

УДК 159.9.07

UDC 159.9.07

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

COMPUTER METHODS OF NEUROPSYCHOLOGICAL DIAGNOSTICS

А. А. Корнеев,
кандидат психологических наук¹;

Е. Ю. Матвеева,
кандидат психологических наук¹;

Т. В. Ахутина,
доктор психологических наук, профессор¹

¹Московский государственный университет
имени М. В. Ломоносова, РФ

A. Korneyev,
PhD in Psychology¹;

Ye. Matveyeva,
PhD in Psychology¹;

T. Akhutina,
Doctor of Psychology, Professor¹

¹Moscow State University named
after M. Lomonosov, RF

Поступила в редакцию 20.05.19.

Received on 20.05.19.

С целью демонстрации возможностей новых компьютерных тестов с точки зрения оценки состояния когнитивных функций дошкольников и младших школьников в сопоставлении с результатами, получаемыми в рамках качественного нейропсихологического обследования, 98 дошкольников (53 мальчика и 45 девочек, средний возраст 6 лет 4 месяца) и 52 первоклассника (24 мальчика и 28 девочек, средний возраст 7 лет 5 месяцев) выполняли четыре компьютерных методики, две из которых направлены на оценку состояния функций программирования и контроля, а также функций регуляции активности (тест «Точки» и тест «Таблицы Шульце»). Для оценки функций переработки зрительной и зрительно-пространственной информации использовался тест «Кубики Корси», а для оценки функций переработки слуховой информации – тест «Понимание близких по звучанию слов». Все дети не имели диагностированных нарушений в развитии и неврологических нарушений. Результаты показали, что данные о возрастных отличиях, полученные с помощью «традиционного» нейропсихологического обследования и компьютерного тестирования в достаточной степени согласованы.

Ключевые слова: нейропсихологическая диагностика, функция программирования, функция контроля, функция переработки зрительной и зрительно-пространственной информации, функция регуляции активности.

In order to demonstrate the capabilities of new computer tests in terms of assessing the state of cognitive functions of preschoolers and younger children in comparison with the results obtained in the framework of a qualitative neuropsychological examination, 98 preschool children (53 boys and 45 girls, average age 6 years 4 months) and 52 first graders (24 boys and 28 girls, average age of 7 years 5 months) performed four computer techniques, two of which are aimed at assessing the state of programming and control functions, as well as the functions of activity regulation (test «Points» and test «Schulte table»). For the evaluation of the processing functions of the visual and visual-spatial information, the test “Corsi block-tapping test” was used, and for the evaluation of the processing functions of the auditory information – the test “Understanding phonetically similar words”. All children did not have diagnosed developmental or neurological disorders. The results showed that the data on age differences obtained using the “traditional” neuropsychological examination and computer testing are sufficiently consistent.

Keywords: neuropsychological diagnostics, programming function, control function, function visual and visual-spatial information processing, activity regulation function.

Введение. Данная работа посвящена одному из актуальных направлений развития психологической науки – диагностике состояния когнитивной сферы детей дошкольного и младшего школьного возраста. Для объективного анализа состояния когнитивной сферы детей используются различные методы: наблюдение, эксперимент, тестирование, методы поведенческой диагностики и др. В данной работе мы обсуждаем разработанные

нами компьютерные методики, выполненные в традиции нейропсихологических поведенческих тестов и направленные на оценку когнитивных функций у детей 5–9 лет, а именно – функций программирования и контроля (управляющих функций), функций регуляции активности, функций переработки зрительной, зрительно-пространственной и слуховой информации. Отставание в развитии перечисленных групп функций является основной при-

