

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТРЕВОЖНОСТЬ, ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ СПОСОБНОСТИ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ УСПЕШНОСТЬ: КРОСС-КУЛЬТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В РОССИИ И ВЕЛИКОБРИТАНИИ

М. РУДЕНКО^{1*}, М. РОДИЧ¹, Е. КУПЕР¹, Т.В. КОЛИЕНКО², К.Р. ШАРАФИЕВА², Е.И. ГЫНКУ², К.К. АКИМОВА², О.Е. БОГДАНОВА², К. ЧЖОУ³, Ю.В. КОВАС^{1,2}

¹ *Голдсмитс, Университет Лондона, Лондон, Великобритания;*

² *ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский*

Томский государственный университет», Томск, Россия;

³ *Институт психологии Китайской академии наук, Пекин, КНР*

Результаты проведенного исследования показывают в целом, что ранние математические и пространственные способности и уровень математической тревожности крайне сходны у российских и британских школьников, несмотря на различия в учебном плане и более раннее поступление в школу британских детей. По математической тревожности не было обнаружено различий в средних значениях или дисперсиях между российской и британской выборками. Не найдено половых различий в заданиях на вычитание, мысленное вращение и в математической тревожности. Показано также, что в данном возрасте девочки менее подвержены негативным эффектам стереотипа превосходства мальчиков в математике. Тест Левина выявил различие дисперсий: рассмотрение распределений продемонстрировало, что российская выборка имеет больший разброс результатов, чем британская, особенно среди девочек.

Ключевые слова: математическая тревожность, математическая успешность, пространственные способности, младший школьный возраст, кросс-культурное исследование.

Введение

Математика является важнейшим элементом современного общества (Betz N.E., 1978 [4]; Meece E., Eccles J.S., & Wigfield A., 1990 [18]). Компетентность в математике обеспечивает более высокий доход, чем логическое мышление или количество лет, проведенных в школе, и открывает множество карьерных возможностей не только в технических сферах, но также в бизнесе и социальных науках (Betz N.E., 1978

[4]; Boissiere M., Knight J., & Sabot R., 1985 [5]; Maloney E.A., Waechter S., Risko E.F., & Fugelsang J.A., 2012 [17]). Однако многие люди намеренно избегают выбора специальностей, связанных с математикой [4]. Это отчасти может быть объяснено математической тревожностью, выражающейся в чувстве сильного беспокойства и неловкости, связанными с математикой и сложностями в манипулировании с числами, которые встречаются как в академических, так и в бытовых ситуациях (Richardson F.C. & Suinn R.M., 1972) [21]. Такой негативный опыт, связанный с математикой, может привести к избеганию уроков математики и нежеланию выбирать высшее образование, включающее математические курсы, (Betz N.E., 1978 [4]; Meece E. et al., 1990 [18]).

Мета-анализ 151 исследования, проведенного главным образом на учениках

© Руденко М., Родич М., Купер Е., Колиенко Т.В., Шарафиева К.Р., Гинку Е.И., Акимова К.К., Богданова О.Е., Чжоу Х., Ковас Ю.В., 2013

* **Для корреспонденции:**

M. Rudenko
Department of Psychology,
Goldsmiths, University of London,
London, SE14 6NW

старших классов и студентах, показал значимую негативную связь (-0,31) между математической успешностью и математической тревожностью (Cates G.L. & Rhymer K.N., 2003 [8]; Hembree R., 1990 [13]), то есть высокая математическая тревожность связана с низкой успешностью в выполнении математических тестов (Betz N.E., 1978 [4]; Maloney E.A. et al., 2012 [17]; Vukovic R.K. et al., 2013 [24]). Следует отметить, что математическая тревожность умеренно коррелирует (0,42) с тестовой тревожностью (Ashcraft M.H. & Kirk E.P., 2001) [2]. Также была установлена слабая корреляция (0,28) между математической и личностной тревожностью у студентов [4], в то время как некоторые исследования не обнаружили значимой связи между ними (Young C.B., Wu S.S., & Menon V. 2012) [26]. В целом, исследования показывают, что высокий уровень математической тревожности связан с высоким уровнем личностной и тестовой тревожности, то есть более тревожные индивиды больше подвержены риску развития негативного эмоционального отношения к математическим трудностям [4].

