

ФАКТОРЫ УСПЕШНОСТИ В ОБУЧЕНИИ НА НАЧАЛЬНОЙ СТУПЕНИ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ¹

© 2015 г. Т. Н. Тихомирова*, А. Д. Модяев**, Н. М. Леонова***,
С. Б. Малых****

*Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института психологии РАН; Федеральное государственное
научное учреждение “Психологический институт РАО”, Москва;
E-mail: tikho@mail.ru

**Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой, Национальный
исследовательский ядерный университет “МИФИ”;
E-mail: admodyaev@terphi.ru

***Доктор технических наук, профессор, там же;
E-mail: nmleopova@terphi.ru

****Академик РАО, доктор психологических наук, профессор,
и.о. Академика-секретаря отделения психологии и возрастной физиологии РАО,
зав. лабораторией, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
“Психологический институт РАО”, Москва;
E-mail: malykhsb@mail.ru

Представлены результаты анализа роли когнитивных и некогнитивных факторов успешности в обучении математике и русскому языку на выборках мальчиков и девочек, обучающихся на начальной ступени образования. В фокусе внимания оказываются когнитивные показатели: пространственная память, скорость переработки информации, чувство числа – и мотивационный показатель: ценность учебной деятельности. Обнаружены половые различия в показателях пространственной памяти, скорости переработки информации, ценности учебной деятельности и успешности в обучении русскому языку. Для показателя успешности в математике у мальчиков и девочек обнаруживается сходная структура взаимосвязей анализируемых характеристик, тогда как для успешности в русском языке структура взаимосвязей различается (у мальчиков отсутствуют взаимосвязи с пространственной памятью). Выявлены различные паттерны факторов успешности в обучении математике и русскому языку у девочек и мальчиков младшего школьного возраста. Подчеркивается значение ценности учебной деятельности как фактора успешности в обучении у младших школьников обоих полов.

Ключевые слова: скорость переработки информации, визуально-пространственная память, чувство числа, ценность учебной деятельности, успешность в обучении, начальная ступень общего образования, половые различия.

Успешность в обучении традиционно является основным предметом исследования в науках об образовании. В качестве ее показателя рассматриваются оценки учителей, отражающие успешность освоения учеником тех или иных академических дисциплин [2, 5, 7, 33 и др.]. В этом контексте принято говорить о наличии успешности в обучении языку/математике/чтению, а также лежащей

в их основе “общей” успешности в обучении. Более того, в зарубежной исследовательской традиции наряду с понятием “успешность в обучении” (*learning ability*) широко изучается понятие “неуспешность в обучении” (*learning disability*), что подчеркивает практическое значение исследований по данной проблематике [12, 24, 34, 50 и др.].

Следует отметить, что содержание понятия “успешность в обучении” лишь частично пере-

¹ Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, (соглашение № 14-18-03764).

секается с конструктом “обучаемость”, традиционно используемым в российских исследованиях (например, [1]). Обучаемость теоретически интерпретируется как вид общей способности, а операционально – как величина и темп прироста эффективности интеллектуальной деятельности под влиянием обучающих воздействий [1, 10]. В настоящей работе успешность в обучении будет анализироваться с помощью оценок учителей по соответствующим школьным дисциплинам.

Как правило, внимание исследователей, работающих в этой области научной проблематики, сконцентрировано на поиске факторов, формирующих индивидуальные различия в успешности в обучении в целом, и в отдельных областях академического знания в частности (например, [9, 27, 36, 45 и др.]). При этом в качестве одного из факторов формирования индивидуальных различий в успешности в академических дисциплинах рассматривается половая принадлежность [8, 41, 14, 17 и др.].

Первый пласт исследовательских работ в этой области направлен на поиск *когнитивных* факторов успешности в обучении. Среди множества когнитивных характеристик подчеркивается важность изучения скорости переработки информации [18, 32, 44 и др.], визуально-пространственной памяти [6, 9, 15, 39, 53 и др.] и чувства числа [9, 27, 29 и др.]. При этом большое внимание исследователей привлекает анализ половых различий в когнитивных характеристиках (например, [41]).

Показано, что скорость переработки информации оказывается взаимосвязанной с успешностью студентов в математических дисциплинах (например, [48]). Противоположные результаты были получены на выборке российских обучающихся старшего школьного возраста: показатели скорости переработки информации не коррелировали с успешностью решения математических заданий с ограничениями и без ограничений во времени [6]. Вместе с тем на выборке германских старших школьников методом структурного моделирования было установлено, что скорость переработки информации не взаимосвязана непосредственно со школьной успеваемостью; но был обнаружен косвенный эффект взаимосвязи посредством медиации через когнитивные способности “высшего порядка”, в частности, интеллект [44, с. 574]. Для показателей скорости переработки информации в большинстве работ, включающих и российские выборки старшеклассников, эффект пола не был обнаружен (например, [9]).

Индивидуальные различия в показателях пространственной памяти оказываются взаимосвязанными с успешностью в математике в разных возрастах: как со способностями к счету в раннем возрасте [35], так и с успешностью в выполнении математических заданий без ограничений во времени в возрасте 10 лет [38] и с ограничениями во времени в старшем школьном возрасте [6, 7]. Более того, в ряде исследований отмечается, что школьники, имеющие серьезные трудности в обучении математике, как правило, не могут корректно выполнять зрительно-пространственные тестовые задания (например, [53]). Установлено также, что показатели пространственной памяти могут быть в разной степени взаимосвязаны с различными аспектами математического знания – от понимания сущности арифметических действий до выполнения сложных математических вычислений (например, [25, 57]). В контексте исследований половых различий в пространственной памяти наблюдаются практически сходные результаты: мужчины в среднем лучше, чем женщины, выполняют тестовые задания, связанные с визуально-пространственной памятью (например, [14, 17, 55]). Так, на выборке российских девятиклассников получен статистически значимый эффект влияния пола на показатели пространственной памяти и мышления [8]. Отмечается, что половые различия в пространственных способностях проявляются уже с трехмесячного возраста [42].

