

Роль когнитивных показателей учащихся старшего школьного возраста в успешности решения математических заданий*

Т. Н. ТИХОМИРОВА
(Институт психологии РАН),
Ю. В. КОВАС
(Университет Лондона)

В статье анализируются различные аспекты чувства числа, показатели пространственной памяти и скорости переработки информации, измеренные с помощью оригинального диагностического инструментария, и их связь с показателями успешности решения математических заданий.

Ключевые слова: чувство числа, пространственная память, скорость переработки информации, успешность в решении математических заданий, старший школьный возраст.

Проблема научного поиска когнитивных процессов, лежащих в основе успешности решения математических заданий, имеет междисциплинарный характер и связана прежде всего с разработкой доступных индивидуально-ориентированных систем обучения и в конечном счете с повышением благосостояния и

конкурентоспособности государства (Butterworth, Varma, Laurillard, 2011: 1050).

Результаты исследований в области когнитивной психологии демонстрируют, что математические способности основываются на таких когнитивных характеристиках, как различные аспекты чувства числа (Halberda,

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (государственный контракт № 02.740.11.5210; руководитель проекта — А. А. Журавлев).

Mazzocco, Feigenson, 2008: 667; Siegler, Opfer, 2003: 242), особенности пространственной памяти (Pagulayan, Busch, Medina, Bartok, Krikorian, 2006: 1043) и скорости переработки информации (Semmes, Davison, Close, 2011: 433).

Наиболее исследованным оказывается факт взаимосвязи пространственной памяти с успешностью в решении математических заданий. В частности, зафиксированы значимые положительные корреляции между показателями пространственных способностей и успешностью в математических дисциплинах (Pagulayan, Busch, Medina, Bartok, Krikorian, 2006: 1043). Также показано, что низкие показатели успешности в решении математических заданий коррелируют с низкими показателями пространственной памяти в задании «Последовательности». При этом предполагается, что взаимосвязи между пространственной памятью и успешностью в математике могут быть опосредованы скоростью переработки информации (Pagulayan, Busch, Medina, Bartok, Krikorian, 2006: 1051).

Наименее исследованным в контексте взаимосвязи с успешностью в решении математических заданий является феномен чувства числа («Number Sense») (Dehaene, 1997: 175). Под чувством числа понимается способность к восприятию некоторого количества объектов, не прибегая к счету этих объектов, и умение оперировать этим количеством. При этом выделяются различные аспекты чувства числа, такие как, например, соотнесение некоторого количества объектов с их символическим выражением (Dehaene, Dupoux, Mehler, 1990: 627), установление точной позиции числа на числовой линии (Siegler, Opfer, 2003: 242) и др. Установлено, что существуют значимые различия в индивидуальных показателях различных аспектов чувства числа у 14-летних детей при контроле индивидуальных различий в интеллектуальных показателях (Halberda, Mazzocco, Feigenson, 2008: 667). Результаты исследований констатируют, что, с одной стороны, индивидуальные различия в чувстве числа коррелируют с успешностью выполнения стандартизированных математических тестов в 14-летнем возрасте и более младших

возрастах (там же). С другой стороны, в исследовании, включающем выборку взрослых людей, не установлен факт наличия взаимосвязи между чувством числа и успешностью в математике (Inglis, Attridge, Batchelor, Gilmore, 2011: 1228). Следует отметить, что источники таких диаметрально противоположных результатов остаются на данный момент не объясненными. Возможно, наблюдаемая разница в этих исследованиях может объясняться тем, что характер связи между чувством числа и успешностью в математических дисциплинах меняется с возрастом.

В отличие от исследований связи показателей скорости переработки информации с IQ, имеющих давнюю исследовательскую традицию, эмпирических работ о взаимосвязи этого когнитивного показателя с успешностью в математике немного. В частности, выявлено, что индивидуальные различия в скорости переработки информации связаны ($r=.21$ $p<.05$) с успешностью выполнения математических тестовых заданий (Semmes, Davison, Close, 2011: 433).

Таким образом, теоретический анализ сформулировал задачи изучения связи показателей чувства числа, пространственной памяти и скорости переработки информации с успешностью решения математических заданий на российской выборке учащихся старшего школьного возраста. Во-первых, представляется необходимым проанализировать структуру взаимосвязей когнитивных показателей чувства числа, пространственной памяти и скорости переработки информации. Во-вторых, необходимо рассмотреть когнитивные характеристики в качестве предикторов успешности решения математических заданий на российской выборке учащихся старшего школьного возраста.

ОПИСАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 117 учащихся 9–10-х классов муниципального образовательного учреждения Московской области¹ (возраст от 15 до 16 лет; 41% юношей и 59% девушек).

В качестве диагностического инструмента была использована русскоязычная интернет-

версия тестовой батареи (URL: <http://research.inlab.co.uk>), разработанной в Международной лаборатории междисциплинарных исследований индивидуальных различий в обучении (Годсмитс, Университет Лондона). Эта тестовая батарея включает следующие группы тестов:

Два теста чувства числа. *Соотнесение символически и несимволически выраженного количества, тест «Точки и числа».* Стимульный материал, предъявляемый испытуемым на экране, состоит из массива точек в левой части экрана и числа в правой части. Стимулы — статические картинки; расположение точек и порядок предъявления является одинаковым для всех испытуемых. Тест включает 36 заданий, из которых — 18 конгруэнтных (число соответствует количеству точек) и 18 инконгруэнтных заданий (число не соответствует количеству точек). Предъявление длится 2 секунды. Испытуемые должны решить, соответствует ли число количеству точек, затем в течение 8 секунд нажать нужную клавишу. Программа регистрирует показатель — количество правильных ответов.

Среднее отклонение отмеченной позиции на линии от действительной позиции каждого числа, тест «Числовая линия». На экране представлена линия «0–1000», с определенным числом в верхней части экрана. Задача испытуемых состоит в том, чтобы разместить на линии то число, которое отображается в верхней части экрана. Всего в этом тесте имеется 22 числа, место которых должно быть указано испытуемыми посредством компьютерной мыши на линии. Программа регистрирует показатель — среднее отклонение отмеченной испытуемым позиции на линии от действительной позиции каждого числа. Таким образом, чем больше значение показателя по этому тесту, тем хуже результат испытуемого.

Два теста, направленных на выявление индивидуальной успешности в решении математических заданий. *Математическая беглость, тест «Верно или неверно?»* Стимульный материал, предъявляемый испытуемым на экране, состоит из уже решенного математического примера в верхней части экрана и «ключей»: «Верно = А», «Неверно = О»

и «Не знаю = Л» в нижней части экрана. Испытуемые должны решить, верно или неверно выполнен каждый математический пример, и в течение 10 секунд нажать соответствующую клавишу на клавиатуре. Индикатор времени расположен в правой верхней части экрана, чтобы показать испытуемым оставшееся на решение время. Если ответ не дан в обозначенное время, программа автоматически переходит к следующему заданию. Этот тест состоит из 48 математических заданий на арифметические действия с числами и дробями. Программа регистрирует показатель — количество правильных ответов.

Успешность в решении математических заданий, тест «Понимание чисел». Тест включает 18 математических заданий, сформированных в соответствии с Национальными образовательными стандартами Великобритании в области математики (UK National Curriculum, математические сборники NFER-Nelson. URL: <http://www.nfer.ac.uk/schools/>). Решение этих заданий требует понимания математических операций и их отношений, сформулированных в виде математических, логических задач и уравнений. Математические задания организованы в три уровня различной сложности, соответственно состоящих из шести заданий. Администрирование этого теста осуществляется как разветвленная система: отправной точкой является одинаковое задание для всех испытуемых, но последовательность, в которой далее предлагаются задания, определяется успешностью учащихся в решении математических заданий. Испытуемые должны правильно решить каждое задание не более чем за 5 минут. Испытуемые начинают с заданий среднего по сложности уровня и получают 1 балл за каждый правильный ответ. Если предъявляемые задания этого уровня выполнены правильно, испытуемые переходят на следующий уровень, и ответы предыдущих уровней зачисляются как верно решенные. Если на вопрос уровня средней сложности испытуемые ответили неправильно, программа будет задавать вопросы предыдущих, менее сложных уровней. Выполнение теста прерывается, когда на два вопроса одинаковой сложности испытуемый ответил непра-

вильно. Программа регистрирует количество правильных ответов.