Один из наиболее цитируемых результатов в исследованиях математической тревожности касается половых различий: математическая тревожность чаще встречается у женщин (например, Betz N.E., 1978 [4]; Hembree R., 1990 [13]; Maloney E.A. et al., 2012 [17]). По объяснению этого феномена, предложенному Бейлоком, Райделлом и МакКоннеллом (Beilock S.L., Rydell R.J., & McConnell A.R., 2007), причиной этого явления может быть популярный стереотип о том, что мужчины превосходят женщин в математике (см. Maloney E.A. et al., 2012 [17]). Несмотря на то, что многие данные показывают, что мужчины лучше справляются с математическими задачами, в ряде последних исследований подобных различий не было обнаружено. Главное наблюдаемое различие было связано с восприятием: женщины чувствуют себя менее уверенно, несмотря на успешное выполне-

ние заданий наравне с мужчинами (Ganley C.M. and Vasilyeva M., 2011) [10]. Такое явление наблюдается в многочисленных экспериментах, в которых женщины хуже справляются с заданиями под влиянием негативного стереотипного знания (например, Dar-Nimrod I. & Heine S.J., 2006 [9]). Следовательно, стереотипы о компетентности женщин в математике могут влиять на успешность решения ими задач, что может приводить в возрастанию математической тревожности [18].

Однако в недавнем исследовании Малони и коллеги [17] установили, что половые различия в пространственных способностях могут играть роль в преобладании математической тревожности у женщин, поскольку пространственные навыки тесно связаны с математическими способностями и успешностью (Gunderson E.A., Ramirez G., Beilock S.L., & Levine S.C., 2012) [12]. Существование различий в пространственных способностях у мужчин и женщин было продемонстрировано в ряде исследований (например, Ganley C.M. & Vasilyeva M., 2011 [10]; Lachance J.A. & Mazocco M.M.M., 2006 [14]), особенно устойчивые различия наблюдались в заданиях на мысленное вращение объекта (например, Casey M.B., Nuttall R., Pezaris E., & Benbow C.P., 1995 [6]; Glück J. & Fabrizii C., 2010 [11]; Titze C., Heil M., & Jansen P.R., 2010 [22]). В другом исследовании было обнаружено, что индивиды с более высоким уровнем математической тревожности хуже справляются с заданиями на мысленное вращение, по сравнению с испытуемыми с более низкой математической тревожностью (Maloney E.A. & Beilock S.L., 2012) [16]. Исследование Малони и коллег [17] показало, что у взрослых связь между математической тревожностью и полом опосредствована пространственными способностями.

Несмотря на то, что было проведено довольно мало кросс-культурных исследований математической тревожности, некоторые интересные культурные различия были выявлены Программой Междуна-

родной Оценки Студентов (Programme for International Student Assessment (PISA); Lee J., 2009 [15]). Например, школьники подросткового возраста в западных странах, таких как Финляндия и Голландия, в среднем показали высокую успешность в решении математических задач и низкую математическую тревожность. В то же время школьники-подростки из азиатских стран, таких как Япония и Корея, получили высокие баллы и по успешности в математике, и по математической тревожности.

Исследования математической тревожности у детей начались относительно недавно (см. Vukovic R.K. et al., 2013 [24]). Янг и коллеги (Young C.B. et al., 2012) [26] нашли обратно пропорциональную связь между математической тревожностью и математическими способностями у учеников вторых и третьих классов. Однако Кринзингер и коллеги (Krinzinger H. et al., 2009) показали, что хотя ученики первых, вторых и третьих классов демонстрируют элементы математической тревожности, это не было связано с менее успешным выполнением математических заданий (см. [24]). Томас и Доукер (Thomas and Dowker, 2000) не обнаружили связи между математическими способностями и математической тревожностью у детей (цит. по: Wu S.S., Barth M., Amin H., Malcarne V., & Menon V., 2012 [25]).

В настоящем исследовании нас интересовало два вопроса: 1) существуют ли кросс-культурные и гендерные различия в математической тревожности, пространственных способностях и математической успешности на выборке детей от 7 до 9 лет из России и Великобритании; 2) как математическая тревожность, пространственные способности, пол и культура связаны с математической успешностью у детей младшего школьного возраста.