чиной возникновения разных вариантов трудностей обучения. В отечественной нейропсихологии Выготского-Лурии разработан богатый набор методов оценки состояния когнитивной и поведенческой сферы детей и взрослых с учетом принципов системной и динамической организации и локализации высших психических функций (далее – ВПФ) [1–3]. Этот подход позволяет подробно и системно исследовать слабые и сильные стороны ВПФ человека, но также имеет и ряд недостатков. Получаемые в этом подходе результаты – экспертные оценки, сильно зависят от субъективных факторов: опыта, квалификации, теоретических позиций эксперта, его индивидуального стиля [4; 5]. Поэтому важная задача – разработка набора стандартизированных и объективных методик, которые позволят унифицировать процедуры проведения и оценки нейропсихологических проб, не потеряв при этом идеи системного качественного анализа, характерного для отечественной нейропсихологии. В настоящее время компьютеризация диагностики (в том числе нейропсихологической) активно обсуждается в мировой психологии. Современные технологии позволяют создавать и распространять такие версии методик, в силу чего многие «традиционные» поведенческие методики переводятся в компьютерный формат. Широко используются компьютеризованные методики исследования [6], диагностики [7] и коррекции нарушений развития ВПФ [8].

Цель данной работы – демонстрация возможностей новых компьютерных тестов с точки зрения оценки состояния когнитивных функций дошкольников и младших школьников в сопоставлении с результатами, получаемыми в рамках качественного нейропсихологического обследования.

Методика. Испытуемые. В исследовании приняло участие 98 дошкольников (53 мальчика и 45 девочек, средний возраст 6 лет 4 месяца) и 52 первоклассника (24 мальчика и 28 девочек, средний возраст 7 лет 5 месяцев.). Все дети не имели диагностированных нарушений в развитии и неврологических нарушений.

Компьютерные методы оценки когнитивных функций.

В рамках данной работы мы рассматриваем 4 компьютерных методики, две из которых направлены на оценку состояния функций программирования и контроля, а также функций регуляции активности – это тест «Точки» и тест «Таблицы Шульте». Для оценки функций переработки зрительной и зрительно-пространственной информации использовался тест «Кубики Корси», а для оценки функций переработки слуховой информации – тест «Понимание близких по звучанию слов».

Тест «Точки» состоит из трех проб, каждая включает предъявление 20-ти стимулов, в ответ на которые испытуемый должен отвечать нажатием на клавиши согласно инструкции. В первой пробе оценивается способность испытуемого следовать инструкции и скорость простой двигательной реакции. На экране в квазислучайном порядке, то слева, то справа от фиксационного креста предъявляются стимулы (сердечки), задача ребенка – как можно быстрее нажимать на кнопку с той стороны, где появился стимул. Во второй пробе оценивается способность испытуемого к отторжению нерелевантного задаче «естественного» ответа. На экране появляется другой стимул – цветочек, задача испытуемого – как можно быстрее нажимать на кнопку со стороны, противоположной той, где появился стимул. В третьей пробе оценивается способность ребенка к переключению между двумя параллельными программами. В нем на экране предъявляются попеременно стимулы двух типов, задача испытуемого – при появлении сердечка нажимать клавишу с той же стороны, при появлении цветочка – с противоположной стороны. Основными оцениваемыми параметрами в этом тесте являются: среднее время ответа (время реакции) испытуемого и продуктивность (число правильных ответов) при выполнении заданий каждого из трех типов.

Тест «Таблицы Шульте» состоит из пяти проб. В каждой из них на сенсорном экране предъявляется таблица, состоящая из 20 ячеек, в которых в квазислучайном порядке расположены два ряда чисел от 1 до 10, один ряд состоит из черных чисел, второй – из красных. Испытуемому необходимо искать и указывать числа в разном порядке. В 1-й пробе надо показывать черные числа в возрастающем порядке (от 1 до 10), во 2-й – красные числа в возрастающем порядке, в 3-й – черные числа в убывающем порядке (от 10 до 1), в 4-й – надо указывать два параллельных ряда – красные и черные числа в возрастающем порядке (1 черное, 1 красное, 2 черное, 2 красное и т. п.), и, наконец, в 5-й – красные числа в убывающем порядке. Такой набор заданий позволяет оценить способность детей усваивать простую (1-я и 2-я пробы), более сложную обратную (3-я и 5-я пробы) и самую сложную «параллельную» (4-я проба) программы, переключая свое внимание с одной программы на другую и отторгая неадекватные ответы. По результатам проведения теста рассчитываются среднее время поиска цифры и количество ошибок как в целом по тесту, так и отдельно по пяти пробам.