Феномен чувства числа (умение оперировать несимволически выраженными количествами) обнаруживает положительные взаимосвязи с успешностью в математике на выборках старших школьников в различных популяциях [9, 27]. Однако факт взаимосвязи чувства числа и успешности в обучении математике не подтверждается на выборках дошкольников [3] и взрослых людей [29]. Половые различия как в показателях чувства числа, так и в этиологии этого когнитивного фенотипа, как правило, не выявляются (например, [51]). Так, в работе с участием российских и британских старшеклассников вариативность различных аспектов чувства числа не связывается с половыми различиями [9]. Исключение составляет исследование чувства числа на выборке 4-летних детей: показано преимущество мальчиков в выполнении задания на сравнение несимволически выраженных количеств [49].

Анализ исследований взаимосвязи когнитивных характеристик и успешности в обучении показал неоднозначность результатов, получаемых на различных возрастных периодах, и смещение исследований успешности в обучении в сторону математических дисциплин. В контексте анализа

эффекта пола на когнитивные характеристики, напротив, наблюдается относительное единодушие исследователей – половые различия связываются, в основном, с показателями пространственной памяти.

Второй пласт исследований, направленных на поиск факторов успешности в обучении, составляют работы по идентификации *некогнитивных* факторов. В подобных работах активно исследуются личностные паттерны, в большей или меньшей степени связанные с мотивацией, в их взаимосвязи с успешностью обучения: самооценка способностей в академических дисциплинах (например, [47]), ценность учебной деятельности [19, 22, 46], особенности мотивационного профиля [13] и др. Подчеркивается значение ценности учебной деятельности как одного из компонентов мотивации достижений [21] для успешности в обучении математике и чтению [11]. Интересно, что на некоторых возрастных категориях мотивационные показатели оказываются более весомыми факторами успешности в обучении (например, [4]). В ряде исследований выявлены половые различия и по мотивационным факторам, включая и ценность учебных задач [23, 30 и др.]. Половые различия в мотивации достижения становятся очевидными уже на начальной ступени образования: у мальчиков наблюдается большая значимость математики, и они выше оценивают свои способности в естественно-научных дисциплинах, чем девочки. Для девочек более значима субъективная ценность академических дисциплин, связанных с лингвистикой [40]. Возможно, что наблюдаемые половые различия: как в когнитивных характеристиках, так и в мотивационных компонентах – могут приводить к различиям в академических достижениях.

В целом теоретический анализ показал, с одной стороны, наличие взаимосвязей успешности в обучении с когнитивными характеристиками: скоростью переработки информации, чувством числа, пространственной памятью, – а также с ценностью учебной деятельности. Однако статистическая значимость и величина взаимосвязей различается в зависимости от социокультурной и возрастной принадлежности выборок исследований.

С другой стороны, выявлены половые различия в показателях пространственной памяти и ценности учебной деятельности на выборках, принадлежащим к разным социокультурным и возрастным группам. Механизмы эффекта пола связываются с двумя объяснительными категориями – эволюционной (например, [16]) и социально-культурной

(например, [20]). Особо отметим, что половые различия в терминах средних значений не означают, что мужчины и женщины оказываются на противоположных концах спектра по определенному признаку. В принципе, могут возникнуть значительные различия наряду с высокой степенью перекрытия между распределениями признака в группах мужчин и женщин [28].

Цель настоящего исследования – проанализировать на российской выборке когнитивные характеристики (скорость переработки информации, пространственная память и чувство числа) и ценность учебной деятельности как факторы успешности в обучении в контексте половых различий.

Гипотеза исследования: различия в структурах взаимосвязей между девочками и мальчиками связаны с показателем пространственной памяти и ценностью учебной деятельности по различным академическим дисциплинам.

МЕТОДИКА

Участники исследования. Учащиеся начального уровня общего образования из муниципального бюджетного образовательного учреждения Московской области ($N = 501$; 250 мальчиков (49.9%) и 251 девочка (50.1%)). Средний возраст составил 9.23, стандартное отклонение – 1.15.

Выбор начального уровня общего образования обусловлен отсутствием предметной специализации в начальных классах и преподаванием математики и русского языка одним педагогом, что нивелирует эффекты, связанные с особенностями учителей. Кроме того, выбор младшего школьного возраста позволит нивелировать эффекты пубертата. Начальный уровень общего образования включает четыре параллели (года обучения): первые ($N = 146$), вторые ($N = 117$), третьи ($N = 140$) и четвертые ($N = 98$) классы. При этом минимальное значение возраста составляет 6.83, а максимальное – 11.67. В ходе анализа будет определен эффект влияния принадлежности к параллели классов внутри начального уровня образования.

Когнитивные характеристики. В качестве диагностического инструмента была использована интернет-версия тестовой батареи “Когнитивные характеристики” (<https://www.inlab-twins.ru>). Тестовая батарея адаптирована и содержит ряд заданий, направленных на измерение уровня развития когнитивных характеристик [6, 9]. В настоящей работе используются показатели следующих тестовых заданий.