Методика

Испытуемые. Выборку исследования составили 730 детей (средний возраст =

91,9 месяцев, $SD=7,33$; 44,7% мальчиков): 574 из России (средний возраст = 98,52 месяцев, $SD=4,13$; 44,6% мальчиков) и 156 из Великобритании (средний возраст = 85,28 месяцев, $SD=6,94$; 45,3% мальчиков). В рамках исследования были опрошены дети из четырнадцати школ в Томской и Ленинградской областях в России и пяти начальных школ Лондона.

В России дети начинают посещать школу примерно с 7 лет, в то время как в Великобритании – в среднем с 5,5 лет. Чтобы уравнивать выборку по возрасту и классу, русские дети выбирались из вторых классов ($N=574$; $M=98,52$), а английские – из вторых ($N=75$; $M=80,33$ месяцев) и из третьих ($N=69$; $M=90,26$).

Процедура. Испытуемые проходили тестирование в своих школах в комнате с доступом к компьютерам и Интернету. Экспериментатор описывал процедуру тестирования и кратко объяснял цель исследования каждому ребенку. Затем экспериментатор устно спрашивал у ребенка согласие на участие в компьютерной «игре», связанной с числами, информировал ребенка о том, что он/она может закончить игру в любой момент, и просил сообщать о любом дискомфорте во время тестирования. После этого экспериментатор просил ребенка нажимать только клавиши «Q» и «P» («Й» и «З» для русских детей), помеченные разноцветными наклейками, и давал инструкции перед началом каждого задания. Экспериментатор проверял, что ребенок понял инструкции, перед тем как продолжать, и регулярно осведомлялся о его/ее желании продолжать тест. Вопросы на математическую тревожность зачитывались экспериментатором вслух. По требованию ребенок мог сделать перерыв, все пожелания ребенка учитывались.

Методы. Соответствующая демографическая информация (например, возраст ребенка, пол, класс) была получена от родителей или опекунов. Все задания и тестовые инструкции были переведены и валидизированы на английской и российской

выборках. В данном исследовании использовались три типа:

1. *Задание на вычитание, оценивающее ранние математические способности*, включало в себя примеры на вычитание чисел от 1 до 10 (например, $5 - 3$), появляющихся на верху экрана, с двумя вариантами ответа в низу экрана с левой и правой стороны. Только один ответ был верным. Испытуемый должен был выполнить 6 тренировочных попыток перед прохождением основной части теста. Основная часть теста состояла из неограниченного количества примеров, но была ограничена по времени четырьмя минутами. Для поправки на угадывание использовалась разность между количеством правильных и неправильных ответов.

2. *Задание на мысленное вращение, оценивающее пространственные способности*, было разработано Ванденбергом и Кузе (Vandenberg S.G. & Kuse A.R., 1978) [23], которые в своих работах указывали надежность 0,83, в то время как в других исследованиях она достигала 0,91 (Caissie A.F., Vigneau F., & Bors D.A., 2009) [7]. На верху экрана появлялась трехмерная фигура, а под ней – две повернутые фигуры. Ребенка просили выбрать ту из них, которая соответствовала фигуре наверху.

3. *Опросник математической тревожности (Revised Math Anxiety Rating Scale, RMARS)* был взят и адаптирован из сокращенной версии оригинальной Шкалы Оценок Математической Тревожности, состоявшей из 98 пунктов (Math Anxiety Rating Scale (MARS); Richardson F.C. & Suinn R.M., 1972 [21]), разработанной Александером и Мартреем (Alexander L. and Martray C., 1989) [1]. RMARS включает в себя 25 вопросов о ситуациях, связанных с математикой, по отношению к каждой из которых испытуемый должен оценить степень волнения, страха и нервозности по пятибалльной шкале (от «совсем нет» до «очень сильно»). Общий балл варьирует от 25 до 125, более высокий балл соответствует более высокому уровню математической тревожности.

