

DOI 10.22363/2313-1683-2023-20-1-105-125

EDN: EGAMRV

УДК 159.9.07

Исследовательская статья

Сопоставление традиционной и цифровой версий методики диагностики когнитивной гибкости у дошкольников

Н.Е. Веракса¹, М.С. Асланова^{1,2},
К.С. Тарасова¹, В.А. Клименко¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1

²Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Российская Федерация, 119048, Москва, Трубецкая ул., д. 8, стр. 2

 simomargarita@ya.ru

Аннотация. Когнитивная гибкость – черта человеческого познания, которая помогает адаптироваться к новым и меняющимся условиям путем активации когнитивных ресурсов, развивается преимущественно в дошкольном возрасте, являясь предиктором будущих социальных и академических успехов детей, что подчеркивает важность диагностики ее сформированности. Исследование нацелено на оценку диагностических возможностей цифровой версии методики П. Зелазо «Сортировка карт по изменяемому признаку» (Dimensional Change Card Sort), направленной на диагностику когнитивной гибкости дошкольников, в сравнении с традиционной версией. Апробация цифровой версии методики проводилась на выборке из 55 детей, посещающих две старшие группы детского сада (мальчики – 57,1 %) в возрасте от 5 до 6 лет ($M = 64,03$, $SD = 2,14$). Использовалась интраиндивидуальная схема с разделением испытуемых на две группы. Первая группа сначала проходила тестирование при помощи традиционной методики, а через месяц при помощи цифровой. Вторая группа, наоборот, в начале прошла цифровую версию методики, а через месяц – традиционную. Таким образом, контролировался эффект переноса. Получены достаточные показатели надежности и согласованности результатов обоих замеров для традиционной и цифровой версий методики. С помощью t -критерия Стьюдента не было выявлено значимых различий между результатами, полученными с помощью традиционной и цифровой версиями методики. Результаты показали, что цифровая версия методики «Сортировка карт по изменяемому признаку» имеет высокие показатели валидности и надежности и может быть использована в диагностической работе. Однако цифровизация методик не всегда сводится к простому их переводу в форму программного продукта и требует дополнительного исследования при их адаптации.

Ключевые слова: дошкольный возраст, регуляторные функции, когнитивное развитие, цифровизация методик, адаптация методик

Благодарности и финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 19-18-00521-П).

© Веракса Н.Е., Асланова М.С., Тарасова К.С., Клименко В.А., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Введение

Когнитивная гибкость. Одним из ключевых аспектов развития ребенка дошкольного и младшего школьного возраста является становление саморегуляции или регуляторных (управляющих) функций. Как в зарубежных (McClelland et al., 2014; Miyake et al., 2010; Diamond, Lee, 2011; Willoughby et al., 2012), так в российских исследованиях (Veraksa et al., 2020) было показано, что регуляторные функции связаны с математическими способностями (Jarvis, 2003; Bull, 2001), развитием речи (Kovyazina et al., 2021; Veraksa et al., 2020), социальной (Denham et al., 2010), и эмоциональной компетентностью (Molavi et al., 2020) детей.

Вслед за А. Мияке, мы рассматриваем регуляторные функции как три тесно связанные, но при этом независимые между собой компоненты («единство с разнообразием»), которые представляют собой группу когнитивных навыков, обеспечивающих целенаправленное решение проблем и адаптивное поведение в новых ситуациях (Алмазова и др., 2019). К ним относят «рабочую память», «торможение» и «когнитивную гибкость» (Miyake et al., 2000). Рабочая память включает в себя зрительную и слухоречевую память. Торможение позволяет сдерживать доминирующий ответ в пользу того, который требуется в задании (Jurado, Rosselli, 2007; Zelazo et al., 2006; Duval et al., 2016). Когнитивная гибкость дает возможность переходить от одного правила к другому в рамках выполнения одной задачи. Таким образом, вышеперечисленные компоненты, несомненно, связаны друг с другом, но при этом вполне могут рассматриваться как самостоятельные процессы (Miyake et al., 2000). Модель представления регуляторных функций Мияке, состоящая из трех факторов, была апробирована с применением субтестов диагностического комплекса the NEPSY II, на выборке из более чем тысячи российских дошкольников и показала свою правомерность (Veraksa, Almazova, Bukhalenkova, 2020; Веракса и др., 2020).

Важным достижением дошкольного возраста выступает способность контролировать мысли и поведение, особенно в ситуациях, требующих следования инструкциям или правилам противоречащим непосредственным побуждениям и реакциям ребенка. В концепции А. Мияке эта способность или навык получила название когнитивной гибкости. Из всех выделенных регуляторных функций именно когнитивная гибкость развивается наиболее медленно (Davidson et al., 2006). Предполагается, что пик развития когнитивной гибкости приходится на возраст от 3 до 6 лет.

В большинстве исследований развития когнитивной гибкости у дошкольников применяется методика Dimensional Change Card Sort (Сепеда et al., 2001; Davidson et al., 2006), представляющая собой тест способностей на переключение между двумя правилами при сортировке карточек по двум основаниям. Результаты исследований с применением этой методики, демонстрируют, что для детей в возрасте от 3 до 4 лет изменение основания сортировки представляет существенную сложность (Ionescu, 2012).

Согласно результатам исследований, высокий уровень развития когнитивной гибкости связан с академической и социальной успешностью и креативностью (Filippetti, Richaud, 2017) как у детей, так и взрослых. Так, было

обнаружено, что когнитивная гибкость в составе регуляторных функций выступает предиктором математических достижений первоклассников (Bull, Scerif, 2001), развития беглости речи (Rosselli et al., 2009) и способностей к чтению у детей и подростков (Arán-Filippetti, López, 2016). Некоторые авторы указывают на то, что дефицит в развитии когнитивной гибкости может иметь негативные последствия для академической и социальной успешности детей (Biederman et al., 2004). Таким образом, изучение закономерностей развития когнитивной гибкости можно рассматривать как важную задачу с точки зрения прогноза развития ребенка. Решение этой задачи подразумевает разработку чувствительных диагностических инструментов.

Использование компьютерных версий традиционных методов диагностики когнитивных способностей в детском возрасте. Отечественная диагностика саморегуляции строится на подходах Л.С. Выготского и А.Р. Лурии (Выготский, 1982; Лурия, 1973), принципы которых легли в основу проведения нейропсихологической диагностики психического развития детей. Нейропсихологическая диагностика в контексте учения А.Р. Лурии опирается на концепцию о системно-динамической локализации высших психических функций (Лурия, 1973) и позволяет выявить дефицитарные области в формировании психических функций, являющихся наиболее востребованными социальной ситуацией развития ребенка (Ардила и др., 2020). В роли таких дефицитарных областей выступают разные аспекты когнитивного и моторного развития и регуляторных функций, в частности когнитивной гибкости (Глозман, 2020). С позиции указанной концепции когнитивная гибкость связана с развитием третьего функционального блока мозга (программирования, регуляции и контроля). В то же время в контексте культурно-исторической психологии регуляторные функции нередко рассматриваются как показатель формирования высших психических функций (Выготский, 1982).

Традиционно в рамках нейропсихологической диагностики используются интервью и бланковые методики (Глозман, 2020), при этом, в современном мире, отличительной чертой которого выступает глобальная цифровизация, дети начинают использовать мобильные телефоны и планшеты с сенсорным экраном с раннего возраста (Xanthopoulou et al., 2019; Mokhtar et al., 2018). И хотя роль цифровых инструментов в развитии детей изучается достаточно широко (Stephen, Edwards, 2017), изучению цифровых инструментов как средств диагностики актуального развития ребенка отводится существенно меньшее значение (Vrana, Vrana, 2017). Переход от традиционных методов диагностики к использованию цифровых инструментов позволяет экономить время обработки результатов диагностики, унифицировать ее процедуру, а также повысить мотивацию детей при ее прохождении, однако требует предварительной оценки психометрических свойств (Vrana, Vrana, 2017; Raiford et al., 2016; Lin, Chen, 2016).

Хокинс с соавторами показали, что компьютеризованные методы диагностики повышают мотивацию детей к прохождению тестирования, что, в свою очередь, способствует повышению качества сбора данных (Hawkins et al., 2013). Другие авторы указывают на то, что применение компьютеризованных версий традиционных когнитивных тестов может потенциально

увеличить выборку в лонгитюдных исследованиях (Lumsden et al., 2016). В проведенном Ламсден и коллегами (Lumsden et al., 2016) метаанализе существующих цифровых инструментов для развития и диагностики когнитивных навыков сделан вывод о том, что разработка компьютеризованных тестов когнитивных способностей позволит вывести исследования за рамки лабораторий, однако требует осторожности для обеспечения согласованности с традиционными показателями.