Таблица 1. Средние значения и стандартные отклонения анализируемых показателей

	Среднее значение (Стандартное отклонение)	
	Мальчики	Девочки
“Чувство числа”, количество правильных ответов (0–150 баллов)	94.42 (15.00)	94.00 (14.03)
“Последовательности”, количество правильных ответов (0–12 баллов)	2.38 (1.96)	1.91 (1.62)
“Время реакции выбора”, среднее время реакции на правильные ответы в секундах	0.96 (0.28)	1.00 (0.27)
Годовая оценка по русскому языку, успешность в обучении русскому языку (2–5 баллов)	3.77 (0.65)	4.01 (0.63)
Годовая оценка по математике, успешность в обучении математике (2–5 баллов)	3.97 (0.67)	4.11 (0.67)

– Тест “Чувство числа”, представленный массивами с различным количеством синих и желтых точек, направлен на диагностику способности оперировать с несимволически выраженными количествами.

– Тест “Последовательности”, заключающийся в воспроизведении последовательностей “зажигающихся” блоков, определяет объем визуально-пространственной памяти.

– Тест “Время реакции выбора” фиксирует скорость переработки информации.

Подробное описание тестовых заданий представлено в более ранних публикациях авторов (например, [6]).

Ценность учебной деятельности. Для оценки ценности учебной деятельности для каждого ученика использовалась экспертная оценка учителя начальных классов. Учитель ответил на вопрос “Получает ли ученик удовольствие от учебы?” в отношении каждого ученика класса посредством выбора одного из вариантов: “Да”, “Не выражено”, “Нет”.

Таким образом, на основании экспертного опроса школьники были отнесены к одной из групп, различающихся по степени выраженности ценности учебной деятельности – “Высокая ценность учебной деятельности”, “Неопределенная” и “Низкая ценность учебной деятельности”.

Успешность в обучении. Годовые оценки по математике и русскому языку были использованы как показатели успешности в обучении.

На участие школьников в данном исследовании получены индивидуальные письменные согласия от родителей участников. Сбор данных проводился в образовательном учреждении строго по разработанному протоколу под постоянным контролем экспериментатора. Анализ результатов осуществлялся на базе обезличенных персональных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 1 представлены описательные статистики по когнитивным показателям.

В ходе анализа также использовался показатель степени выраженности субъективной ценности учебной деятельности. На основе экспертных оценок сформированы три группы: 1) “Высокая ценность учебной деятельности”, включающая 308 учеников (61.5%) с ярко выраженной ценностью обучения, из них 136 мальчиков и 172 девочки; 2) “Неопределенная”, состоящая из 140 учеников (27.9%) с неопределенным статусом готовности выполнять учебные задания, из них 77 мальчиков и 63 девочки; и 3) “Низкая ценность учебной деятельности”, включающая 53 ученика (10.6%) с низкой степенью ценности обучения, из них 37 мальчиков и 16 девочек.

Дисперсионный анализ

Для оценки эффектов фактора принадлежности к параллели классов внутри начального уровня общего образования (“Параллель”) и фактора пола (“Пол”) использовался двухфакторный дисперсионный анализ. В качестве зависимой переменной последовательно выступали 1) когнитивные показатели – чувства числа, пространственной памяти, скорости переработки информации; 2) степень выраженности ценности учебной деятельности и 3) показатели успешности в обучении – годовые оценки по русскому языку и математике.

Критерий Ливиня использовался для проверки равенства дисперсий зависимых переменных для сравниваемых выборок. Для показателя успешности в русском языке и степени выраженности ценности обучения уровень значимости оказался меньше, чем 0.05. Этот факт говорит о неравенстве дисперсий по этим тестовым показателям и будет учитываться при интерпретации результатов. Для остальных анализируемых показателей

Таблица 2. Оценка влияния факторов принадлежности к полу и параллели на анализируемые показатели

Эффект	Тестовый показатель	Сумма квадратов (SS)	Критерий Фишера (F)	Уровень значимости (p)	Размер эффекта (η^2)
Фактор “Пол”	“Чувство числа”	452.58	2.31	0.13	0.01
	“Последовательности”	47.51	15.51	0.00	0.05
	“Время реакции выбора”	0.22	3.93	0.04	0.01
	Ценность учебной деятельности	4.54	10.22	0.00	0.03
	Годовая оценка по русскому языку	5.33	13.42	0.00	0.04
	Годовая оценка по математике	0.66	1.52	0.22	0.01
Фактор “Параллель”	“Чувство числа”	1552.31	3.96	0.02	0.02
	“Последовательности”	86.83	14.17	0.00	0.09
	“Время реакции выбора”	2.03	18.52	0.00	0.11
	Ценность учебной деятельности	2.42	2.72	0.07	0.02
	Годовая оценка по русскому языку	3.92	4.94	0.01	0.03
	Годовая оценка по математике	3.69	4.26	0.02	0.03

Примечание. Эффект взаимодействия факторов статистически не значим.

уровень значимости больше уровня 5%, что говорит о равенстве дисперсий.

В Таблице 2 представлены результаты дисперсионного анализа.

Из Таблицы 2 видно, что эффект пола оказался статистически значимым для всех анализируемых показателей, кроме чувства числа и успешности в математике.

Так, среди когнитивных показателей наибольший размер эффекта обнаружен для показателя визуально-пространственной памяти ($\eta^2 = 0.05$; $p < 0.001$). При этом у мальчиков в среднем наблюдаются более высокие показатели по тесту “Последовательности” (среднее значение – 2.38; стандартное отклонение – 1.96), чем у девочек (среднее значение – 1.91; стандартное отклонение – 1.62). Эти результаты согласуются с данными исследований, проведенных на других возрастных и социокультурных выборках (например, [6, 14]).

Для показателя ценности учебной деятельности эффект пола оказался статистически значимым на уровне $p < 0.001$ с размером в 3%. Этот результат подтверждает ранее полученные данные [23, 30 и др.].