Опросник измерял математическую тревожность по трем измерениям: тестовая математическая тревожность (например, «мысли об экзамене по математике, который будет через неделю»), числовая тревожность (например, «решение примера с умножением на тесте по математике») и тревожность относительно математических курсов (например, «осознание того, что до конца школьного года придется посетить еще много уроков по математике»). Была обнаружена высокая корреляция (0,96) между RMARS и MARS, а тестовая надежность составила 0,75 (Ashcraft M.H. & Kirk E.P., 2001) [2]. В данном исследовании адаптированный опросник математической тревожности показал высокую внутреннюю согласованность, $\alpha=0,91$.

Результаты

Первичный анализ данных. Поскольку изучение возрастных различий в математической тревожности и когнитивных характеристиках не относилось к целям нашего исследования, мы исключили вариацию возраста из вариации остальных переменных (мысленное вращение, математическая тревожность и успешность). Мысленное вращение и математическая тревожность были нормально распределены (имели удовлетворительные значения асимметрии и эксцесса). Показатель вычитания продемонстрировал отклонение от нормального распределения. Эта переменная была стандартизирована и очищена от выбросов – значений, попавших за пределы трех стандартных отклонений (всего 10 аутлаеров). После того как выбросы были удалены, переменная приобрела нормальное распределение.

Мы получили 147 (Великобритания) и 523 (Россия) наблюдений по заданию на вычитание, 146 (Великобритания) и 528 (Россия) – по мысленному вращению и 138 (Великобритания) и 335 (Россия) – по математической тревожности. Дополнительный анализ показал, что пропуски в данных встречаются случайным образом.

Кросс-культурные и половые различия в математических способностях. Дисперсионный анализ математических способностей (задание на вычитание) с двумя факторами (культура и пол) не выявил значимых различий между детьми из Великобритании и России: $F(1,666)=2,32$, $p=0,096$. Также не было обнаружено половых различий: $F(1,666)=0,87$, $p=0,308$. Наконец, не было найдено взаимодействия между двумя факторами: $F(1,666)=0,29$, $p=0,553$. Однако тест Левина показал различие дисперсий. Рассмотрение распределений продемонстрировало, что российская выборка имеет больший разброс результатов, чем британская, особенно среди девочек (табл. 1).

Таблица 1

Средние значения и стандартные отклонения по заданию на вычитание

Выборка	Пол	Среднее	SD	N
Велико-британия	Мужской	-0,14	0,80	65
	Женский	-0,18	0,69	82
	Всего	-0,16	0,74	147
Россия	Мужской	0,06	0,98	233
	Женский	-0,08	0,94	290
	Всего	-0,02	0,96	523
Всего	Мужской	0,01	0,94	298
	Женский	-0,10	0,89	372
	Всего	-0,05	0,92	670

Был проведен двухфакторный дисперсионный анализ с целью выявления потенциальных различий между выборками в задании на мысленное вращение. Анализ не выявил значимых различий между британской и российской выборками: $F(1,670)=0,04$, $p=0,838$. Половые различия были незначимы: $F(1,670)=2,94$, $p=0,087$. Взаимодействие факторов также не было обнаружено: $F(1,670)=0,44$, $p=0,506$. Тест Левина показал значимые различия в дисперсиях между группами ($p=0,001$): разброс результатов был больше на российской выборке, чем на британской, особенно среди мальчиков (табл. 2).

Был также проведен дисперсионный анализ результатов опросника математической тревожности. Значимых культурных или половых различий, так же, как и взаимодействия факторов, не было выявлено ($F<1$). Дисперсия в четырех группах различалась незначительно. Таким образом, британские и российские девочки и мальчики показали сходный уровень математической тревожности (табл. 3).

Таблица 2

Средние значения и стандартные отклонения по результатам задания на мысленное вращение объекта

Выборка	Пол	Среднее	SD	N
Велико-британия	Мужской	0,08	0,87	65
	Женский	-0,02	0,82	81
	Всего	0,02	0,84	146
Россия	Мужской	0,12	1,12	232
	Женский	-0,10	0,96	296
	Всего	-0,01	1,04	528
Всего	Мужской	0,10	1,07	297
	Женский	-0,09	0,93	377
	Всего	-0,00	0,10	674

Таблица 3

Средние значения и стандартные отклонения результатов опросника математической тревожности