В большинстве исследований, которые оценивали валидность компьютеризованных версий традиционных когнитивных тестов, было показано, что компьютеризованные версии хорошо коррелируют с их традиционными аналогами и смежными тестами, что подтверждает полезность такого цифрового инструмента в практике (Aalbers et al., 2013; Atkins et al., 2014; McNab, Dolan, 2014). Так, при исследовании валидности компьютеризованной версии теста базовых математических навыков (Mathematical Heidelberg Rechen Test) с участием учеников второго и третьего классов, было показано, что для арифметических шкал, не содержащих графических заданий, надежность и валидность компьютеризованной версии была приемлемой. Тогда как для шкалы, содержащей графические задания, результаты, полученные детьми при прохождении компьютеризованной версии теста, оказались значительно ниже, чем у детей, проходящих традиционную версию теста (Hassler, Ghaderi, 2018).

Соотнесение результатов традиционных и компьютеризованных версий субтестов Векслера, не требующих от устройства функции распознавания речи, демонстрирует высокую степень согласованности (Vrana, Vrana, 2017; Raiford et al., 2016). То есть несмотря на то, что цифровые версии методик предполагают существенные изменения в процедуре диагностики, учитывая возможности, которые предоставляет современное программное и аппаратное обеспечение, ряд методик диагностики когнитивного развития детей старшего дошкольного возраста могут быть предъявлены в цифровом виде без потери качества (Vrana, Vrana, 2017).

Исследование успеваемости детей в возрасте от 7 до 8 лет в разных областях учебной программы с применением бумажного и компьютеризованного тестирования показало, что результаты достоверно не различаются. При этом большинство детей предпочитает компьютеризованный тест традиционному (Sim, Horton, 2005).

В отечественных исследованиях, посвященных оценке валидности компьютерных версий традиционных методик нейропсихологической диагностики (Таблицы Шульте, «Понимание близких по звучанию слов», «Точки» и др.) также было показано, что они обладают достаточно высокой конструктивной валидностью и позволяют оценить как степень сформированности оцениваемых функций, так и возрастные различия у детей дошкольного и младшего школьного возраста (Ахутина и др., 2017).

В большинстве работ, посвященных оценке валидности компьютеризованных версий традиционных когнитивных тестов, получено, что их применение является обоснованным в случае, проведения тщательного исследования при их адаптации (Hassler, Ghaderi, 2018; Vrana, Vrana, 2017; Sim,

Horton, 2005). Также в ряде случаев требуется соблюдение дополнительных мер при цифровизации существующих традиционных тестов (Sim, Horton, 2005). Помимо этого, существует вероятность, что при интерпретации результатов необходимым становится определение возрастных норм для компьютеризованных версий методик. В случае, когда учтены все возможные нюансы при адаптации традиционных методик к компьютерному тестированию, становится возможным их применение в качестве диагностического инструмента в образовательных учреждениях (Sim, Horton, 2005).

Цель исследования – оценка психометрических свойств цифровой русскоязычной версии методики «Сортировка карт по изменяемому признаку» (Dimensional Change Card Sort) (Zelazo, 2006). На протяжении нескольких лет данная методика активно применялась в традиционном виде и обеспечивала получение надежных и валидных данных о развитии когнитивной гибкости у детей дошкольного возраста в нескольких регионах страны. За это время традиционная версия методики успешно прошла процедуру валидации на российской выборке с последующей выработкой норм для детей в возрасте от 4 до 7 лет (Алмазова и др., 2020; Веракса и др., 2020). Сегодня представляется актуальным переход к использованию цифровой версии методики по целому ряду причин. Во-первых, автоматизированная процедура диагностики позволит унифицировать процедуру обследования детей относительно скорости, интонации и четкости проговаривания инструкций, а также порядка предъявления заданий. Во-вторых, с помощью цифровой версии будет устранена вероятность некорректного внесения ответов ребенка в протокол. В-третьих, цифровая версия методики предоставляет дополнительные возможности по изучению когнитивной гибкости у детей. Автоматическая фиксация всех ответов ребенка обеспечит формирование массива данных, с помощью которого могут быть выявлены вероятные динамические закономерности когнитивной гибкости в детском возрасте (например, утомляемость). В-четвертых, цифровая версия не требует наличия стимульных материалов.

Процедура и методы исследования

Выборку исследования составили 55 детей из двух старших групп детского сада (мальчики – 57,1%) в возрасте от 5 до 6 лет ($M = 64,03$; $SD = 2,14$). По соотношению мальчиков и девочек группы не различались ($\chi^2 = 0,202$; $p = 0,742$).

Процедура. Исследование проводилось по интраиндивидуальной схеме с разделением совокупной выборки на две группы. В обеих группах дети прошли диагностику когнитивной гибкости дважды с перерывом в один месяц. Условия проведения диагностики в обеих группах были унифицированы настолько это возможно (с детьми работали одни и те же специалисты, обследование проводилось в одних и тех же помещениях в одно и то же время дня). Единственное различие между группами с точки зрения процедуры исследования заключалось в последовательности прохождения методики в традиционной и цифровой версии (рис. 1). Первая группа ($N = 28$) сначала выполнила методику в цифровой версии, а затем в традиционной.

Вторая группа (N = 27) – наоборот: сначала в традиционной, а затем в цифровой версии.

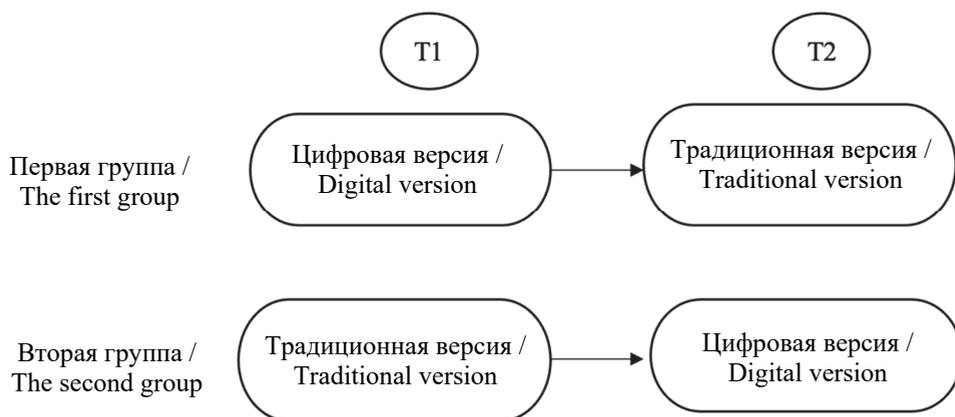


Рис. 1. Последовательность предъявления традиционной и цифровой версий методики детям из двух групп
Figure 1. The sequence of presentation of the traditional and digital versions of the technique to children from the two groups

Примечание: T1 – первое тестирование, T2 – второе тестирование.
Note: T1 is the first test, T2 is the second test.

Инструментарий. Методика «Сортировка карт по изменяемому признаку» (Dimensional Change Card Sort) (Zelazo, 2006; Веракса и др., 2020, Veraksa, Almazova, Bukhalekova, 2020) применялась для оценки когнитивной гибкости детей. В методике ребенку предлагается рассортировать карточки трижды по разным правилам (по цвету, по форме, а затем с переключением этих правил в зависимости от наличия на карточке рамки). В настоящем исследовании данная методика применялась в традиционной и цифровой версиях.