При анализе показателей успешности в обучении эффект пола выявлен только для русского языка ($\eta^2 = 0.04$; $p < 0.001$). Девочки на начальном уровне общего образования в среднем лучше успевают по русскому языку (среднее значение – 4.01; стандартное отклонение – 0.63), чем

мальчики (среднее значение – 3.77; стандартное отклонение – 0.65).

Эффект взаимодействия анализируемых факторов оказался статистически незначимым.

Поскольку были выявлены значимые эффекты пола и параллели начального уровня образования в дальнейшем анализе будут использованы показатели, скорректированные на возраст. Структура взаимосвязей когнитивных характеристик, ценности учебной деятельности и успешности в обучении будет анализироваться с учетом половых различий, т.е. отдельно для мальчиков и девочек.

Корреляционный анализ

В таблице 3 представлены коэффициенты корреляции Спирмена между показателями чувства числа, визуально-пространственной памяти, скоростью переработки информации, степенью выраженности ценности учебной деятельности и успешностью в обучении русскому языку и математике.

При анализе корреляционной матрицы на выборках мальчиков и девочек – обучающихся начальной ступени общего образования – представляется необходимым отметить как сходство, так и различия в структуре взаимосвязей успешности в обучении с когнитивными показателями и степенью выраженности ценности учебной деятельности.

В частности, для успешности обучения в математике на выборках девочек и мальчиков обнару-

Таблица 3. Матрица взаимных корреляций когнитивных характеристик, мотивации и успешности мальчиков (верхняя строка) и девочек (нижняя строка) в обучении

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
“Чувство числа” (1)	1					
“Последовательности” (2)	0.35** 0.31**	1				
“Время реакции выбора” (3)	-0.23** -0.19**	-0.29** -0.37**	1			
Ценность учебной деятельности (4)	0.11 0.08	0.01 0.14*	0.02 -0.10	1		
Годовая оценка по русскому языку (5)	0.16** 0.31**	0.10 0.21**	-0.04 -0.06	0.47** 0.46**	1	
Годовая оценка по математике (6)	0.26** 0.31**	0.18** 0.24**	-0.13* -0.14*	0.47** 0.51**	0.69** 0.72**	1

Примечание. ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

жена сходная структура взаимосвязей этого показателя со всеми анализируемыми когнитивными показателями и ценностью учебной деятельности. Отметим лишь, что на выборке девочек коэффициенты корреляционной связи несколько выше. Так, на выборке мальчиков коэффициент корреляции успешности в математике, например, с визуально-пространственной памятью составляет 0.18 при $p < 0.01$, а на выборке девочек – 0.24 при $p < 0.01$.

Структура взаимосвязей показателя успешности в русском языке с когнитивными характеристиками различается у мальчиков и девочек. В частности, на выборке мальчиков отсутствует статистически достоверная взаимосвязь с визуально-пространственной памятью, в то время как на выборке девочек коэффициент корреляции между успешностью в русском языке и визуально-пространственной памятью составляет 0.21 при $p < 0.01$. Отметим, что и на выборке мальчиков, и на выборке девочек не обнаружена взаимосвязь успешности в обучении русскому языку со скоростью переработки информации.

Корреляционный анализ показал, что ценность учебной деятельности взаимосвязана с успешностью в русском языке и математике как у девочек, так и у мальчиков (коэффициенты корреляции от 0.47 до 0.51 при $p < 0.01$). Отметим также, что все анализируемые когнитивные показатели оказываются умеренно взаимосвязанными между собой на выборках мальчиков и девочек (см. табл. 3).

На обеих выборках (мальчики и девочки) наиболее тесные взаимосвязи между двумя показателями успешности – в математике и русском языке (коэффициенты корреляции соответственно $r = 0.69$ и $r = 0.72$ при $p < 0.01$).

Множественный регрессионный анализ

Для оценки когнитивных характеристик и ценности учебной деятельности в качестве предикторов успешности обучения использовался множественный регрессионный анализ, проведенный отдельно на выборках мальчиков и девочек. Показатели успешности в обучении русскому языку и математике выступали в качестве зависимых переменных. Результаты регрессионного анализа успешности в математике представлены в Таблице 4.

Анализ показал, что успешность в обучении математике на выборке мальчиков предсказывает регрессионная модель, объясняя 25% дисперсии этого показателя с помощью анализируемых когнитивных характеристик и ценности учебной деятельности. Результаты оценки этой регрессионной модели с помощью критерия Фишера позволяют считать регрессию в целом значимой ($F = 15.80$; $p < 0.001$). На выборке девочек успешность в обучении математике предсказывает регрессионная модель, объясняя 35% дисперсии (характеристики модели: $F = 24.56$; $p < 0.001$).

Результаты регрессионного анализа показали, что ценность учебной деятельности является значимым предиктором успешности в обучении математике на обеих выборках младших школьников – мальчиках и девочках (соответственно $\beta = 0.44$ и $\beta = 0.48$ при $p < 0.001$). Среди анализируемых когнитивных характеристик значимым предиктором успешности в математике на выборке мальчиков является только показатель чувства числа ($\beta = 0.17$; $p < 0.01$). В то время как на выборке девочек успешность в обучении математике предсказывают два когнитивных предиктора – чувство числа ($\beta = 0.26$; $p < 0.001$)

Таблица 4. Результаты множественного регрессионного анализа у мальчиков и девочек для успешности в математике

Выборка	Предикторы	β	B	Стандартная ошибка B	95%-й доверительный интервал для B	
Мальчики	“Чувство числа”	0.17*	0.01	0.00	0.00	0.01
	“Последовательности”	0.09	0.03	0.02	−0.02	0.08
	“Время реакции выбора”	−0.08	−0.15	0.14	−0.43	0.12
	Ценность учебной деятельности	0.44***	0.38	0.06	0.27	0.50
Девочки	“Чувство числа”	0.26***	0.01	0.00	0.01	0.02
	“Последовательности”	0.14*	0.05	0.03	0.00	0.10
	“Время реакции выбора”	0.07	0.14	0.13	−0.11	0.39
	Ценность учебной деятельности	0.48***	0.53	0.07	0.39	0.66

Примечание. *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$.