В тесте «Кубики Корси» используется экран с 9 кубиками, которые могут по очереди загораться на экране монитора. Кубик загорается на 1 секунду, межстимульный интервал – 0,5 секунды. Задача испытуемого – запомнить

и затем воспроизвести последовательность высвеченных кубиков. Проба начинается с ряда из двух кубиков, при правильном ответе длина ряда увеличивается. После пяти подряд ошибочных воспроизведений рядов одной длины проба прекращается. Основные показатели в данной пробе – максимальная длина правильно воспроизведенной последовательности, среднее время первого ответа и пауз внутри последовательности.

Тест «Понимание близких по звучанию слов» является адаптированным для детей заданием из набора «Методики оценки речи при афазии» [9]. Ребенку предъявляют набор из 10 картинок с изображениями предметов, названия которых близки по звучанию или произношению. Затем ему предъявляют на слух последовательности слов (всего 8 последовательностей длиной от двух до пяти слов), а он должен показать соответствующие картинки в том же порядке. Основные показатели в тесте – доля верно воспроизведенных слов (относительно общего числа ответов) и число разного рода ошибок: отдельно замены близких и далеких по звучанию слов, пропуски.

Все методики реализованы на базе системы «Практика-МГУ» [10].

В качестве качественной методики нейропсихологической оценки состояния когнитивных функций использовалась «Методика нейропсихологического обследования детей 6–9 лет» [1]. По его результатам рассчитывались интегральные показатели (индексы) состояния следующих функций: программирования и контроля, организации серийных движений, переработки слуховой, зрительной и зрительно-пространственной информации и функций регуляции активности. Индексы рассчитывались по принципу штрафных баллов: чем выше значение, тем хуже состояние оцениваемой функции.

Результаты и их обсуждение. Для оценки различий между возрастными группами мы провели сравнение средних по основным параметрам выполнения компьютерных тестов «Точки» и «Таблицы Шульте» (рисунок), «Кубики Корси» и «Понимание близких по звучанию» (таблица 1) и индексам, полученным в нейропсихологическом обследовании (таблица 2).