Выборка	Пол	Среднее	SD	N
Велико-британия	Мужской	-0,06	0,94	60
	Женский	-0,05	0,94	78
	Всего	-0,05	0,94	138
Россия	Мужской	-0,08	1,01	138
	Женский	0,1	1,03	197
	Всего	0,02	1,02	335
Всего	Мужской	-0,08	0,99	198
	Женский	0,06	1,01	275
	Всего	0,00	1,00	473

Предикторы математических способностей. Множественная регрессия была использована для оценки доли вариации математических способностей, которая может быть объяснена математической тревожностью, пространственными спо-

способностями, культурными особенностями и полом (суммарно и независимо). В целом модель была значима ($R^2=0,045$, $F(4,444)=5,18$, $p<0,001$), четыре предиктора суммарно объясняют приблизительно 5% вариации в задании на вычитание. Только культурные особенности и пространственные способности оказались значимыми предикторами независимо от остальных. Принадлежность к российской выборке ($\beta=0,19$, $t(160)=2,10$, $p<0,037$) и высокие пространственные способности ($\beta=0,16$, $t(160)=3,69$, $p<0,001$) были связаны с высоким результатом в задании на вычитание. Математическая тревожность не стала значимым предиктором математических способностей, несмотря на значимую корреляцию между этими показателями ($r=-0,08$, $p<0,05$).

Значимая слабая связь $-0,12$ ($p<0,05$) была обнаружена между пространственными способностями и полом: испытуемые мужского пола получали немного более высокий балл в задании на мысленное вращение (табл. 4).

Таблица 4

Корреляции Пирсона между результатами по заданиям на вычитание и мысленное вращение, математической тревожностью, выборками и полом (N=449)

	Вычитание	Математическая тревожность	Выборка	Пол
Математическая тревожность	-0,08*			
Выборка	0,09*	0,02		
Пол	-0,03	0,06	0,03	
Мысленное вращение	0,17**	-0,02	-0,03	-0,12*

Примечание: * $p<0,05$; ** $p<0,001$

Обсуждение

В настоящем исследовании рассматривались потенциальные кросс-культурные

различия в простой арифметике, мысленном вращении и математической тревожности у детей младшего школьного возраста. Предыдущие исследования не обнаружили значимых различий между российскими и британскими школьниками четвертых классов (TIMSS, 2003, 2007). В нашем исследовании также не было обнаружено различий между российскими и британскими детьми 7–9 лет. Однако мы наблюдаем значимые различия в вариациях между двумя выборками по указанным чертам, с большей дисперсией в российской выборке. Поскольку российская выборка была больше (574 испытуемых), маловероятно, что причиной различий дисперсий были аутлаеры или атипичные результаты. Чтобы выявить причины этих различий и определить, скрывают ли они различия в средних значениях, необходимы дальнейшие исследования. По математической тревожности не было обнаружено различий в средних значениях или вариациях между российской и британской выборками.

Мы не нашли половых различий в заданиях на вычитание, мысленное вращение и в математической тревожности. В этом возрасте отсутствие половых различий может объясняться несколькими причинами. Возможно, самоотчеты детей не точны. Также в данном возрасте девочки могут быть менее подвержены стереотипу превосходства мальчиков в математике.

Результаты нашего исследования не повторяют результаты исследования Малони и коллег [17], которые продемонстрировали, что пространственные способности опосредствуют математическую тревожность девочек. Не было установлено половых различий ни по одной из черт, и все связи между ними были слабыми. Вероятно, эти несовпадения результатов могут быть объяснены различиями в возрасте детей. Мы не выявили значимой связи между ранними математическими способностями (задание на вычитание) и математической тревожностью. Это согласуется с предположением о том, что связь между ними развивается

только при повышенном уровне сложности задач, поскольку, как было показано в исследованиях других авторов, более сложные задания вызывают большую тревожность (Ashcraft M.H. & Kirk E.P., 2001 [2]; Ashcraft M.H. & Ridley K.S., 2005 [3]; Krinzinger, Kaufmann and Willmes, 2009; Vukovic R.K. et al., 2013 [24]). Математическая тревожность очевидно становится интенсивнее в раннем подростковом возрасте, когда дети сталкиваются с более сложными задачами (Hembree R., 1990) [13].