Традиционная версия методики «Сортировка карт по изменяемому признаку» проводилась индивидуально с каждым ребенком при использовании набора из 24 цветных карт и протокола. На картах на белом фоне изображены зайцы (красные или синие) или лодки (красные или синие). На некоторых картах имеется черная рамка. Специалист выкладывает на стол две карты, оставляя у себя в руках остальную колоду и предлагает ребенку поиграть в игру: «*Посмотри, у нас есть синий зайчик и красная лодка. Сначала мы поиграем в игру по цвету. Все синие карты тебе нужно будет положить сюда (указывает на синего зайца), а красные – сюда (указывает на красную лодку)*». После проведения первой пробы (сортировка 6 карт по цвету) специалист предлагает ребенку сыграть в новую игру: «*Сейчас мы будем играть в новую игру. Мы больше не будем играть в игру по цветам. Мы будем играть в игру по форме. Все лодочки мы будем класть сюда (указывает на лодку), а всех зайчиков сюда (указывает на зайца)*». После проведения второй пробы (сортировка 6 карт по форме) специалист предлагает ребенку сыграть в более сложную игру: «*Хорошо, ты играешь очень здорово. Сейчас я хочу предложить тебе сыграть в более сложную игру. В ней добавятся новые карточки с рамочкой. Вот карточка,*

у которой есть черная рамочка (кладет перед ребенком карту с зайцем в рамке). Если ты увидишь карту с черной рамочкой, ты должен будешь играть в игру по цветам. В игре по цветам все красные карточки отправляются сюда, а синие – сюда (указывает на соответствующие карты). Эта карта красная, поэтому мы положим ее сюда (кладет карту рубашкой вверх под красной картой). А когда ты увидишь карту без черной рамочки, как эту (кладет перед ребенком карту с зайцем без рамки), ты должен будешь играть в игру по форме. В игре по форме, зайчиков мы кладем сюда, а лодочки сюда (указывает на соответствующие карты). Это зайчик, поэтому эту карточку мы положим сюда (кладет карту рубашкой вверх под синей картой). По мере выполнения методики специалист отмечает в протоколе количество правильных ответов в каждой пробе (всего 12 карт). В традиционной версии методики специалист требуется: а) озвучивать инструкцию; б) повторять действующее правило сортировки во всех заданиях для каждой карты; в) следить, чтобы одинаковые карты не выдавались ребенку более 2 раз подряд; г) заполнять протокол.

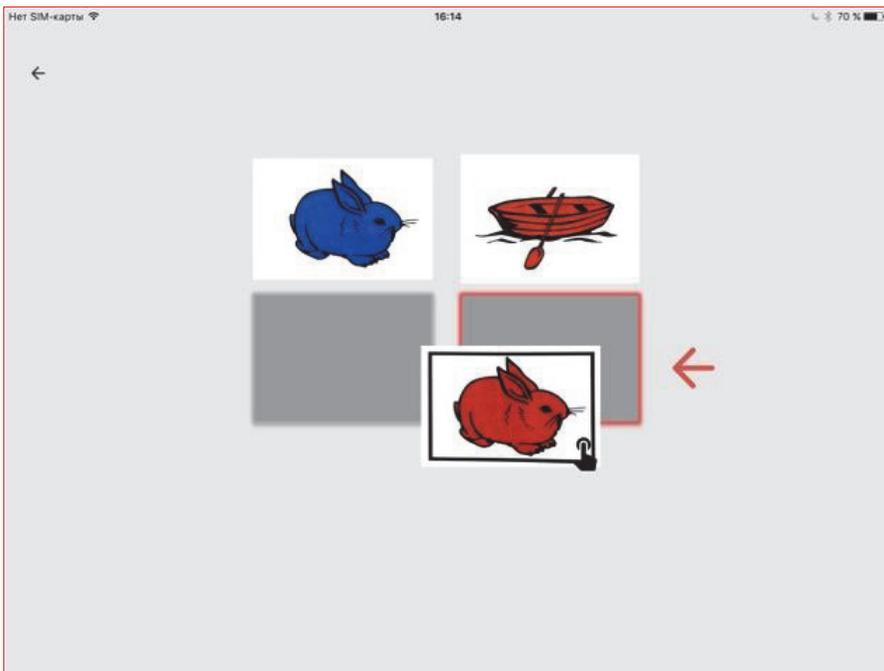


Рис. 2. Стимульный материал цифровой версии методики «Сортировка карт по изменяемому признаку»
Figure 2. Incentive material of the digital version of the Dimensional Change Card Sort technique

Цифровая версия методики «Сортировка карт по изменяемому признаку» проводилась индивидуально с каждым ребенком при использовании планшета диагональю не менее 9,7". В цифровой версии ребенку было предложено поиграть в игру, где в специальном мобильном приложении собрана вся методика с демонстрацией описанных выше стимульных материалов и проигрыванием идентичных вербальных инструкций, которые были записаны одним из специалистов и интегрированы в цифровую версию методики в виде аудиофайлов (рис. 2). В цифровой версии все переходы между заданиями и пробами осуществляются автоматически. Фиксация ответов и подсчет баллов также ведется автоматически. Задача специалиста заключается

в том, чтобы после установления контакта с ребенком объяснить ему, что сейчас его ждет «игра» на планшете, запустить цифровую версию методики и следить за прохождением ее ребенком, обеспечивая своевременное реагирование на комментарии ребенка.

В обеих версиях методика завершается только при выполнении ребенком всех заданий. Каждая верно размещенная карта оценивается в один балл. За неверно размещенную карту ребенок не получает баллы. После выполнения методики рассчитывается три основных показателя: сортировка карт по цвету (макс. 6 баллов), сортировка карт по форме (макс. 6 баллов); сортировка карт по изменяемому признаку (макс. 12 баллов). Итоговый балл за выполнение методики представляет собой сумму баллов по трем указанным показателям (макс. 24 балла).

Обработка данных была проведена в несколько этапов. Проверка распределения на нормальность показала, что распределение в выборке по измеряемым шкалам является нормальным (критерий Шапиро – Уилка, $p > 0,05$). В следствие чего для дальнейшего анализа были применены параметрические методы статистического вывода. На первом этапе анализа, с целью измерения показателей надежности и внутренней согласованности показателей цифровой и традиционной версий методики «Сортировка карт по изменяемому признаку» был применен критерий α Кронбаха. На втором этапе был применен корреляционный анализ Пирсона, который позволил оценить взаимосвязи показателей цифровой и традиционной версий методик, в том числе между переменными, измеряющими показатели серий с итоговыми показателями разных замеров с целью выявления функциональных взаимосвязей. На третьем этапе с применением t -критерия Стьюдента для парных выборок было осуществлено сравнение средних значений результатов прохождения методики попарно для обеих групп с оценкой величины эффекта (d Коэна).

Результаты

Апробация цифровой версии методики «Сортировка карт по изменяемому признаку». На первом этапе анализа с помощью критерия α Кронбаха была оценена внутренняя согласованность показателей традиционной и цифровой версий методик, что позволило выявить, что в группе, в которой методика «Сортировка карт по изменяемому признаку» предъявлялась сначала в цифровом, а затем в традиционном варианте α Кронбаха для всех измеряемых переменных (цвет, форма, переключение и общий балл) составляет 0,428; 0,589; 0,601 и 0,681 соответственно. В группе, где предъявление производилось наоборот – α Кронбаха для всех измеряемых переменных (цвет, форма, переключение и общий балл) составляет 0,542; 0,618; 0,715 и 0,880 соответственно. Таким образом, можно говорить о том, что предъявляемые цифровая и традиционная версии методики демонстрируют большую согласованность в части общего балла для обоих типов предъявлений. Для всех проб более высокая согласованность в группе, в которой методика «Сортировка карт по изменяемому признаку» предъявлялась сначала в традиционном варианте, а затем в цифровом.

Различия между показателями методики «Сортировка карт по изменяемому признаку» в цифровой и традиционной версиях (t-критерий Стьюдента для парных выборок) / Differences between the indicators of the Dimensional Change Card Sort technique in the digital and traditional versions (Student's t-test for paired samples)

Показатели методики / Indicators of the methodology	Коэффициент корреляции, уровень значимости / Correlation coefficient, significance level	M	SD	Оценка достоверности различий (t-критерий Стьюдента, уровень значимости) / Assessing the significance of differences (t-test, significance level)		d Коэна / Cohen's d
Сортировка по цвету (цифровая) – Сортировка по цвету (традиционная) / Sorting by color (digital) – Sorting by color (traditional)	–	5,94	0,236	–1,000	0,331	–0,284
		6,0	0			
Сортировка по форме (Ц) – Сортировка по форме (Т) / Sorting by form (C) – Sorting by form (T)	–	5,83	0,383	0,846	0,409	–0,287
		5,61	0,979			
Сортировка с переключением (Ц) – Сортировка с переключением (Т) / Switching sorting (C) – Switching sorting (T)	Ro = 0,340 p < 0,001	6,72	1,873	–1,511	0,149	–0,330
		7,72	2,824			
Итоговый балл (Ц) – Итоговый балл (Т) / Final score (C) – Final score (T)	Ro = 0,605 p < 0,001	18,5	2,036	–1,062	0,303	–0,157
		19,3	3,324			
Сортировка по цвету (Ц) – Сортировка по цвету (Т) / Sorting by color (C) – Sorting by color (T)	–	6	0	–	–	–
		6	0			
Сортировка по форме (Ц) – Сортировка по форме (Т) / Sorting by form (C) – Sorting by form (T)	–	6	0	1,750	0,111	–0,192
		5,36	1,206			
Сортировка с переключением (Ц) – Сортировка с переключением (Т) / Switching sorting (C) – Switching sorting (T)	Ro = 0,522 p < 0,001	6,82	1,888	–0,810	0,391	–0,296
		7,36	2,203			
Итоговый балл (Ц) – Итоговый балл (Т) / Final score (C) – Final score (T)	Ro = 0,681 p < 0,001	18,82	1,888	1,854	0,911	–0,110
		18,73	2,832			

Примечание. В таблице не приведены статистически незначимые корреляционные коэффициенты.
Note. The table does not show statistically insignificant correlation coefficients.