Таблица 5. Результаты множественного регрессионного анализа у мальчиков и девочек для успешности в обучении русскому языку

Выборка	Предикторы	β	B	Стандартная ошибка B	95%-й доверительный интервал для B	
Мальчики	“Чувство числа”	0.05	0.00	0.00	−0.01	0.01
	“Последовательности”	0.07	0.02	0.02	−0.03	0.07
	“Время реакции выбора”	−0.05	−0.09	0.14	−0.37	0.19
	Ценность учебной деятельности	0.46***	0.40	0.06	0.29	0.52
Девочки	“Чувство числа”	0.29***	0.01	0.00	0.01	0.02
	“Последовательности”	0.11	0.04	0.03	−0.01	0.09
	“Время реакции выбора”	0.10	0.19	0.13	−0.06	0.44
	Ценность учебной деятельности	0.43***	0.45	0.07	0.32	0.58

Примечание. *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$.

и визуально-пространственная память ($\beta = 0.14$; $p < 0.01$).

Результаты множественного регрессионного анализа для успешности обучения русскому языку у мальчиков и девочек представлены в Таблице 5.

Анализ показал, что успешность в обучении русскому языку на выборке мальчиков предсказывает регрессионная модель, объясняя 22% дисперсии этого показателя с помощью анализируемых когнитивных характеристик и ценности учебной деятельности. Результаты оценки этой регрессионной модели с помощью критерия Фишера позволяют считать регрессию в целом значимой ($F = 13.01$; $p < 0.001$). На выборке девочек успешность в обучении русскому языку предсказывает регрессионная модель, объясняя 30% дисперсии (характеристики модели: $F = 19.99$; $p < 0.000$).

Для показателя успешности в обучении русскому языку на выборке мальчиков обнаружен единственный предиктор – ценность учебной деятель-

ности ($\beta = 0.46$; $p < 0.001$). На выборке девочек выявлено два предиктора – ценность учебной деятельности ($\beta = 0.43$; $p < 0.001$) и чувство числа ($\beta = 0.29$; $p < 0.001$).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Таким образом, в результате исследования выявлены половые различия как в когнитивных и мотивационных характеристиках, так и в показателях успешности обучения. Различается также и структура взаимосвязей этих показателей у мальчиков и девочек младшего школьного возраста.

Показано, что эффект пола оказался статистически значимым для пространственной памяти, скорости переработки информации, ценности учебной деятельности и успешности в обучении русскому языку. У мальчиков в среднем лучшие значения по когнитивным показателям, а у девочек – успешность в обучении русскому языку. При этом половые различия в скорости перера-

ботки информации оказались незначительными – 1% дисперсии этого когнитивного показателя.

Вместе с тем наибольший размер эффекта пола получен для показателя пространственной памяти. Более высокие показатели пространственной памяти у мальчиков неоднократно фиксировались в исследованиях, проводимых на разных возрастных и социокультурных выборках [9, 14, 17]. Факт половых различий в пространственных способностях в младшем школьном возрасте может быть объяснен в контексте социально-культурной парадигмы. В частности, в ряде исследований отмечается влияние обучения на развитие пространственной памяти (например, [52]). Эффективность обучения, конечно, не различается у мужчин и женщин, но могут различаться продолжительность и виды обучающих воздействий, которые оказываются “полоспецифичными”. Так, показано, что, например, компьютерные игры “маскулинизируют” паттерны нейронной активности у женщин через изменения в толщине коры головного мозга [26, 31]. Кроме того, в традиционных культурах виды пространственной игровой деятельности, которые улучшают пространственные способности, считаются “мужскими” и, соответственно, предпочитают мальчиками [54]. Таким образом, половые различия в пространственной памяти могут быть связаны со степенью вовлеченности в “полоспецифичные” виды деятельности, которая, в свою очередь, зависит от культурообусловленной родительской позиции относительно “мужских” и “женских” видов деятельности [20, 37].

Результаты корреляционного анализа на обеих выборках – и мальчиков, и девочек – продемонстрировали значительное количество умеренных корреляционных взаимосвязей в структуре когнитивных характеристик, ценности учебной деятельности и успешности в обучении.

Сравнительный анализ матриц взаимных корреляций, полученных на выборках мальчиков и девочек, выявил сходства и различия во взаимосвязях успешности обучения с когнитивными характеристиками и ценностью учебной деятельности. Так, сходные структуры взаимосвязей у мальчиков и девочек обнаружены для показателя успешности в математике. В частности, показано, что у младших школьников, успешных в обучении математическим дисциплинам, наблюдается более высокий уровень развития пространственной памяти, скорости переработки информации и чувства числа.

Различия в структурах взаимосвязей анализируемых показателей для мальчиков и девочек

обнаружены по показателю успешности обучения русскому языку. Так, для мальчиков в отличие от девочек характерно отсутствие взаимосвязей успешности в русском языке с пространственной памятью.

Показатель ценности учебной деятельности связан с успешностью в обучении русскому языку и математике, как на выборке мальчиков, так и девочек. Следовательно, при выраженном интересе к учебе у всех учащихся улучшаются показатели успешности в обучении по обеим дисциплинам, либо этот интерес поддерживается высокими оценками.