Как и в предыдущих исследованиях, показавших, что слабые пространственные способности предсказывают трудности в математике (Gunderson E.A. et al., 2012) [12], в нашем исследовании мысленное вращение также было значимым предиктором ранних математических способностей. Вторым значимым предиктором была выборка: принадлежность к российской выборке была связана с несколько более высокими результатами по математике. Следует заметить, что только небольшая доля (5%) вариации математических способностей детей 7–9 лет объяснялась вариацией результатов задания на мысленное вращение и культурными особенностями.

Таким образом, результаты настоящего исследования свидетельствуют о том, что ранние математические и пространственные способности и уровень математической тревожности крайне похожи у российских и британских школьников, несмотря на различия в учебном плане и более раннее поступление в школу британских детей. Необходимо провести дальнейшее кросс-культурное сравнение, чтобы определить, распространяются ли эти сходства на другие культуры и возрасты. Например, предыдущие исследования установили более высокий уровень математической тревожности у 15-летних японских школьников (Lee J., 2009) [15]. Интересно, что японские школьники также показали более высокие результаты по математическим тестам, то есть тревожность может иметь положительный эффект на решение

задач в некоторых культурах или быть менее тесно связанной с уровнем успешности. Мы не обнаружили половых различий в математической тревожности, математических и пространственных способностях. Связи между тремя чертами были слабыми в этом возрасте, вариация ранних арифметических способностей в этом возрасте в большей степени объясняется другими факторами, не связанными с пространственными способностями или математической тревожностью.

Необходимо дальнейшее исследование, чтобы определить точный период в развитии ребенка, когда появляются групповые различия (культурные или половые) и когда развиваются и укрепляются связи между чертами. Понимание траектории развития этих связей может привести к лучшему пониманию факторов, отвечающих за интерес к техническим областям.

Работа выполнена при поддержке гранта Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования (№ 11.G34.31.0043).

Литература

1. Alexander L., & Martray C. The development of an abbreviated version of the Mathematics Anxiety Rating Scale // *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 1989. – Vol. 22(3). – P. 143–150.
2. Ashcraft M.H., & Kirk E.P. The relationships among working memory, math anxiety, and performance // *Journal of Experimental Psychology*. – 2001. – Vol. 130(2). – P. 224–237.
3. Ashcraft M.H., & Ridley K.S. Math anxiety and its cognitive consequences / In: J.I.D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition*. – New York: Psychology Press, 2005. – P. 315–327.
4. Betz N.E. Prevalence, distribution, and correlates of math anxiety in college students // *Journal of Counseling Psychology*. – 1978. – Vol. 25(5). – P. 441–448.