Уровень развития пространственной памяти, тест «Последовательности». Испытуемому предлагается последовательность из одного за другим «зажигающихся» блоков-кубиков. Тест начинается с последовательности из 4 кубиков; максимально возможно количество элементов в последовательности — 9. Во время предъявления кубики «светятся» в течение 1 секунды с интервалом в 1 секунду. Задача испытуемых состоит в воспроизведении предъявленной последовательности «зажигания» кубиков посредством нажатия на нужные кубики с помощью компьютерной мыши. Тест автоматически прерывается в том случае, если испытуемый неправильно выполняет последовательности на определенном уровне. Программа регистрирует показатель — количество правильных ответов.

Скорость переработки информации, тест «Время реакции». В этом тесте числа 1, 2, 3, 4 появляются 40 раз в случайном порядке со случайным временным интервалом между 1 и 3 секундами. Задача состоит в том, чтобы испытуемые нажимали клавиши, соответствующие появляющемуся на экране числу максимально быстро и точно. Время ответа ограничено 8 секундами. Если ответ не дан в обозначенное время, система автоматически переходит к следующему заданию. Программа регистрирует показатели — количество правильных ответов и среднее значение времени

реакции. В статистическом анализе используется только показатель времени реакции на правильные ответы.

Учащиеся в индивидуальном порядке под наблюдением исследователя выполнили все тесты тестовой батареи (среднее время выполнения всех тестов = 1,5 академического часа). Анализ результатов осуществлялся на базе обезличенных персональных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках эмпирического исследования анализировались показатели по тестам чувства числа, пространственной памяти, скорости переработки информации и успешности решения математических заданий.

Корреляционный анализ. На первом этапе анализа были изучены взаимосвязи между различными когнитивными показателями и показателями успешности решения математических заданий. В табл. 1 представлены коэффициенты корреляции Спирмена.

Как и предполагалось, обнаружена статистически достоверная положительная взаимосвязь между двумя показателями успешности выполнения математических заданий, измеренными «скоростным» тестом «Верно или неверно?», включающим арифметические действия с числами и дробями, и не столь жестко лимитированным по времени тестом «Понимание чисел», состоящим из алгебраических, геометрических и логических заданий. Следует, однако, отметить, что коэффициент кор-

Таблица 1

МАТРИЦА ВЗАИМНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ КОГНИТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ТЕСТОВ УСПЕШНОСТИ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

Показатели по тестам	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
«Последовательности»(1)	1,00	<i>0,33</i>	0,11	-0,06	-0,13	0,07
«Верно или неверно?»(2)	<i>0,33</i>	1,00	<i>0,41</i>	0,03	-0,04	-0,09
«Понимание чисел»(3)	0,11	<i>0,41</i>	1,00	0,04	0,01	-0,07
«Точки и числа»(4)	-0,06	0,03	0,04	1,00	-0,06	<i>-0,45</i>
«Числовая линия»(5)	-0,13	-0,04	0,01	-0,06	1,00	<i>-0,22</i>
«Время реакции»(6)	0,07	-0,09	-0,07	<i>-0,45</i>	<i>-0,22</i>	1,00

Примечание: коэффициенты корреляции, выделенные курсивом, значимы на уровне $p < 0,05$.

реляционной связи — невысокий ($r=0,41$; $p < 0,05$). Этот результат говорит о возможном использовании различных когнитивных, мотивационных и эмоциональных ресурсов при решении математических заданий с ограничениями и без ограничений во времени.

При анализе корреляционных матриц представляется необходимым отметить невысокое количество статистически достоверных взаимосвязей между рассматриваемыми когнитивными характеристиками и показателями успешности в решении математических заданий. Так, показатель математической беглости оказался связанным с показателем пространственной памяти ($r=0,33$; $p < 0,05$). Этот факт хорошо согласуется с уже имеющимися в этой области исследовательской проблематики данными о связи пространственной памяти с индивидуальными различиями в успешности в математических дисциплинах (Pagulayan, Busch, Medina, Bartok, Krikorian, 2006: 1043). Согласно полученным результатам корреляционного анализа, можно предположить, что, с одной стороны, лучше справляются с математическими заданиями те испытуемые, которые имеют более высокие показатели развития пространственной памяти, или, с другой стороны, те, кто более успешен в выполнении математических заданий, обладает более развитой пространственной памятью.