На втором этапе были изучены корреляционные связи между измеряемыми показателями цифровой и традиционной версий методик, в том числе между переменными, измеряющими показатели серий с итоговыми показателями

телями разных замеров с целью установить связи аналогичных показателей друг с другом и выявить функциональные взаимосвязи с итоговыми баллами. Корреляционный анализ Пирсона показал, что существуют средние положительные корреляции между измеренными показателями на общей выборке ($r^E [0,389; 0,684]$, $p < 0,05$), что говорит о том, что при получении высоких показателей в ходе первого замера дети получали высокие показатели в ходе второго замера. Также, стоит отметить, что существуют сильные положительные корреляции между переменными, измеряющими показатели серий с итоговыми показателями разных замеров ($r^E [0,869; 0,956]$, $p < 0,001$). Это говорит о том, что показатели методик вне зависимости от способа предъявления находятся в функциональной взаимосвязи друг с другом и, чем больше баллов получил ребенок при первом предъявлении методики вне зависимости от его формы, тем выше итоговый балл при обоих предъявлениях.

На следующем этапе мы осуществили сравнение средних значений результатов прохождения методики попарно для обеих групп (t -критерий Стьюдента для парных выборок) с целью выявления статистически достоверных различий между ними. Размер эффекта оценивался с применением d Коэна. Результаты, полученные в ходе обоих диагностических замеров, соответствуют возрастным нормам, определенным ранее на основании исследования выборки старших дошкольников (Веракса и др., 2020). Было показано, что не существует статистически значимых различий между одними и теми же показателями, измеренными разными способами ($p > 0,05$). Анализ средних значений (таблица) также позволяет подтвердить вывод об отсутствии значимых различий между показателями, измеренными при помощи цифровой и традиционной методик. Величина размера эффекта $\in [-0,110; -0,330]$ подтверждает отсутствие различий между средними значениями парных измерений.

Обсуждение результатов

Данное исследование было направлено на оценку психометрических свойств цифровой русскоязычной версии методики «Сортировка карт по изменяемому признаку» (Zelazo, 2006). Традиционная версия методики востребована среди российских исследователей и практикующих специалистов для оценки когнитивной гибкости детей (Алмазова и др., 2020; Веракса и др., 2020). Однако несмотря на видимую простоту, методика трудоемка и требует высокой концентрации в процессе ее проведения. Так, специалисту одновременно нужно озвучивать сложную инструкцию, следить за последовательностью предъявляемых заданий (что требует постоянной сортировки и переключивания карт), вести протокол и реагировать на комментарии ребенка. Сложность методики при учете утомляемости специалиста может приводить к потенциальным ошибкам в фиксации детских ответов. Цифровая версия методики была разработана, с одной стороны, для оптимизации и упрощения процесса диагностики, с другой стороны, для снижения количества потенциальных ошибок в получаемых данных.

Результаты исследования подтверждают, что цифровая версия методики «Сортировка карт по изменяемому признаку» (Zelazo, 2006) демонстрирует приемлемые показатели внутренней согласованности и хорошо коррелирует с результатами традиционной методики для детей старшего дошкольного

возраста. Это согласуется с результатами более ранних исследований, демонстрирующих, что некоторые методики, направленные на диагностику когнитивного развития детей, можно предъявлять в цифровом виде, не снижая качество сбора данных (Vrana, Vrana, 2017), а в ряде случаев, напротив, получая возможность учитывать новые факторы, как например утомляемость. Показано, что высокой валидностью обладают цифровая версия ряда субтестов теста Векслера (Vrana, Vrana, 2017; Raiford et al., 2016), цифровая версия теста базовых математических навыков (Mathematical Heidelberg Rechen Test) в части арифметических шкал (Hassler, Ghaderi, 2018), оценка общей успеваемости детей по разным областям учебной программы (Sim, Horton, 2005), а также цифровые версии методик нейропсихологической диагностики (Ахутина и др., 2017).

Однако при всех своих плюсах, цифровые версии методик предполагают существенные изменения в процедуре диагностики (Vrana, Vrana, 2017). Поэтому в случаях, когда требуется распознавать речь ребенка в процессе диагностики, как в ряде субтестов теста Векслера, или анализировать какие-либо изображения/графические конструкции, как в тесте базовых математических навыков, цифровые версии методик проигрывают традиционным (Vrana, Vrana, 2017; Raiford et al., 2016, Hassler, Ghaderi, 2018), что ставит под вопрос возможность использования их в диагностической работе ввиду низкой надежности полученных данных. Цифровая версия методики «Сортировка карт по изменяемому признаку» не требует дополнительных функций от устройства, будь то распознавание речи, рукописного текста или графиков, что также говорит в пользу ее применения.

Возможность создания цифровых версий традиционных методик без снижения достоверности результатов приобретает особую важность в связи с тем, что оценка когнитивных способностей детей является перспективным и важным направлением при изучении развития детей (Swaab et al., 2016). Использование цифровых версий традиционных методик обусловлено, в частности, тем, что при прохождении традиционных когнитивных тестов дети зачастую бывают не вовлечены в процесс, что создает ситуацию, когда низкая успешность прохождения теста связана не с низким уровнем сформированности той или иной когнитивной способности, а с низким уровнем мотивации к прохождению (Luciana, Nelson, 2002). При этом цифровые версии традиционных когнитивных тестов действительно могут создать у ребенка впечатление игры и за счет этого повысить его мотивацию (Gongsook et al., 2014). Это подтверждается и тем, что сами дети охотно выбирают цифровые тесты, предпочитая их традиционным (Sim, Horton, 2005). Автоматизированная процедура диагностики позволит унифицировать процедуру обследования детей относительно скорости, интонации и четкости проговаривания инструкций, а также порядка предъявления заданий. С помощью цифровой версии будет устранена вероятность некорректного внесения ответов ребенка в протокол (Kemp et al., 2009). Кроме того, цифровая версия не требует наличия стимульных материалов. Таким образом, возможность создания цифровых когнитивных тестов позволяет не только оптимизировать процедуру проведения тестирования, но и повысить качество собранных данных и мотивацию участников.

Заключение

В проведенном исследовании было показано, что цифровая версия методики «Сортировка карт по изменяемому признаку» может служить диагностическим инструментом при проведении диагностики когнитивной гибкости детей старшего дошкольного возраста. Полученные результаты открывают широкие перспективы использования цифровых инструментов диагностики когнитивных способностей, связанные с возможностью унификации предъявляемых инструкций, стимульных материалов и снижения эффекта экспериментатора, что, как следствие, позволит повысить достоверность и надежность полученных данных.

Однако, важным остается вопрос о соотношении результатов традиционных и цифровых версий методик и тщательная проверка их валидности. В связи с этим, одной из возможных перспектив данного исследования выступает оценка валидности цифровых версий методик диагностики других регуляторных функций дошкольников. Помимо этого, важной задачей выступает необходимость определения возрастных норм для цифровых версий методик. Цифровая версия методики предоставляет дополнительные возможности по изучению когнитивных способностей у детей. Например, помимо фиксации правильных и неправильных ответов ребенка в каждой пробе, можно выявить и другие факторы, оказывающие влияние на измеряемую способность. К примеру, цифровая методика предоставляет возможность точной оценки времени выполнения проб, что в свою очередь может выступать показателем утомляемости ребенка в процессе выполнения тестового задания.