При анализе корреляционных матриц обращает на себя внимание факт выраженной взаимосвязи двух показателей успешности в обучении – русскому языку и математике. Следовательно, с одной стороны, если на начальной ступени образования обучающийся отлично учится по русскому языку, то вероятнее всего, этот ребенок будет демонстрировать отличные знания и по математике. Следует отметить, что подобная тенденция, скорее всего, характерна для обучающихся младшего школьного возраста – в ситуации отсутствия предметной специализации и предпочтений. Однако для корректных выводов требуется проведение аналогичного исследования на ступенях основного и полного общего образования.

С другой стороны, выраженная, но не высокая, корреляционная взаимосвязь между двумя показателями школьной успеваемости подтверждает факт использования различных когнитивных, мотивационных и иных ресурсов для достижения успешности в обучении различным академическим дисциплинам. Этот факт подтверждается и результатами множественной регрессии, которые выявили различные когнитивные факторы для показателей успешности в математике и русском языке как для мальчиков, так и для девочек.

Рассматриваемые когнитивные характеристики и мотивационный показатель анализировались как факторы успешности мальчиков и девочек младшего школьного возраста в освоении математических знаний и русского языка. Для успешности в математике на выборках мальчиков и девочек выявляются различные паттерны факторов. Как и предполагалось, половые различия в структурах оказываются связанными с пространственной памятью.

Согласно результатам множественной регрессии, вклад в успешность в математике на выборке мальчиков вносит показатель ценности учебной деятельности и чувство числа, в то время как на выборке девочек обнаружен дополнительный фак-

тор – пространственная память. Таким образом, у девочек успешное освоение математического материала обеспечивается повышенным интересом к математике, высоким уровнем развития чувства числа и пространственной памяти. Этот факт подчеркивает значение показателя пространственной памяти для успешного освоения математики у девочек. В то же время, как отмечалось выше, мальчики оказываются более успешными в выполнении тестовых заданий на пространственную память [8, 25, 57]. Следовательно, уровень развития пространственной памяти оказывается важным фактором успешности в обучении математике в младшем школьном возрасте.

Для успешности обучения русскому языку на выборке мальчиков выявлен единственный фактор – ценность учебной деятельности. Когнитивные факторы не достигли уровня статистической значимости. На выборке девочек наряду с мотивационным фактором выявлен и один когнитивный фактор успешности в русском языке – чувство числа.

Обращают на себя внимание более высокие значения коэффициентов детерминации, полученные для показателя успешности в математике (по сравнению с русским языком) на выборках и мальчиков, и девочек. Например, на выборке девочек 30% дисперсии успешности в русском языке обусловлены влиянием ценности учебной деятельности и чувства числа; а 35% дисперсии успешности в математике объясняется выраженности интереса к учебе и двумя когнитивными факторами – чувством числа и визуально-пространственной памятью. Возможно, этот результат объясняется необходимостью большего когнитивного ресурса при обучении математике.

Особо следует отметить, что факт введения в регрессионный анализ мотивационной характеристики – ценности учебной деятельности – повысил процент объясненной дисперсии показателей успешности в русском языке и математике. Так, согласно ранее опубликованным результатам, с помощью когнитивных характеристик объясняется в среднем лишь 15% и 22% дисперсии показателей успешности в русском языке и математике. Этот факт также согласуется с другими исследовательскими результатами, подтверждающими наличие “некогнитивных” факторов успешности в обучении (например, [43]).

Таким образом, на выборках обоих полов получено различное сочетание факторов – когнитивных и/или некогнитивных – успешности в обучении математике и русскому языку. При этом больший процент дисперсии показателей успеш-

ности в обучении объясняется ценностью учебной деятельности (стандартизированные коэффициенты регрессии варьируют от 0.43 до 0.48 в зависимости от пола и предмета). Следовательно, на начальной ступени образования для всех учеников наиболее весомым фактором успешности и по русскому языку, и по математике является один из компонентов мотивации достижений – ценность учебной деятельности. Подобный результат был зафиксирован российскими исследователями, но на выборке студентов [4].

Наиболее вероятным объяснением того, что для девочек и мальчиков младшего школьного возраста получены различные паттерны факторов успешности в обучении, могут являться половые различия в мотивации достижения. Для мальчиков большую ценность представляет математика, и они выше оценивают свои способности в естественно-научных дисциплинах [40]. В свою очередь, девочки больше интересуются академическими дисциплинами, связанными с лингвистикой [40]. В ряде исследований подчеркивается “медиаторная” роль ценности учебной деятельности во взаимосвязях образовательной среды и успешности в обучении [56]. Так, показано, что факторы образовательной среды, например, взаимодействие с учителем, по-разному воспринимаются мальчиками и девочками, что приводит к различиям в интересе к обучению тому или иному предмету [56]. Перспективным в плане получения теоретических знаний по указанной проблеме и практического применения этих результатов в сфере образования может быть многоуровневый анализ факторов образовательной среды, мотивации достижений и академической успешности на разных уровнях общего образования.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены половые различия для когнитивных показателей: пространственной памяти и скорости переработки информации – и успешности в обучении русскому языку. При этом мальчики показывают лучшие значения когнитивных показателей, а девочки более успешны в обучении русскому языку.

2. Наибольший размер эффекта пола получен для пространственной памяти с лучшими результатами мальчиков в выполнении тестового задания “Последовательности”. Факт превосходства мальчиков по показателю пространственной памяти в младшем школьном объясняется в контексте социально-культурной парадигмы и связывается со степенью вовлеченности в виды игровой

деятельности, которые улучшают пространственные способности и считаются в традиционных культурах “мужскими”.

3. Показаны различия в структуре взаимосвязей когнитивных характеристик, ценности учебной деятельности и успешности в обучении русскому языку на выборках мальчиков и девочек: у мальчиков наблюдается меньшее количество взаимосвязей с когнитивными характеристиками.