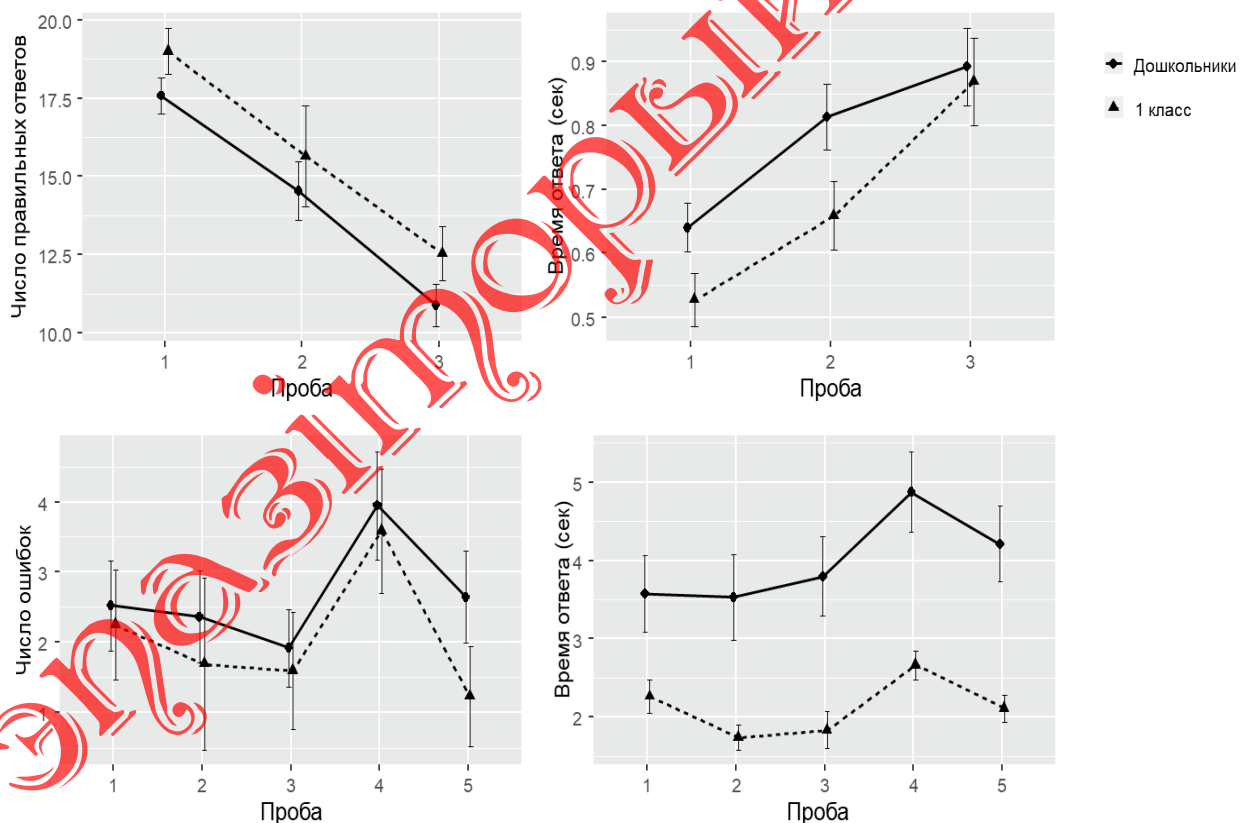


Рисунок – Результаты выполнения тестов «Точки» (сверху) и «Таблицы Шульте» (снизу)

Таблица 1 – Средние показатели выполнения компьютерных тестов у групп дошкольников и первоклассников

Проба и показатель	Группа	Среднее	Ст. откл.	Результат t-критерия
Корси – Максимальная длина правильно воспроизведенной последовательности	дошкольники	4,33	1,16	t(148) = -4,995, p < 0,001
	1 класс	5,23	0,81	
Корси – Среднее время первого ответа	дошкольники	2,03	0,75	t(148) = 2,834, p = 0,005
	1 класс	1,71	0,42	
Корси – Средняя пауза между ответами внутри серии	дошкольники	1,11	0,55	t(148) = 0,716, p = 0,475
	1 класс	1,05	0,40	
Близкие по звучанию – Доля правильных ответов	дошкольники	0,74	0,10	t(148) = -2,645, p = 0,009
	1 класс	0,78	0,08	
Близкие по звучанию – Доля близких замен	дошкольники	0,17	0,11	t(148) = 1,981, p = 0,049
	1 класс	0,14	0,07	
Близкие по звучанию – Доля пропусков	дошкольники	0,00	0,01	t(148) = -0,853, p = 0,395
	1 класс	0,01	0,02	
Близкие по звучанию – Доля нарушений порядка	дошкольники	0,47	0,17	t(148) = 3,162, p = 0,002
	1 класс	0,37	0,20	