К ограничениям исследования можно отнести то, что в состав выборки вошли только дети в возрасте 5–6 лет, тогда как методика предназначена для более широкого возрастного диапазона (от 3 до 7 лет). Оценка чувствительности к возрастным изменениям выступила бы важным элементом адаптации цифровой версии методики. Процедуру адаптации также можно дополнить оценкой ретестовой надежности только электронной версии и оценкой взаимосвязи с другими методиками, направленными на оценку сформированности регуляторных функций у детей.

Список литературы

- Алмазова О.В., Бухаленкова Д.А., Веракса А.Н. Диагностика уровня развития регуляторных функций в старшем дошкольном возрасте // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2019. Т. 16. № 2. С. 302–317. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2019-2-302-317>
- Ардила А., Ахутина Т.В., Микадзе Ю.В. Вклад А.Р. Лурии в изучение мозговой организации языка // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2020. Т. 12. № 1. С. 4–12. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2020-1-4-12>
- Асланова М.С., Бухаленкова Д.А., Веракса А.Н., Гаврилова М.Н., Люцко Л.Н., Сухих В.Л. Традиции и инновации в математическом образовании дошкольников в России: соответствуют ли они образовательным критериям? // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2020. № 3. С. 166–193. <https://doi.org/10.11621/vsp.2020.03.08>
- Ахутина Т.В., Кремлев А.Е., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю., Гусев А.Н. Разработка компьютерных методик нейропсихологического обследования // Когнитивная наука

в Москве: новые исследования: материалы конференции 15 июня 2017 г. / под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. М.: Буки Веди, ИППиП, 2017. С. 486–490.

Веракса А.Н. Роль символического опосредствования в познавательной деятельности младших школьников (на примере освоения определения функции на уроках математики) // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2009. № 2. С. 31–44.

Веракса А.Н., Алмазова О.В., Бухаленкова Д.А. Диагностика регуляторных функций в старшем дошкольном возрасте: батарея методик // Психологический журнал. 2020. Т. 41. № 6. С. 108–118. <https://doi.org/10.31857/S020595920012593-8>

Веракса А.Н., Васильева М.Д., Арчакова Т.О. Развитие произвольности регуляторных функций в дошкольном возрасте: обзор современных зарубежных исследований // Вопросы психологии. 2016. № 6. С. 150–166.

Веракса Н.Е., Бухаленкова Д.А., Веракса А.Н., Чичина Е.А. Взаимосвязь использования цифровых устройств и развития регуляторных функций у дошкольников // Психологический журнал. 2022. Т. 43. № 1. С. 51–59. <https://doi.org/10.31857/S020595920018769-1>

Выготский Л.С. Мышление и речь // Собрание сочинений: в 6 т. Т. 2. Проблемы общей психологии / под ред. В.В. Давыдова. М.: Педагогика, 1982. С. 5–361.

Глоzman Ж.М. Возможности объединения качественных и количественных методов в нейропсихологическом обследовании // Дети. Общество. Будущее: сборник научных статей по материалам III Конгресса «Психическое здоровье человека XXI века». М.: КноРус, 2020. Т. 1. С. 41–43. <https://doi.org/10.37752/9785406029381-11>

Куницына И.А., Попов С.С., Яхудина Е.Н. Психологические характеристики младших школьников с разным уровнем самооценки // Вестник Ленинградского государственного университета имени А.С. Пушкина. 2018. № 4. С. 75–88.

Лурия А.П. Основы нейропсихологии. М.: Изд-во МГУ, 1973. 376 с.

Aalbers T., Baars M.A.E., Olde Rikkert M.G.M., Kessels R.P.C. Puzzling with online games (BAM-COG): reliability, validity, and feasibility of an online self-monitor for cognitive performance in aging adults // Journal of Medical Internet Research. 2013. Vol. 15. No 12. <https://doi.org/10.2196/jmir.2860>

Al Mamun K.A., Bardhan S., Ullah Md.A., Anagnostou E., Brian J., Akhter S., Rabbani M.G. Smart autism – a mobile, interactive and integrated framework for screening and confirmation of autism // 2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. New York: IEEE, 2016. Pp. 5989–5992. <https://doi.org/10.1109/embc.2016.7592093>

Arán-Filippetti V., López M.B. Predictores de la comprensión lectora en niños y adolescentes: el papel de la edad, el sexo y las funciones ejecutivas // Cuadernos de Neuropsicología. 2016. Vol. 10. No 1. Pp. 23–44. <http://doi.org/10.7714/CNPS/10.1.202>

Atkins S.M., Sprenger A.M., Colflesh G.J.H., Briner T.L., Buchanan J.B., Chavis S.E., Chen S., Iannuzzi G.L., Kashtelyan V., Dowling E., Harbison J.I., Bolger D.J., Bunting M.F., Dougherty M.R. Measuring working memory is all fun and games // Experimental Psychology. 2014. Vol. 61. No 6. Pp. 417–438. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000262>

Biederman J., Monuteaux M.C., Doyle A.E., Seidman L.J., Wilens T.E., Ferrero F., Morgan C.L., Faraone S.V. Impact of executive function deficits and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) on academic outcomes in children // Journal of Consulting and Clinical Psychology. 2004. Vol. 72. No 5. Pp. 757–766. <https://doi.org/10.1037/0022-006x.72.5.757>

Bull R., Scerif G. Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: inhibition, switching, and working memory // Developmental Neuropsychology. 2001. Vol. 19. No 3. Pp. 273–293. https://doi.org/10.1207/s15326942dn1903_3

Bull R., Scerif G. Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory // Developmental neuropsychology. 2001. Vol. 19. No. 3. Pp. 273–293

- Cepeda N.J., Kramer A.F., Gonzalez de Sather J.C.M.* Changes in executive control across the life span: examination of task-switching performance // *Developmental Psychology*. 2001. Vol. 37. No 5. Pp. 715–730. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.37.5.715>
- Davidson M.C., Amso D., Anderson L.C., Diamond A.* Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching // *Neuropsychologia*. 2006. Vol. 44. No 11. Pp. 2037–2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- Denham S.A., Brown C.* “Plays nice with others”: Social-emotional learning and academic success // *Early Education and Development*. 2010. Vol. 21. No. 5. Pp. 652–680.
- Diamond A., Lee K.* Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old // *Science*. 2011. Vol. 333. No 6045. Pp. 959–964. <https://doi.org/10.1126/science.1204529>
- Duval S., Bouchard C., Pagé P., Hamel C.* Quality of classroom interactions in kindergarten and executive functions among five year-old children // *Cogent Education*. 2016. Vol. 3. No 1. <https://doi.org/10.1080/2331186x.2016.1207909>
- Gongsook P.* *Interactive diagnostic game for time perception: Timo's adventure game* (PhD in Industrial Design Thesis). Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2016. 267 p. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.2075.9446>
- Hassler Hallstedt M., Ghaderi A.* Tablets instead of paper-based tests for young children? Comparability between paper and tablet versions of the mathematical Heidelberg Rechen Test 1-4 // *Educational Assessment*. 2018. Vol. 23. No 3. Pp. 195–210. <https://doi.org/10.1080/10627197.2018.1488587>
- Hawkins G.E., Rae B., Nesbitt K.V., Brown S.D.* Gamelike features might not improve data // *Behavior Research Methods*. 2013. Vol. 45. No 2. Pp. 301–318. <https://doi.org/10.3758/s13428-012-0264-3>
- Ionescu T.* Exploring the nature of cognitive flexibility // *New Ideas in Psychology*. 2012. Vol. 30. No 2. Pp. 190–200. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2011.11.001>
- Jarvis H.L.* Verbal and non-verbal working memory and achievements on national curriculum tests at 11 and 14 years of age // *Educational and Child Psychology*. 2003. Vol. 20. No. 3. Pp. 123–140.
- Jurado M.B., Rosselli M.* The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding // *Neuropsychology Review*. 2007. Vol. 17. No 3. Pp. 213–233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Kalabina I.A., Progakaya T.K.* Defining digital competence for older preschool children // *Psychology in Russia: state of the Art*. 2021. Vol. 14. No 4. Pp. 169–185. <https://doi.org/10.11621/pir.2021.0411>
- Kemp A.H., Hatch A., Williams L.M.* Computerized neuropsychological assessments: pros and cons // *CNS Spectrums*. 2009. Vol. 14. No 3. Pp. 118–121. <https://doi.org/10.1017/s1092852900020083>
- Klinische kinderneuropsychologie / ed. by H. Swaab, A. Bouma, J. Hendriksen, C. König.* Amsterdam: Boom, 2016. 795 p.
- Korkman M.* Applying Luria's diagnostic principles in the neuropsychological assessment of children // *Neuropsychology Review*. 1999. Vol. 9. No 2. Pp. 89–105. <https://doi.org/10.1023/a:1025659808004>
- Kovyazina M.S., Oschepkova E.S., Airapetyan Z.V., Ivanova M.K., Dedyukina M.I., Gavrilova M.N.* Executive functions' impact on vocabulary and verbal fluency among mono- and bilingual preschool-aged children // *Psychology in Russia: State of the Art*. 2021. Vol. 14. No 4. Pp. 65–77. <https://doi.org/10.11621/pir.2021.0405>
- Lin C.-H., Chen C.-M.* Developing spatial visualization and mental rotation with a digital puzzle game at primary school level // *Computers in Human Behavior*. 2016. Vol. 57. Pp. 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.026>
- Luciana M., Nelson C.A.* Assessment of neuropsychological function through use of the Cambridge neuropsychological testing automated battery: performance in 4- to 12-year-old