4. Для показателя успешности в обучении математике выявлено большее количество взаимосвязей с когнитивными характеристиками и ценностью учебной деятельности, чем для успешности в русском языке, что говорит об актуализации большего когнитивного ресурса при обучении математике.

5. Выявлены различные паттерны факторов успешности в обучении для девочек и мальчиков младшего школьного возраста. В то же время для учащихся обоего пола ценностью учебной деятельности является весомым фактором успешности обучения и по русскому языку, и по математике.

6. Вклад в успешность обучения математике на выборке мальчиков вносит показатель ценности учебной деятельности и чувство числа; в то время как на выборке девочек выявляется дополнительный фактор – пространственная память.

7. Успешность в обучении русскому языку на выборке мальчиков объясняется единственным фактором – ценностью учебной деятельности. На выборке девочек этот показатель успешности объясняется с помощью двух факторов – ценности учебной деятельности и чувства числа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дружинин В.Н. Психология общих способностей. 3-е изд. СПб.: Питер, 2007.
2. Малых С.Б., Тихомирова Т.Н., Ковас Ю.В. Индивидуальные различия в способностях к обучению: возможности и перспективы психогенетических исследований // Вопросы образования. 2012. № 4. С. 186–199.
3. Малых С.Б., Тихомирова Т.Н., Жоу С., Вей В., Родич М., Мисоженникова Е.Б., Давыдова Ю.А., Ковас Ю.В. Структура взаимосвязей когнитивных характеристик и успешности в арифметике у дошкольников: кросскультурный анализ // Вopr. психол. 2012. № 5. С. 133–143.
4. Смирнов С.Д., Корнилова Т.В., Корнилов С.А., Малахова С.И. О связи интеллектуальных и личностных характеристик студентов с успешностью обучения студентов // Вестник Моск. Ун-та. Сер. 14. Психология. 2007. № 3. С. 82–87.
5. Тихомирова Т.Н. Взаимосвязь показателей общего интеллекта и успешности в обучении // Знание. Понимание. Умение. 2011. № 4. С. 207–213.
6. Тихомирова Т.Н., Ковас Ю.В. Взаимосвязь когнитивных характеристик учащихся и успешности решения математических заданий (на примере старшего школьного возраста) // Психол. журн. 2013. Т. 34. № 1. С. 63–73.
7. Тихомирова Т.Н., Ковас Ю.В. Роль когнитивных показателей учащихся старшего школьного возраста в успешности решения математических заданий // Знание. Понимание. Умение. 2012. № 2. С. 237–244.
8. Тихомирова Т.Н., Малых С.Б., Богомаз С.А., Суднева О.В., Ковас Ю.В. Пространственное мышление и память у старшеклассников с различным уровнем математической беглости // Теоретическая и экспериментальная психология. 2013. Т. 6. № 4. С. 99–109.
9. Тихомирова Т.Н., Малых С.Б., Тосто М.Г., Ковас Ю.В. Когнитивные характеристики и успешность в решении математических заданий в старшем школьном возрасте: кросскультурный анализ // Психол. журн. 2014. Т. 35. № 1. С. 41–53.
10. Холодная М.А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. Учебное пособие. М.: ПЭР СЭ, 2002.
11. Anderman E.M., Midgley C., Wigfield A., Eccles J.S. Learning to value mathematics and reading: relations to mastery and performance-oriented instructional practices // Contemporary Educational Psychology. 2001. Vol. 26. P. 76–96.
12. Berch D.B., Mazzocco M.M. (Eds.). Why is math so hard for some children? The nature and origins of children's mathematical learning difficulties and disabilities. Baltimore: Brookes, 2007. P. 397–414.
13. Boiché J., Stephan Y. Motivational profiles and achievement: A prospective study testing potential mediators // Motivation and Emotion. 2014. Vol. 38. No. 1. P. 79–92.
14. Bull R., Davidson W.A., Nordmann E. Prenatal testosterone, visual-spatial memory, and numerical skills in young children // Learning and Individual Differences. 2010. Vol. 20. P. 246–250.
15. Bull R., Espy K.A., Wiebe S.A. Short-Term Memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers: Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at Age 7 Years // Developmental Neuropsychology. 2008. V. 33. P. 205–228.
16. Buss D.M. Evolutionary Psychology: The New Science of the Mind. 3rd Edn. Boston: Allyn & Bacon, 2008.
17. Colom R., Lynn R. Testing the developmental theory of sex differences in intelligence on 12–18 year olds // Personality and individual differences. 2004. Vol. 36. P. 75–82.

