo vozrasta*. St. Petersburg: Piter, 2013. (in Russian)

Moskvina V.A. *Problema svyazi lateral'nykh profiley s individual'nymi razlichiyami cheloveka*. PhD dissertation (Psychology). Bashkirskij gosudarstvennyj universitet, Ufa, 2002. (in Russian)

Njiokiktjien Ch. *Detskaya povedencheskaya nevrologiya*. Moscow: Terevinf, 2010. (in Russian)

Okamoto Y., Case R. Exploring the microstructure. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 1996, 61, 27–58. DOI:10.1111/j.1540-5834.1996.tb00536.x

Pavlov I.P. *Lekcii o rabote bol'shikh polusharij*. In: *Polnoe sobranie trudov*. 2-e izd., dop. – M.; L.: Izdatel'stvo akademii nauk SSSR, 1951. – T. 3, Kn. 2. S.320-343. (in Russian)

Pelegrina S., Teresa Lechuga M., García-Madruga J.A.,

Rosa Elosúa M., Macizo P., Carreiras M., Fuentes L.J., Bajo M.T. Normative data on the n-back task. *Frontiers in Psychology*, 2015, 6, 1544. DOI:10.3389/fpsyg.2015.01544

Polonskaya N.N. *Neiropsikhologicheskaya diagnostika detey*. Moscow: Akademiya, 2007. (in Russian)

Reitan R.M. Validity of the Trail Making Test. *Perceptual & Motor Skills*, 1958, 8, 271–276.

Shalev R.S. Developmental dyscalculia. *Journal of Child Neurology*, 2004, 19(10), 765–771. DOI:10.1177/08830738040190100601

Shalev R.S., Weirman R., Amir N. . Developmental dyscalculia. *Cortex*, 1988, 24(4), 555–561. DOI:10.1016/s0010-9452(88)80049-2

Sharfi K. Relationships between executive functions. *PLOS ONE*, 2022, 17(4), e0266385. DOI:10.1371/journal.pone.0266385

Soares N. Specific learning disability in mathematics. *Translational Pediatrics*, 2018, 7(1), 48. DOI:10.21037/tp.2017.08.03

Szucs D. Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory. *Cortex*, 2013, 49(10), 2674–2688. DOI:10.1016/j.cortex.2013.06.007

Taylor E.M. *Psychological appraisal of children with cerebral defects*. Harvard University Press, The Commonwealth Fund, 1959.

Tarasova D.A. *Osobennosti funktsional'noy mezhpolusharnoy asimmetrii*. St. Petersburg: RIC PSPbGMU, 2024. (in Russian)

Tsvetkova L.S. *Neiropsikhologiya scheta, pis'ma i chteniya*. Moscow: Jurist', 1997. (in Russian)

World Health Organization. ICD-10. <https://icd.who.int/browse10/2019/en>

Zhang H. Inhibitory ability of children with developmental dyscalculia. *Journal of Huazhong University*, 2011, 31(1), 131–136. DOI:10.1007/s11596-011-0164-2

Živković M. Executive functions and math anxiety. *British Journal of Developmental Psychology*, 2022, 40, 438–452. DOI:10.1111/bjdp.12412

Information about the authors

Tarasova Darya Andreevna. Clinical psychologist, postgraduate student at the N.P. Bekhtereva Institute of Human Brain of the Russian Academy of Sciences, 9, Akademika Pavlov St., 197022 St. Petersburg, Russia.
E-mail: neuropsych.pro@gmail.com

Isaeva Elena Rudolfovna. Doctor of Psychological Sciences, Professor, Head of the



Department of General and Clinical Psychology,
First St. Petersburg State Medical University
named after Acad. I.P. Pavlov, 6-8, Leo Tolstoy
St., 197022 St. Petersburg, Russia.

E-mail: isajeva@yandex.ru

Bizyuk Alexander Pavlovich. Candidate of
Psychological Sciences, Associate Professor,
Department of General and Clinical Psychology,
First St. Petersburg State Medical University
named after Acad. I.P. Pavlov, 6-8, Leo Tolstoy
St., 197022 St. Petersburg, Russia.

E-mail: a_biziuk@yahoo.com

For citation:

Tarasova D.A., Isaeva E.R., Bizyuk A.P.
Differential diagnostics of dyscalculia in junior
schoolchildren: approbation of the author's
method of complex assessment of dyscalculia
(CAT). *Psikhologicheskie Issledovaniya*, 2025,
Vol. 18, No. 103, p. 1.

URL: <https://psystudy.ru>

⁶ Задача на рабочую память (n-back), где участник исследования определяет, совпадает ли текущий стимул с предшествующим (n-1). В версии 1-back (1-назад) требуется сравнение с непосредственно предыдущим стимулом.

⁷ По классификации Коэна, $r \geq 0.5$ соответствует большому эффекту (large effect size).

¹ Сочетанные нарушения или совместное наличие двух и более заболеваний у одного пациента, взаимно влияющих на течение и прогноз (например, дискалькулия и СДВГ). Диагностируется по критериям DSM или МКБ.

² Российская газета. <https://rg.ru/2020/02/08/mezhdunarodnoe-issledovanie-pokazalo-skolko-v-rossii-neuspeshnyh-uchenikov.html>; МЕЛ. https://mel.fm/vospitaniye/intervyu/9708436-dyslexia_neuropsychology; OECD. Programme for International Student Assessment (PISA). <https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa.html>; Газета.Ru. <https://www.gazeta.ru/family/news/2022/12/03/19178299.shtml>

³ Receiver Operating Characteristic, метод оценки диагностической точности тестов, определяющий соотношение чувствительности (true positive rate) и специфичности (false positive rate). Площадь под кривой (AUC) > 0,7 считается клинически значимой.

⁴ Дети, развивающиеся нормативно/типично в соответствии с возрастными нормами, не имеющие нарушений зрения, слуха, психических и неврологических расстройств.

⁵ Способность мгновенно и точно определять количество объектов (обычно до 4-5) без последовательного пересчёта.