- children // *Developmental Neuropsychology*. 2002. Vol. 22. No 3. Pp. 595–624. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2203_3
- Lumsden J., Edwards E.A., Lawrence N.S., Coyle D., Munafò M.R. Gamification of cognitive assessment and cognitive training: a systematic review of applications and efficacy // *JMIR Serious Games*. 2016. Vol. 4. No 2. <https://doi.org/10.2196/games.5888>
- McClelland M.M., Geldhof G.J., Cameron C.E., Wanless S.B. Development and self-regulation // *Handbook of Child Psychology and Developmental Science* / ed. by R.M. Lerner. Hoboken: John Wiley & Sons, 2015. Pp. 1–43. <https://doi.org/10.1002/9781118963418.childpsy114>
- McNab F., Dolan R.J. Dissociating distractor-filtering at encoding and during maintenance // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2014. Vol. 40. No 3. Pp. 960–967. <https://doi.org/10.1037/a0036013>
- Miyake A., Friedman N.P., Emerson M.J., Witzki A.H., Howerter A., Wager T.D. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis // *Cognitive Psychology*. 2000. Vol. 41. No 1. Pp 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Mokhtar M.K., Mohamed F., Sunar M.S., Arshad M.A.M., Mohd Sidik M.K. Development of mobile-based augmented reality colouring for preschool learning // 2018 IEEE Conference on E-Learning, e-Management and e-Services (IC3e). New York: IEEE, 2018. Pp. 11–16. <https://doi.org/10.1109/ic3e.2018.8632639>
- Molavi P., Azizaram S., Basharpour S., Atadokht A., Nitsche M.A., Salehinejad M.A. Repeated transcranial direct current stimulation of dorsolateral-prefrontal cortex improves executive functions, cognitive reappraisal emotion regulation, and control over emotional processing in borderline personality disorder: a randomized, sham-controlled, parallel-group study // *Journal of Affective Disorders*. 2020. Vol. 274. Pp. 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.05.007>
- Perera H., Jeewandara K.C., Guruge C., Seneviratne S. Presenting symptoms of autism in Sri Lanka: analysis of a clinical cohort // *Sri Lanka Journal of Child Health*. 2013. Vol. 42. No 3. Pp. 139–143. <https://doi.org/10.4038/sljch.v42i3.6017>
- Raiford S.E., Zhang O., Drozdick L.W., Getz K., Wahlstrom D., Gabel A., Holdnack J.A., Daniel M. WISC-V coding and symbol search in digital format: reliability, validity, special group studies, and interpretation (Q-interactive Technical Report 12). 2016. URL: <http://images.pearsonclinical.com/images/Assets/WISC-V/Qi-Processing-Speed-TechReport.pdf> (accessed: 06.10.2022).
- Rosselli M., Ardila A., Matute E., Inozemtseva O. Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children // *Child Neuropsychology*. 2009. Vol. 15. No 3. Pp. 216–231. <https://doi.org/10.1080/09297040802195205>
- Sim G., Horton M. Performance and attitude of children in computer based versus paper based testing // *Proceedings of ED-MEDIA 2005 – World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* / ed. by P. Kommers, G. Richards. Waynesville: Association for the Advancement of Computing in Education, 2005. Pp. 3610–3614.
- Sobolev M., Vitale R., Wen H., Kizer J., Leeman R., Pollak J.P., Baumel A., Vadhan N.P., Estrin D., Muench F. The digital marshmallow test (DMT) diagnostic and monitoring mobile health app for impulsive behavior: development and validation study // *JMIR MHealth and UHealth*. 2021. Vol. 9. No 1. <https://doi.org/10.2196/25018>
- Stephen C., Edwards S. Young children playing and learning in a digital age: a cultural and critical perspective. London: Routledge, 2017. 174 p. <https://doi.org/10.4324/9781315623092>
- Veraksa A., Almazova O., Bukhalenkova D. Studying executive functions in senior preschoolers // *PsyCh Journal*. 2020. Vol. 9. No 1. Pp. 144–146. <https://doi.org/10.1002/pchj.310>
- Veraksa A., Bukhalenkova D., Kartushina N., Oshchepkova E. The relationship between executive functions and language production in 5–6-year-old children: insights from working memory and storytelling // *Behavioral Sciences*. 2020. Vol. 10. No 2. P. 52. <https://doi.org/10.3390/bs10020052>

- Vrana S.R., Vrana D.T.* Can a computer administer a Wechsler Intelligence Test? // *Professional Psychology: Research and Practice*. 2017. Vol. 48. No 3. Pp. 191–198. <https://doi.org/10.1037/pro0000128>
- Willoughby M.T., Kupersmidt J.B., Voegler-Lee M.E.* Is preschool executive function causally related to academic achievement? // *Child Neuropsychology*. 2012. Vol. 18. No 1. Pp. 79–91. <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.578572>
- Xanthopoulou M., Kokalia G., Drigas A.* Applications for children with autism in preschool and primary education // *International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (IJES)*. 2019. Vol. 7. No 2. Pp. 4–16. <https://doi.org/10.3991/ijes.v7i2.10335>
- Zelazo P.D.* The Dimensional Change Card Sort (DCCS): a method of assessing executive function in children // *Nature Protocols*. 2006. Vol. 1. No 1. Pp. 297–301. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.46>

История статьи:

Поступила в редакцию 25 ноября 2022 г.

Принята к печати 16 января 2023 г.

Для цитирования:

Веракса Н.Е., Асланова М.С., Тарасова К.С., Клименко В.А. Сопоставление традиционной и цифровой версий методики диагностики когнитивной гибкости у дошкольников // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика*. 2023. Т. 20. № 1. С. 105–125. <http://doi.org/10.22363/2313-1683-2023-20-1-105-125>

Вклад авторов:

Н.Е. Веракса – концепция и дизайн исследования, редактирование текста. *М.С. Асланова* – сбор и обработка материалов, анализ полученных данных. *К.С. Тарасова* – написание текста. *В.А. Клименко* – написание текста.

Заявление о конфликте интересов:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:

Веракса Николай Евгеньевич, доктор психологических наук, профессор кафедры психологии образования и педагогики, факультет психологии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Россия). ORCID: 0000-0003-3752-7319, eLIBRARY SPIN-код: 4446-3921. E-mail: neveraksa@gmail.com

Асланова Маргарита Сергеевна, научный сотрудник кафедры психологии образования и педагогики, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Россия); ассистент кафедры педагогики и медицинской психологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Россия). ORCID: 0000-0002-3150-221X, eLIBRARY SPIN-код: 3764-4682. E-mail: simomargarita@ya.ru

Тарасова Кристина Сергеевна, кандидат психологических наук, научный сотрудник кафедры методологии психологии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Россия). ORCID: 0000-0002-9072-8761, eLIBRARY SPIN-код: 8061-5688. E-mail: christinap@bk.ru

Клименко Виктор Александрович, научный сотрудник кафедры методологии психологии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Россия). ORCID: 0000-0002-4112-9690, eLIBRARY SPIN-код: 4661-3067. E-mail: klimenko@siberia.design

DOI 10.22363/2313-1683-2023-20-1-105-125

EDN: EGAMRV

UDC 159.9.07

Research article

Technique for Diagnosing Cognitive Flexibility in Preschoolers: Comparison of Blank and Digital Forms

Nikolay E. Veraksa¹, Margarita S. Aslanova^{1,2}✉,
Kristina S. Tarasova¹, Viktor A. Klimenko¹