5. *Boissiere M., Knight J., & Sabot R.* Earnings, schooling, ability, and cognitive skills // *The American Economic Review.* – 1985. – Vol. 75. – P. 1016–1030.
6. *Casey M.B., Nuttall R., Pezaris E., & Benbow C.P.* The influence of spatial ability on gender differences in mathematics college entrance test scores across diverse samples // *Developmental Psychology.* – 1995. – Vol. 31(4). – P. 697–705.
7. *Cassie A.F., Vigneau F. & Bors D.A.* What does the Mental Rotation Test measure? An analysis of item difficulty and item characteristics // *The Open Psychology Journal.* – 2009. – Vol. 2. – P. 94–102.
8. *Cates G.L., & Rhymer K.N.* Examining the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance: An instructional hierarchy perspective // *Journal of Behavioral Education.* – 2003. – Vol. 12(1). – P. 23–34.
9. *Dar-Nimrod I., & Heine S.J.* Exposure to scientific theories affects women's math performance // *Science.* – 2006. – Vol. 314. – P. 435.
10. *Ganley C.M., & Vasilyeva M.* Sex differences in the relation between math performance, spatial skills, and attitudes // *Journal of Applied Developmental Psychology.* – 2011. – Vol. 32. – P. 235–242.
11. *Glück J., & Fabrizii C.* Gender differences in the Mental Rotations Test are partly explained by response format // *Journal of Individual Differences.* – 2010. – Vol. 31(2). – P. 106–109.
12. *Gunderson E.A., Ramirez G., Beilock S.L., and Levine S.C.* The relation between spatial skill and early number knowledge: The role of the linear number line // *Developmental Psychology.* – 2012. – Vol. 48(5). – P. 1229–1241.
13. *Hembree R.* The nature, effects, and relief of mathematics anxiety // *Journal for Research in Mathematics Education.* – 1990. – Vol. 21. – P. 33–46.
14. *Lachance J.A., & Mazocco M.M.M.* A longitudinal analysis of sex differences in math and spatial skills in primary school age children // *Learning and Individual Differences.* – 2006. – Vol. 16. – P. 195–216.
15. *Lee J.* Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries // *Learning and Individual Differences.* – 2009. – Vol. 19. – P. 355–365.
16. *Maloney E.A., & Beilock S.L.* Math anxiety: who has it, why it develops, and how to guard against it // *Trends in Cognitive Sciences.* – 2012. – Vol. 16(8). – P. 404–406.
17. *Maloney E.A., Waechter S., Risko E.F., & Fugelsang J.A.* Reducing the sex difference in math anxiety: The role of spatial processing ability // *Learning and Individual Differences.* – 2012. – Vol. 22. – P. 380–384.
18. *Meece E., Eccles J.S., & Wigfield A.* Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics // *J. of Educational Psychology.* – 1990. – Vol. 82(1). – P. 60–70.
19. *Mullis I.V.S., Martin M.O., & Foy P.* TIMSS 2007 International Mathematics Report. – Boston: TIMSS & PIRLS International Study Centre, 2008.
20. *Mullis I.V.S., Martin M.O., Gonzalez E.J., & Chrostowski S.J.* TIMSS 2003 International Mathematics Report findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades. – Boston: TIMSS & PIRLS International Study Centre, 2003.
21. *Richardson F.C., & Suinn R.M.* The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data // *Journal of Counseling Psychology.* – 1972. – Vol. 18(6). – P. 651–654.
22. *Titze C., Heil M., & Jansen P.* Pairwise presentation of cube figures does not reduce gender differences in mental rotation performance // *Journal of Individual Differences.* – 2010. – Vol. 31. – P. 101–105.
23. *Vandenberg S.G., & Kuse A.R.* Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization // *Perceptual and Motor Skills.* – 1978. – Vol. 47. – P. 599–601.
24. *Vukovic R.K., Kieffer M.J., Bailey S.P., & Harari R.R.* Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance // *Contemporary Educational Psychology.* – 2013. – Vol. 38. – P. 1–10. doi:10.1016/j.cedpsych.2012.09.001
25. *Wu S.S., Barth M., Amin H., Malcarne V., & Menon V.* Math anxiety in second and third graders and its relation // *Front. Psychol.* – 2012. – Vol. 3:162. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00162.
26. *Young C.B., Wu S.S., & Menon V.* The neurodevelopmental basis of math anxiety // *Psychological Science.* – 2012. – Vol. 23(5). – P. 492–501.

MATHEMATICAL ANXIETY, SPATIAL ABILITY AND MATHEMATICAL ACHIEVEMENT: CROSS-CULTURAL STUDY OF PRIMARY SCHOOL CHILDREN IN RUSSIA AND UK

M. RUDENKO¹, M. RODIC¹, E. COOPER¹, T.V. KOLIENKO², K.R. SHARAFIEVA²,
E.I. GYNKU², K.K. AKIMOVA², O.E. BOGDANOVA², X. ZHOU³, Y. KOVAS^{1,2}

¹ *Goldsmiths, University of London, London, United Kingdom;*

² *National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia;*

³ *Beijing Normal University, Beijing, China*

The results of the study show that early mathematical and spatial abilities and the level of mathematical anxiety are very similar in Russian and British schoolchildren, despite differences in curriculum and earlier school entering for British school children. We found no differences in mathematical anxiety in mean values or variations between the Russian and British samples. We also did not find sex differences in the subtraction task, mental rotation task and mathematical anxiety. The results are consistent with a hypothesis that at this age girls are less affected by the stereotype of male superiority in mathematics. Levene's test revealed variance differences: the Russian sample had overall wider ranges of scores than the British, especially among girls.

Keywords: mathematical anxiety, mathematical achievement, spatial ability, primary school age, cross-cultural study.