Таблица 2 – Нейропсихологические индексы у групп детей

Индекс	Группа	Среднее	Ст. откл.	Результат t-критерия
Прогр. и контроль	дошкольники	0,32	1,00	t(148) = 6,016, p < 0,001
	1 класс	-0,61	0,67	
Серийная орг-ция	дошкольники	0,14	0,96	t(148) = 2,434, p = 0,016
	1 класс	-0,27	1,02	
Перераб. слух. инф-ции	дошкольники	0,23	1,00	t(148) = 3,97, p < 0,001
	1 класс	-0,42	0,87	
Перераб. зрит. инф-ции	дошкольники	0,34	0,91	t(148) = 6,486, p < 0,001
	1 класс	-0,64	0,83	
Перераб. зрит.-простр. инф-ции	дошкольники	0,20	1,05	t(148) = 3,534, p = 0,001
	1 класс	-0,38	0,77	
Функции регуляции активности	дошкольники	-0,04	0,90	t(148) = -0,67, p = 0,504
	1 класс	0,08	1,17	

Для оценки различий выполнения теста «Точки» был проведен дисперсионный анализ для повторных измерений с внутригрупповым фактором «Проба» и межгрупповым фактором «Группа». В отношении продуктивности выполнения теста он показал значимое влияние фактора «Проба» ($F(2, 147) = 184,918, p < 0,001$, по мере усложнения проб количество правильных ответов уменьшается) и фактора «Группа» ($F(1, 149) = 8,976, p = 0,003$, дошкольники дают меньше правильных ответов по сравнению с первоклассниками). При анализе времени ответов также обнаружено значимое влияние фактора «Проба» ($F(2, 144) = 167,141, p < 0,001$, по мере усложнения проб время ответов увеличивается) и фактора «Группа» ($F(1, 145) = 8,932, p = 0,003$, дошкольники реа-

гируют на стимулы медленнее по сравнению с первоклассниками). Также значимым оказалось и влияние взаимодействия факторов «Группа» и «Проба» ($F(2, 144) = 4,367, p = 0,014$, различия между дошкольниками и первоклассниками наиболее отчетливы в первой и второй пробах и незначительны в третьей, самой сложной пробе).

Аналогичный анализ результатов теста «Таблицы Шульце» показал, что на число ошибок оказывает значимое влияние фактор «Проба» ($F(4, 144) = 9,187, p < 0,001$, оно снижается от первой к третьей пробе, резко увеличивается в четвертой пробе и несколько снижается в последней, пятой пробе), а влияние фактора «Группа» оказалось субзначимым ($F(1, 147) = 3,203, p = 0,076$). При анализе времени от-

ветов также обнаружено значимое влияние фактора «Проба» ($F(4, 141) = 14,058, p < 0,001$, в основном за счет увеличения времени ответа в четвертой и пятой пробах), фактора «Группа» ($F(1, 144) = 53,271, p < 0,001$, дошкольники отвечают намного медленнее по сравнению с первоклассниками) и влияние взаимодействия факторов «Группа» и «Проба» ($F(4, 141) = 3,756, p = 0,006$), что обусловлено более резким ростом времени ответа в четвертой и пятой пробе у дошкольников по сравнению с первоклассниками.

Оценка различий выполнения дошкольниками и первоклассниками тестов «Кубики Корси» и «Понимание близких по звучанию слов» проводилась с помощью t-критерия Стьюдента (см. таблицу 1). Видно, что дошкольники запоминают последовательность значимо меньшей длины и отвечают в этом тесте медленнее, чем первоклассники. При понимании близких по звучанию слов дошкольники дают значимо меньше правильных ответов, делают больше ошибок смешения близких по звучанию слов, чаще путают порядок в последовательности слов.

Подводя итог сравнению возрастных групп по данным компьютерных тестов, нужно отметить, что эти тесты чувствительны к возрастным различиям. Значимое влияние возраста также обнаружено при анализе данных нейропсихологического обследования (см. таблицу 2): дошкольники и первоклассники значимо отличаются по всем исследованным показателям, кроме показателя функций регуляции активности.

Также мы провели анализ корреляции между показателями выполнения компьютерных тестов и нейропсихологическими индексами. Для этого использовался коэффициент корреляции Пирсона.