¹Lomonosov Moscow State University,
1 Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
of the Ministry of Health of the Russian Federation,
8 Trubetskaya St, bldg 2, Moscow, 119048, Russian Federation

✉ simomargarita@ya.ru

Abstract. Cognitive flexibility is considered a trait of human cognition that helps people adapt to new and changing environments by activating cognitive resources; it develops mainly at preschool age, being a predictor of children's future social and academic successes, which emphasizes the importance of diagnosing its formation. The present study is intended to assess the diagnostic capabilities of the digital version of the Dimensional Change Card Sort technique by P.D. Zelazo aimed at diagnosing the cognitive flexibility of preschoolers, compared with the traditional blank version. The digital version of the technique was tested on a sample of 55 children attending two senior kindergarten groups (57.1% of boys) aged 5 to 6 years ($M = 64.03$, $SD = 2.14$). An intra-individual scheme with the division of the subjects into two groups was applied. The first group was initially tested using the blank technique, and a month later using the digital one. The second group, on the contrary, was first tested using the digital technique and, a month later, using the blank one. Thus, the transfer effect was controlled. Sufficient indicators of reliability and consistency of the results of both measurements were obtained for the blank and digital versions of technique. No statistically significant differences were found between the mean values of the same indicators measured by digital and blank techniques different methods (Student's *t*-test for paired samples). The results of the study show that the digital version of the Dimensional Change Card Sort technique has high indicators of validity and reliability and can be used in diagnostic work. However, these results indicate that the digitalization of techniques cannot always be reduced to a simple translation of them into the form of a software product, and requires additional research when adapting them.

Key words: preschool age, executive functions, cognitive development, digitalization of methods, adaptation of methods

Acknowledgements and Funding. This research was funded by the Russian Science Foundation Grant No. 19-18-00521-П.

References

Aalbers, T., Baars, M.A.E., Olde Rikkert, M.G.M., & Kessels, R.P.C. (2013). Puzzling with online games (BAM-COG): Reliability, validity, and feasibility of an online self-monitor for cognitive performance in aging adults. *Journal of Medical Internet Research*, 15(12), e270. <https://doi.org/10.2196/jmir.2860>

- Akhutina, T., Kremlev, A., Korneev, A., Matveeva, E., & Gusev, A. (2017). The computerized battery of neuropsychological tests. *Cognitive Science in Moscow: New Research: Conference Proceedings* (pp. 486–490). Moscow: Buki Vedi Publ., Institute of Practical Psychology and Psychoanalysis. (In Russ.)
- Al Mamun, K.A., Bardhan, S., Ullah, Md.A., Anagnostou, E., Brian, J., Akhter, S., & Rabbani, M.G. (2016). Smart autism – a mobile, interactive and integrated framework for screening and confirmation of autism. *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 5989–5992). New York: IEEE. <https://doi.org/10.1109/embc.2016.7592093>
- Almazova, O.V., Bukhalenkova, D.A., & Veraksa, A.N. (2019). Assessment of the level of development of executive functions in the senior preschool age. *Psychology. Journal of Higher School of Economics*, 16(2), 302–317. (In Russ.) <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2019-2-302-317>
- Arán-Filippetti, V., & López, M.B. (2016). Predictores de la comprensión lectora en niños y adolescentes: El papel de la edad, el sexo y las funciones ejecutivas. *Cuadernos de Neuropsicología*, 10(1), 23–44. <http://doi.org/10.7714/CNPS/10.1.202>
- Ardila, A., Akhutina, T.V., & Mikadze, Yu.V. (2020). A.R. Luria's contribution to studies of the brain organization of language. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*, 12(1), 4–12. (In Russ.) <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2020-1-4-12>
- Aslanova, M.S., Bukhalenkova, D.A., Veraksa, A.N., Gavrilova, M.N., Liutsko, L.N., & Sukhikh, V.L. (2020). Traditional and innovative trends in math education in preschoolers in Russia: Do they fit to educational criteria? *Moscow University Psychology Bulletin. Series 14. Psychology*, (3), 166–193. (In Russ.) <https://doi.org/10.11621/vsp.2020.03.08>
- Atkins, S.M., Sprenger, A.M., Colflesh, G.J.H., Briner, T.L., Buchanan, J.B., Chavis, S.E., Chen, S., Iannuzzi, G.L., Kashtelyan, V., Dowling, E., Harbison, J.I., Bolger, D.J., Bunting, M.F., & Dougherty, M.R. (2014). Measuring working memory is all fun and games. *Experimental Psychology*, 61(6), 417–438. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000262>
- Biederman, J., Monuteaux, M.C., Doyle, A.E., Seidman, L.J., Wilens, T.E., Ferrero, F., Morgan, C.L., & Faraone, S.V. (2004). Impact of executive function deficits and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) on academic outcomes in children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 72(5), 757–766. <https://doi.org/10.1037/0022-006x.72.5.757>
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273–293. https://doi.org/10.1207/s15326942dn1903_3
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273–293.
- Cepeda, N.J., Kramer, A.F., & Gonzalez de Sather, J.C.M. (2001). Changes in executive control across the life span: Examination of task-switching performance. *Developmental Psychology*, 37(5), 715–730. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.37.5.715>
- Davidson, M.C., Amso, D., Anderson, L.C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037–2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- Denham, S.A., & Brown, C. (2010). “Plays nice with others”: Social-emotional learning and academic success. *Early Education and Development*, 21(5), 652–680.
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333(6045), 959–964. <https://doi.org/10.1126/science.1204529>
- Duval, S., Bouchard, C., Pagé, P., & Hamel, C. (2016). Quality of classroom interactions in kindergarten and executive functions among five year-old children. *Cogent Education*, 3(1), 1207909. <https://doi.org/10.1080/2331186x.2016.1207909>
- Glozman, J.M. (2020). Possibilities of integrating quantitative and qualitative measures to neuropsychological assessment. *Children. Society. Future: Proceedings of the III Con-*

- gress on Mental Health: Meeting the Needs of the XXI Century* (vol. 1, pp. 41–43). Moscow: KnoRus Publ. (In Russ.) <https://doi.org/10.37752/9785406029381-11>
- Gongsook, P. (2016). *Interactive diagnostic game for time perception: Timo's adventure game* (PhD in Industrial Design Thesis). Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.2075.9446>
- Hassler Hallstedt, M., & Ghaderi, A. (2018). Tablets instead of paper-based tests for young children? Comparability between paper and tablet versions of the mathematical Heidelberg Rechen Test 1–4. *Educational Assessment*, 23(3), 195–210. <https://doi.org/10.1080/10627197.2018.1488587>
- Hawkins, G.E., Rae, B., Nesbitt, K.V., & Brown, S.D. (2013). Gamelike features might not improve data. *Behavior Research Methods*, 45(2), 301–318. <https://doi.org/10.3758/s13428-012-0264-3>
- Ionescu, T. (2012). Exploring the nature of cognitive flexibility. *New Ideas in Psychology*, 30(2), 190–200. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2011.11.001>
- Jarvis, H.L. (2003). Verbal and non-verbal working memory and achievements on national curriculum tests at 11 and 14 years of age. *Educational and Child Psychology*, 20(3), 123–140.
- Jurado, M.B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17(3), 213–233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Kalabina, I.A., & Progakaya, T.K. (2021). Defining digital competence for older preschool children. *Psychology in Russia: State of the Art*, 14(4), 169–185. <https://doi.org/10.11621/pir.2021.0411>
- Kemp, A.H., Hatch, A., & Williams, L.M. (2009). Computerized neuropsychological assessments: Pros and cons. *CNS Spectrums*, 14(3), 118–121. <https://doi.org/10.1017/s1092852900020083>
- Korkman, M. (1999). Applying Luria's diagnostic principles in the neuropsychological assessment of children. *Neuropsychology Review*, 9(2), 89–105. <https://doi.org/10.1023/a:1025659808004>
- Kovyazina, M.S., Oschepkova, E.S., Airapetyan, Z.V., Ivanova, M.K., Dedyukina, M.I., & Gavrilo, M.N. (2021). Executive functions' impact on vocabulary and verbal fluency among mono- and bilingual preschool-aged children. *Psychology in Russia: State of the Art*, 14(4), 65–77. <https://doi.org/10.11621/pir.2021.0405>
- Kunitsyna, I.A., Popov, S.S., & Yakhudina, E.N. (2018). Psychological characteristics of junior schoolchildren with different levels of self-assessment. *Pushkin Leningrad State University Journal*, (4), 75–88. (In Russ.)
- Lin, C.-H., & Chen, C.-M. (2016). Developing spatial visualization and mental rotation with a digital puzzle game at primary school level. *Computers in Human Behavior*, 57, 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.026>
- Luciana, M., & Nelson, C.A. (2002). Assessment of neuropsychological function through use of the Cambridge neuropsychological testing automated battery: Performance in 4- to 12-year-old children. *Developmental Neuropsychology*, 22(3), 595–624. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2203_3
- Lumsden, J., Edwards, E.A., Lawrence, N.S., Coyle, D., & Munafò, M.R. (2016). Gamification of cognitive assessment and cognitive training: A systematic review of applications and efficacy. *JMIR Serious Games*, 4(2), e11. <https://doi.org/10.2196/games.5888>
- Luria, A.R. (1973). *Fundamentals of neuropsychology*. Moscow: MSU Publishing House. (In Russ.)
- McClelland, M.M., Geldhof, G.J., Cameron, C.E., & Wanless, S.B. (2015). Development and self-regulation. In R.M. Lerner (Ed.), *Handbook of Child Psychology and Developmental Science* (pp. 1–43). Hoboken: John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118963418.childpsy114>
- McNab, F., & Dolan, R.J. (2014). Dissociating distractor-filtering at encoding and during maintenance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(3), 960–967. <https://doi.org/10.1037/a0036013>
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., & Wager, T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to com-