Среди показателей когнитивного развития статистически достоверно коррелируют показатели скорости переработки информации и чувства числа по тесту «Точки и числа». Заметим, что корреляция имеет отрицательный характер ($r=-0,45$; $p < 0,05$). Следовательно, чем выше скорость переработки информации испытуемых, тем больше правильных ответов они продуцируют при выполнении этого теста чувства числа. Скорее всего, этот результат объясняется тем, что тест «Точки и числа» выполняется при быстром предъявлении стимулов на экране; и испытуемые, которые медлят с ответом и, видимо, пытаются пересчитать точки в каждом задании теста, не успевают дать ответ (нажать нужную клавишу) в заданном временном интервале.

Кроме того, показатель скорости переработки информации оказался достоверно от-

рицательно взаимосвязанным с показателем чувства числа, измеренным тестом «Числовая линия» ($r=-0,22$; $p < 0,05$). Следовательно, испытуемые с более высокой скоростью переработки информации менее точно обозначают позиции на линии предъявляемых в этом тесте чисел. Этот результат апеллирует к классическому компромиссу между правильностью и скоростью и, возможно, объясняется тем, что школьники, которые выполняют задания этого теста медленнее, используют правильные стратегии или проверяют свой ответ перед указанием позиции числа на числовой линии.

Обращает на себя внимание отсутствие статистически достоверных взаимосвязей между показателями чувства числа и успешностью в решении математических заданий. Этот факт можно проинтерпретировать с точки зрения возрастных особенностей испытуемых нашего исследования. Напомним, что в исследовании принимали участие учащиеся старшего школьного возраста. Согласно результатам исследований возрастной динамики связи чувства числа и достижений в математике, наиболее интенсивные взаимосвязи были выявлены в 7–9-летнем возрасте (Halberda, Mazocco, Feigenson, 2008: 667). В более старшем возрасте взаимосвязи между показателями чувства числа и достижениями в математике не выявляются (Inglis, Attridge, Batchelor, Gilmore, 2011: 1228). Кроме того, отсутствие взаимосвязей может объясняться кросскультурными различиями в развитии успешности решения математических заданий. Так, в многочисленных исследованиях, выполненных на англоязычной выборке, зафиксирован факт взаимосвязи показателя чувства числа, измеренного с помощью теста «Числовая линия», и успешности при выполнении математических тестовых заданий в разные возрастные периоды (Siegler, Opfer, 2003: 242).

Множественный регрессионный анализ. В рамках обобщающего анализа когнитивные характеристики рассматривались в качестве предикторов успешности решения математических заданий. Был применен множественный регрессионный анализ, где показатель математической беглости по тесту «Верно или неверно?» выступал в качестве зависимой пе-

Таблица 2

ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ, ЗАВИСИМАЯ ПЕРЕМЕННАЯ
«МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БЕГЛОСТЬ», ТЕСТ «ВЕРНО ИЛИ НЕВЕРНО?»

<i>Зависимая переменная</i>	R^2	<i>Скорректиро- ванный R^2</i>	<i>F-статистика</i>	<i>Уровень значимости</i>
«Верно или неверно?»	0,16	0,13	4,51	0,00

ременной. Результаты множественной регрессии представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что показатель математической беглости предсказывает регрессионная модель, объясняя 13% дисперсии этого показателя. Результаты оценки этой регрессионной модели с помощью критерия Фишера позволяют считать регрессию в целом значимой. Оценка параметров выбранной регрессионной модели представлена в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что показатель пространственной памяти оказывается единственным статистически достоверным предиктором математической беглости. Результаты позволяют говорить о том, что у тех испытуемых, которые демонстрируют высокий уровень развития пространственной памяти, наблюдается достоверно более высокий показатель успешности в решении математических заданий с ограничением во времени.

Множественный регрессионный анализ был применен также для прогнозирования второго показателя успешности решения математических заданий с помощью когнитив-

ных характеристик, рассматриваемых в качестве предикторов. В качестве зависимой переменной выступал показатель по тесту «Понимание чисел». Результаты множественной регрессии представлены в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что этот показатель успешности решения математических заданий предсказывает регрессионная модель, объясняя 4% дисперсии этого показателя. Результаты оценки этой регрессионной модели с помощью критерия Фишера позволяют считать регрессию в целом значимой. Оценка параметров выбранной регрессионной модели представлена в табл. 5.