Суммарная продуктивность и среднее время ответа в тесте «Точки» отчетливо коррелируют с индексами программирования и контроля и серийной организации движений ($r = -0,424, p < 0,001$ и $r = -0,410, p < 0,001$ для продуктивности и $r = 0,377, p < 0,001$ и $r = 0,314, p < 0,001$ для времени ответа). При этом корреляция с функциями регуляции активности у этих параметров оказались незначимы ($p > 0,4$ в обоих случаях).

Число ошибок и время ответа в тесте «Таблицы Шульце» также отчетливо коррелируют с индексом программирования и контроля ($r = 0,403, p < 0,001$ и $r = 0,563, p < 0,001$ соответственно), заметно слабее, но также значимо – с индексом функций организации серийных движений ($r = 0,263, p = 0,001$ и $r = 0,290, p < 0,001$ соответственно). С индексом регуляции активности в этом тесте коррелирует общее число ошибок ($r = 0,359, p < 0,001$).

Сопоставление результатов выполнения теста «Кубики Корси» с нейропсихологическими индексами показало, что максимальная

длина правильно воспроизведенного ряда значимо коррелирует с индексами переработки зрительной и зрительно-пространственной информации ($r = -0,279, p = 0,001$ и $r = -0,248, p = 0,002$ соответственно). Слабее, но значимо коррелирует с этими индексами и время первого ответа в тесте ($r = 0,197, p = 0,015$ и $r = 0,170, p = 0,038$ соответственно). Также результаты теста коррелируют с показателем программирования и контроля ($r = -0,358, p < 0,001$ и $r = 0,339, p < 0,001$ для максимальной длины последовательности и времени ответа соответственно).

Доля правильных ответов в тесте «Понимание близких по звучанию слов» значимо коррелирует с индексом переработки слуховой информации ($r = -0,259, p = 0,001$), а также сопоставимо по силе с индексом программирования и контроля ($r = -0,284, p < 0,001$).

Заключение. В целом, на основании полученных результатов можно говорить о том, что данные о возрастных отличиях, полученные с помощью «традиционного» нейропсихологического обследования и компьютерного тестирования в достаточной степени согласованы. Были получены данные о наличии возрастных отличий по всем исследованным функциям кроме функций регуляции активности. Это исключение может быть предположительно объяснено тем, что функции регуляции активности оценивались в пробах, направленных на оценку этих функций наравне с функциями программирования и контроля, и возможно, что улучшения выполнения этих тестов связаны в большей степени с состоянием функций программирования и контроля. Чтобы прояснить этот вопрос, требуется более подробное исследование и, возможно, введение дополнительных показателей выполнения тестов, чувствительных к проявлению признаков утомления, характерных для слабости активационных компонентов.

В целом корреляционный анализ показал, что основные результаты выполнения компьютерных тестов коррелируют с соответствующими индексами функций, на оценку которых направлены эти тесты. Однако помимо этих корреляций, получены и некоторые «побочные» связи. В первую очередь это касается функций программирования и контроля, которые значимо коррелируют с большинством анализируемых параметров. Это неудивительно, так как эти функции оказываются важными практически для любой целенаправленной деятельности. В связи с этим встает вопрос о выделении таких параметров, которые в большей степени связаны с «целевой» для каждого теста функцией и относительно независимы от функций программирования и контроля. Наши дальнейшие исследования будут направлены, в частности, на разработку таких параметров.

В заключение отметим, что мы не рассматриваем компьютерные пробы как полноценную замену традиционных тестов, у которых есть свои преимущества. Компьютерные те-