- plex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Mokhtar, M.K., Mohamed, F., Sunar, M.S., Arshad, M.A.M., & Mohd Sidik, M.K. (2018). Development of mobile-based augmented reality colouring for preschool learning. *2018 IEEE Conference on E-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)* (pp. 11–16). New York: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ic3e.2018.8632639>
- Molavi, P., Aziziaran, S., Basharpour, S., Atadokht, A., Nitsche, M.A., & Salehinejad, M.A. (2020). Repeated transcranial direct current stimulation of dorsolateral-prefrontal cortex improves executive functions, cognitive reappraisal emotion regulation, and control over emotional processing in borderline personality disorder: A randomized, sham-controlled, parallel-group study. *Journal of Affective Disorders*, 274, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.05.007>
- Perera, H., Jeewandara, K.C., Guruge, C., & Seneviratne, S. (2013). Presenting symptoms of autism in Sri Lanka: Analysis of a clinical cohort. *Sri Lanka Journal of Child Health*, 42(3), 139–143. <https://doi.org/10.4038/sljch.v42i3.6017>
- Raiford, S.E., Zhang, O., Drozdick, L.W., Getz, K., Wahlstrom, D., Gabel, A., Holdnack, J.A., & Daniel, M. (2016). *WISC-V Coding and Symbol Search in Digital Format: Reliability, Validity, Special Group Studies, and Interpretation (Q-interactive Technical Report 12)*. Retrieved October 6, 2022, from <http://images.pearsonclinical.com/images/Assets/WISC-V/Qi-Processing-Speed-TechReport.pdf>
- Rosselli, M., Ardila, A., Matute, E., & Inozemtseva, O. (2009). Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children. *Child Neuropsychology*, 15(3), 216–231. <https://doi.org/10.1080/09297040802195205>
- Sim, G., & Horton, M. (2005). Performance and attitude of children in computer based versus paper based testing. In P. Kommers & G. Richards (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA 2005 – World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* (pp. 3610–3614). Waynesville: Association for the Advancement of Computing in Education.
- Sobolev, M., Vitale, R., Wen, H., Kizer, J., Leeman, R., Pollak, J.P., Baumel, A., Vadhan, N.P., Estrin, D., & Muench, F. (2021). The digital marshmallow test (DMT) diagnostic and monitoring mobile health app for impulsive behavior: Development and validation study. *JMIR MHealth and UHealth*, 9(1), e25018. <https://doi.org/10.2196/25018>
- Stephen, C., & Edwards, S. (2017). *Young children playing and learning in a digital age: A cultural and critical perspective*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315623092>
- Swaab, H., Bouma, A., Hendriksen, J., & König, C. (Eds.). (2016). *Klinische kinderneuropsychologie*. Amsterdam: Boom.
- Veraksa, A., Almazova, O., & Bukhalenkova, D. (2020). Studying executive functions in senior preschoolers. *PsyCh Journal*, 9(1), 144–146. <https://doi.org/10.1002/pchj.310>
- Veraksa, A., Bukhalenkova, D., Kartushina, N., & Oshchepkova, E. (2020). The relationship between executive functions and language production in 5–6-year-old children: Insights from working memory and storytelling. *Behavioral Sciences*, 10(2), 52. <https://doi.org/10.3390/bs10020052>
- Veraksa, A.N. (2009). The role of symbolic mediation in cognitive activity in primary school (acquisition of the function concept). *Moscow University Psychology Bulletin. Series 14. Psychology*, (2), 31–44. (In Russ.)
- Veraksa, A.N., Almazova, O.V., & Bukhalenkova, D.A. (2020). Executive functions assessment in senior preschool age: A battery of methods. *Psikhologicheskii Zhurnal*, 41(6), 108–118. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S020595920012593-8>
- Veraksa, N.E., Bukhalenkova, D.A., Veraksa, A.N., & Chichinina, E.A. (2022). Relationship between the use of digital devices and executive functions development in preschool children. *Psikhologicheskii Zhurnal*, 43(1), 51–59. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S020595920018769-1>

- Veraksa, A.N., Vasilieva, M.D., & Archakova, T.O. (2016). Development of arbitrary regulatory functions in preschool children: a review of contemporary foreign studies. *Voprosy Psichologii*, (6), 150–166. (In Russ.)
- Vrana, S.R., & Vrana, D.T. (2017). Can a computer administer a Wechsler Intelligence Test? *Professional Psychology: Research and Practice*, 48(3), 191–198. <https://doi.org/10.1037/pro0000128>
- Vygotskii, L.S. (1982). Thinking and speech. In V.V. Davydov (Eds.), *The Collected Works. Vol. 2. Problems of General Psychology* (pp. 5–361). Moscow: Pedagogika Publ. (In Russ.)
- Willoughby, M.T., Kupersmidt, J.B., & Voegler-Lee, M.E. (2012). Is preschool executive function causally related to academic achievement? *Child Neuropsychology*, 18(1), 79–91. <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.578572>
- Xanthopoulou, M., Kokalia, G., & Drigas, A. (2019). Applications for children with autism in preschool and primary education. *International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT*, 7(2), 4–16. <https://doi.org/10.3991/ijes.v7i2.10335>
- Zelazo, P.D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1(1), 297–301. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.46>

Article history:

Received 25 November 2022

Revised 12 January 2023

Accepted 16 January 2023

For citation:

Veraksa, N.E., Aslanova, M.S., Tarasova, K.S., & Klimenko, V.A. (2023). Technique for diagnosing cognitive flexibility in preschoolers: comparison of blank and digital forms. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*, 20(1), 105–125. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-1683-2023-20-1-105-125>

Author's contribution:

Nikolay E. Veraksa – concept and design of the research, text editing. *Margarita S. Aslanova* – data collection, processing and analysis. *Kristina S. Tarasova* – text writing. *Viktor A. Klimenko* – text writing.

Conflicts of interest:

The authors declare that there is no conflict of interest.

Bio notes:

Nikolay E. Veraksa, PhD in Psychology, Dr., Professor, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University (Russia). ORCID: 0000-0003-3752-7319, eLIBRARY SPIN-code: 4446-3921. E-mail: neveraksa@gmail.com

Margarita S. Aslanova, is Researcher of the Department of Psychology of Education and Pedagogy, Lomonosov Moscow State University (Russia); Assistant of the Department of Pedagogy and Medical Psychology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Russia). ORCID: 0000-0002-3150-221X, eLIBRARY SPIN-code: 3764-4682. E-mail: simomargarita@ya.ru

Kristina S. Tarasova, PhD in Psychology, is Researcher of the Department of Methodology of Psychology, Lomonosov Moscow State University (Russia). ORCID: 0000-0002-9072-8761, eLIBRARY SPIN-code: 8061-5688. E-mail: christinap@bk.ru

Viktor A. Klimenko, is Researcher at the Department of Methodology of Psychology, Lomonosov Moscow State University (Russia). ORCID: 0000-0002-4112-9690, eLIBRARY SPIN-code: 4661-3067. E-mail: klimenko@siberia.design