Из табл. 5 видно, что показатель пространственной памяти оказывается единственным статистически достоверным предиктором и для второго показателя успешности решения математических заданий. Следовательно, как и в случае с показателем математической беглости, можно говорить о том, что учащиеся, демонстрирующие высокий уровень развития пространственной памяти, будут более успешны в решении математических заданий,

Таблица 3

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ РЕГРЕССИИ, ПРЕДСКАЗАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ
«МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БЕГЛОСТЬ», ТЕСТ «ВЕРНО ИЛИ НЕВЕРНО?»

<i>Предикторы во множественном регрессионном анализе</i>	<i>β-коэффициент</i>	<i>Стандартная ошибка β</i>	<i>t-критерий</i>	<i>Уровень значимости</i>
«Последовательности»	0,38	0,09	3,97	0,00
«Точки и числа»	0,07	0,11	0,65	0,52
«Числовая линия»	-0,09	0,09	-0,91	0,37
«Время реакции»	-0,06	0,11	-0,52	0,60

Примечание: в таблице курсивом выделены регрессионные коэффициенты, значимые на уровне $p < 0,05$.

Таблица 4

ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ, ЗАВИСИМАЯ ПЕРЕМЕННАЯ
«ПОНИМАНИЕ ЧИСЕЛ»

<i>Зависимая переменная</i>	R^2	<i>Скорректированный R^2</i>	<i>F-статистика</i>	<i>Уровень значимости</i>
«Понимание чисел»	0,08	0,04	1,95	0,03

чем их сверстники с менее развитой пространственной памятью.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В целом же полученные на российской выборке учащихся старшего школьного возраста эмпирические данные позволяют говорить о том, что: 1) математическая беглость статистически достоверно связана с показателем пространственной памяти; 2) множественный регрессионный анализ позволил объяснить 13% и 4% дисперсий двух показателей успешности решения математических заданий с помощью единственной когнитивной характеристики — пространственной памяти. В целом результаты данного исследования указывают на важность показателя развития пространственной памяти в решении математических заданий и хорошо согласуются с результатами других работ (Bull, Johnston, Roy, 1999: 422; Halberda, Mazocco, Feigenson, 2008: 667). Следует отметить, что результаты данного исследования говорят о том, что только сравнительно небольшой процент дисперсии успешности

учащихся старшего школьного возраста в решении математических заданий связан с индивидуальными различиями в пространственной памяти. Очевидно, многие другие факторы, оставшиеся за пределами данного исследования, связаны с успешностью в математике в старшем школьном возрасте. Предположительно эти факторы могут включать особенности мотивационной сферы учащихся (Greven, Harlaar, Kovas, Chamorro-Premuzic, Plomin, 2009: 755), а также иные когнитивные показатели, такие как общий интеллект, другие аспекты чувства числа (Halberda, Feigenson, 2008: 1457).

В настоящем исследовании на российской выборке учащихся старшего школьного возраста показатели чувства числа не обнаружили статистически достоверных взаимосвязей с успешностью в решении математических заданий. С одной стороны, отсутствие этих взаимосвязей может объясняться их действительным незначительным эффектом, и объем нашей выборки не дает возможность их обнаружения. С другой стороны, отсутствие по-

Таблица 5

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ РЕГРЕССИИ, ПРЕДСКАЗАНИЕ УСПЕШНОСТИ РЕШЕНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ, ТЕСТ «ПОНИМАНИЕ ЧИСЕЛ»

<i>Предикторы во множественном регрессионном анализе</i>	<i>β-коэффициент</i>	<i>Стандартная ошибка β</i>	<i>t-критерий</i>	<i>Уровень значимости</i>
«Последовательности»	<i>0,21</i>	<i>0,10</i>	<i>2,1</i>	<i>0,03</i>
«Точки и числа»	-0,06	0,11	-0,48	0,64
«Числовая линия»	0,10	0,10	0,98	0,33
«Время реакции»	-0,18	0,12	-1,51	0,14

Примечание: в таблице курсивом выделены регрессионные коэффициенты, значимые на уровне $p < 0,05$.