сты больше всего полезны как скрининговые методики выявления детей, требующих детального традиционного нейропсихологического исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы нейропсихологического обследования детей 6–9 лет / Т. В. Ахутина [и др.]. – М., 2016. – С. 280.
2. Глозман, Ж. М. Нейропсихологическая диагностика в дошкольном возрасте / Ж. М. Глозман, А. Ю. Потанина, А. Е. Соболева. – Питер, 2006.
3. Цветкова, Л. С. Методика диагностического нейропсихологического обследования детей / Л. С. Цветкова. – М.: Рос. пед. агентство, 1997.
4. Akhutina T. V. Comments on a standardized version of Luria's tests / T. V. Akhutina, L. S. Tsvetkova // Brain and cognition. – 1983. – Т. 2. – №. 2. – С. 129–134.
5. Glozman J. M. Executive behavior after cortical and subcortical brain damage / J. M. Glozman, O. S. Levin, D. Tupper // Luria and contemporary psychology: Festschrift celebrating the centennial of the birth of Luria. – Hauppauge, NY, US: New Science Publishers. – 2005. – С. 65–76.
6. Concurrent validity of a computer-based cognitive screening tool for use in adults with HIV disease / J. T. Becker [et al.] // AIDS patient care and STDs. – 2011. – Т. 25. – №. 6. – С. 351–357.
7. Hartman D. E. The Computerized Test of Information Processing (CTIP) by Tom Tombaugh / D. E. Hartman // Applied neuropsychology. – 2008. – Т. 15. – №. 3. – С. 226–227.
8. Computer-based interventions to improve social and emotional skills in individuals with autism spectrum disorders: A systematic review / S. Ramdoss [et al.] // Developmental neurorehabilitation. – 2012. – Т. 15. – №. 2. – С. 119–135.
9. Цветкова Л. С. Методика оценки речи при афазии / Л. С. Цветкова, Т. В. Ахутина, Н. М. Пылаева. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 67 с.
10. Computerized Neuropsychological Assessment in 6–9 Years-old Children / A. A. Korneev [et al.] // KnE Life Sciences. – 2018. – Т. 4. – №. 8. – С. 495–506.

REFERENCES

1. Metody neyropsikhologicheskogo obsledovaniya detey 6–9 let / T. V. Akhutina [i dr.]. – M., 2016. – S. 280.
2. Glozman, Zh. M. Neyropsikhologicheskaya diagnostika v doskolnom vozraste / Zh. M. Glozman, A. Yu. Potanina, A. Ye. Soboleva. – Piter, 2006.
3. Tsvetkova, L. S. Metodika diagnosticheskogo neyropsikhologicheskogo obsledovaniya detey / L. S. Tsvetkova. – M.: Ros. ped. agentsvo, 1997.
4. Akhutina T. V. Comments on a standardized version of Luria's tests / T. V. Akhutina, L. S. Tsvetkova // Brain and cognition. – 1983. – T. 2. – №. 2. – S. 129–134.
5. Glozman J. M. Executive behavior after cortical and subcortical brain damage / J. M. Glozman, O. S. Levin, D. Tupper // Luria and contemporary psychology: Festschrift celebrating the centennial of the birth of Luria. – Hauppauge, NY, US: New Science Publishers. – 2005. – S. 65–76.
6. Concurrent validity of a computer-based cognitive screening tool for use in adults with HIV disease / J. T. Becker [et al.] // AIDS patient care and STDs. – 2011. – T. 25. – №. 6. – S. 351–357.
7. Hartman D. E. The Computerized Test of Information Processing (CTIP) by Tom Tombaugh / D. E. Hartman // Applied neuropsychology. – 2008. – T. 15. – №. 3. – S. 226–227.
8. Computer-based interventions to improve social and emotional skills in individuals with autism spectrum disorders: A systematic review / S. Ramdoss [et al.] // Developmental neurorehabilitation. – 2012. – T. 15. – №. 2. – S. 119–135.
9. Tsvetkova L. S. Metodika otsenki rechi pri afazii / L. S. Tsvetkova, T. V. Akhutina, N. M. Pylayeva. – M.: Izd-vo MGU, 1981. – 67 s.
10. Computerized Neuropsychological Assessment in 6–9 Years-old Children / A. A. Korneev [et al.] // KnE Life Sciences. – 2018. – T. 4. – №. 8. – S. 495–506.