добных взаимосвязей может подтверждать истинное положение в отношении чувства числа и успешности в решении математических заданий у испытуемых старшего школьного возраста. С этой целью в дальнейшем планируется увеличение российской выборки и проведение статистических процедур по выявлению взаимосвязей показателей чувства числа и успешности в математике.

Также следует отметить, что несопадение результатов нашего исследования с результатами имеющихся работ в области связи чувства числа и успешности в математике на англоязычных выборках может объясняться изменением направления и качества взаимосвязей в зависимости от социокультурных условий, включающих, в том числе, и условия образовательной среды. В связи с такой формулировкой проблемы дальнейшее направление работ в этой области исследовательской проблематики, возможно, связано с кросскультурным анализом взаимосвязи когнитивных процессов, лежащих в основе успешности в решении математических заданий на индивидуальном уровне в частности и математических достижений общества в целом.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Сбор данных осуществлялся в рамках муниципальной экспериментальной площадки «Гимназия как модель многопрофильного образования» на базе МОУ «Гимназия имени Подольских курсантов». Авторы благодарят администрацию и педагогов гимназии за содействие при проведении исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (BIBLIOGRAPHY)

- Bull, R., Johnston, R. S., Roy J. A. (1999) Exploring the Roles of the Visuo-Spatial Sketch Pad and Central Executive in Children's Arithmetical Skills: Views from Cognition and Developmental Neuropsychology // *Developmental Neuropsychology*. Vol. 15. No. 3. P. 421–442.
- Butterworth, B., Varma, S., Laurillard, D. (2011) Dyscalculia: From Brain to Education // *Science*. Vol. 332. № 6033. P. 1049–1053.
- Dehaene, S. (1997) *The Number Sense*. New York : Oxford University Press.
- Dehaene, S., Dupoux, E., Mehler, J. (1990) Is Numerical Comparison Digital? Analogical and

Symbolic Effects in Two-digit Number Comparison // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. Vol. 16. № 3. P. 626–641.

Greven, C. U., Harlaar, N., Kovas, Y., Chamorro-Premuzic, T., Plomin, R. (2009) More than Just IQ: School Achievement Is Predicted by Self-perceived Abilities — but for Genetic Rather than Environmental Reasons // *Psychological Science*. Vol. 20. № 6. P. 753–762.

Halberda, J., Feigenson, L. (2008) Developmental Change in the Acuity of the «Number Sense»: The Approximate Number System in 3-, 4-, 5-, 6-year-Olds and Adults // *Developmental Psychology*. Vol. 44. № 5. P. 1457–1465.

Halberda, J., Mazocco, M. M., Feigenson, L. (2008) Individual Differences in Nonverbal Estimation Ability Predict Maths Achievement // *Nature*. Vol. 455. P. 665–669.

Inglis M., Attridge, N., Batchelor, S., Gilmore, C. (2011) Non-verbal Number Acuity Correlates with Symbolic Mathematics Achievement: but Only in Children // *Psychonomic Bulletin & Review*. Vol. 18. № 6. P. 1222–1229.

Pagulayan, K. F., Busch, R. M., Medina, K. L., Bartok, J. A., Krikorian, R. (2006) Developmental Normative Data for the Corsi Block-Tapping Task // *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. Vol. 28. № 6. P. 1043–1052.

Semmes, R., Davison, M. L., Close, C. (2011) Modeling Individual Differences in Numerical Reasoning Speed as a Random Effect of Response Time Limits // *Applied Psychological Measurement*. Vol. 35. № 6. P. 433–446.

Siegler, R. S., Opfer, J. E. (2003) The Development of Numerical Estimation: Evidence for Multiple Representations of Numerical Quantity // *Psychological Science*. Vol. 14. № 3. P. 237–243.

THE ROLE OF COGNITIVE CHARACTERISTICS IN MATHEMATICAL ACHIEVEMENT IN RUSSIAN HIGH SCHOOL STUDENTS

T. N. Tikhomirova

(The Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences),

Yu. V. Kovas

(The University of London)

The paper reports an empirical analysis of various aspects of number sense, characteristics of visuo-spatial memory and the speed of information processing, assessed with an original web-based battery of tests, as well as their correlation with the mathematical achievement.

Keywords: number sense, visuo-spatial memory, speed of information processing, mathematical achievement, high-school age.