18. *Deary I.J., Der G., Ford G.* Reaction times and intelligence differences. A population-based cohort study // *Intelligence*. 2001. Vol. 29. P. 389–399.
19. *Deci E., Ryan R.M.* What is the self in self-directed learning? Findings from recent motivational research / In G. Staka (Ed.). *Conceptions of self-directed learning: Theoretical and conceptual considerations*. Munster: Waxmann, 2000.
20. *Eagly A.H. & Wood W.* Universal sex differences across patriarchal cultures ≠ evolved psychological dispositions // *Behav. Brain Sci.* 2005. Vol. 28. P. 281–283.
21. *Eccles J.S.* Who am I and what am I going to do with my life? Personal and collective identities as motivators of action // *Educational Psychologist*. 2009. Vol. 44. P. 78–89.
22. *Eccles J.S., Wigfield A.* Motivational beliefs, values, and goals // *Annual Review of Psychology*. 2002. Vol. 53. P. 109–132.
23. *Fan W.* Social influences, school motivation and gender differences: an application of the expectancy-value theory // *Educational Psychology: An International Journ. of Experimental Educational Psychology*. 2011. Vol. 31 (2). P. 157–175.
24. *Geary D.C., Hoard M.K., Byrd-Craven J., Nugent L., Numtee C.* Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability // *Child Development*. 2007. Vol. 78. P. 1343–1359.
25. *Geary D.C., Hamson C.O., Hoard M.K.* Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability // *Journ. of Experimental Child Psychology*. 2000. Vol. 77. P. 236–263.
26. *Haier R.J., Karama S., Leyba L., & Jung R.* MRI assessment of cortical thickness and functional activity changes in adolescent girls following three months of practice on a visual-spatial task // *BMC Research Notes*. 2009. Vol. 2. P. 174.
27. *Halberda J., Mazocco M.M., Feigenson L.* Individual differences in nonverbal estimation ability predict maths achievement // *Nature*. 2008. Vol. 455. P. 665–668.
28. *Hyde J.S.* The gender similarities hypothesis // *American Psychologist*. 2005. Vol. 60. P. 581–592.
29. *Inglis M., Attridge N., Bachelor S., Gilmore C.* Non-verbal number acuity correlates with symbolic mathematics achievement: but only in children // *Psychol. Bull. Review*. 2011. Vol. 18. No. 6. P. 1222–1229.
30. *Jacobs J.E., Lanza S., Osgood D.W., Eccles J.S., Wigfield A.* Changes in children's self competence and values: Gender and domain differences across grades one through twelve // *Child Development*. 2004. Vol. 73. No. 2. P. 509–527.
31. *Jaušovec N., Jaušovec K.* Sex differences in mental rotation and cortical activation patterns: Can training change them? // *Intelligence*. 2012. Vol. 40. P. 151–162.
32. *Jensen A.R.* Why is reaction time correlated with psychometric G? // *Current Directions in Psychological Science*. 1993. Vol. 2. No. 2. P. 53–56.
33. *Kovas Y., Haworth C.M.A., Dale P.S., Plomin R.* The genetic and environmental origins of learning abilities and disabilities in the early school years. London: SRCD, 2007.
34. *Kovas Y., Plomin R.* Learning abilities and disabilities: Generalist genes, specialist environments // *Current Directions in Psychological Science*. 2007. Vol. 16. P. 284–288.
35. *Kytälä M., Aunio P., Lehto J.E., Van Luit J., Hautamäki J.* Visuospatial working memory and early numeracy // *Educational and Child Psychology*. 2003. Vol. 20. P. 65–76.
36. *Lee K., Ning F., Goh H.C.* Interaction between cognitive and noncognitive factors: the influences of academic goal orientation and working memory on mathematical performance // *Educational Psychology: An International Journ. of Experimental Educational Psychology*. 2014. Vol. 34. No. 1. P. 73–91.
37. *Martin C.L., Kornienko O., Schaefer D.R., Hanish L.D., Fabes R.A., Goble P.* The role of Sex of Peers and Gender-Typed Activities in Young Children's Peer Affiliative Networks: A Longitudinal Analysis of Selection and Influence // *Child Development*. 2014. Vol. 84. P. 921–937.
38. *Maybery M.T., Do N.* Relationships between facets of working memory and performance on a curriculum-based mathematics test in children // *Educational and Child Psychology*. 2003. Vol. 20. P. 77–92.
39. *McKenzie B., Bull R., Gray C.* The effects of visual-spatial and phonological disruption on children's arithmetical skills // *Educational and Child Psychology*. 2003. Vol. 20. P. 93–108.
40. *Meece J.L., Glienke B.B., Burg S.* Gender and motivation // *Journ. of School Psychology*. 2006. Vol. 44. P. 351–373.
41. *Miller D.I., Halpern D.F.* The new science of cognitive sex differences // *Trends in Cognitive Sciences*. 2014. Vol. 18. P. 37–45.
42. *Moore D.S., Johnson S.P.* Mental Rotation of Dynamic, Three-Dimensional Stimuli by 3-Month-Old Infants // *Infancy*. 2011. Vol. 16. P. 435–445.
43. *Petrides K.V., Chamorro-Premuzic T., Frederickson N., Furnham A.* Explaining individual differences in scholastic behaviour and achievement // *British Journ. of Educational Psychology*. 2005. Vol. 75. P. 239–255.
44. *Rindermann H., Neubauer A.C.* Processing speed, intelligence, creativity, and school performance: Testing of causal hypotheses using structural equation model // *Intelligence*. 2004. Vol. 32. P. 573–589.
45. *Roebers C.M., Cimeli P., Röthlisberger M., Neuen-schwander R.* Executive functioning, metacognition, and self-perceived competence in elementary school children: An explorative study on their interrelations

- and their role for school achievement // *Metacognition & Learning*. 2012. Vol. 7. P. 151–173.
46. Ryan R.M., Deci E.L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being // *American Psychologist*. 2000. Vol. 55. P. 68–78.
 47. Schunk D.H. Self-efficacy and achievement behaviors // *Educational Psychology Review*. 2006. Vol. 57. P. 149–174.
 48. Semmes R., Davison M.L., Close C. Modeling Individual Differences in Numerical Reasoning Speed as a Random Effect of Response Time Limits // *Applied Psychological Measurement*. 2011. Vol. 35. No. 6. P. 433–446.
 49. Soltész F., Szűcs D., Szűcs L. Relationships between magnitude representation, counting and memory in 4-to 7-year-old children: A developmental study // *Behavioral and Brain Functions*. 2010. Vol. 6. No. 13. P. 1–14.
 50. Swanson L., Harris K.R., Graham S. *Handbook of learning disabilities* (Second Edition). NY: Guilford, 2013.
 51. Tosto M.G., Petrill S.A., Halberda J., Trzaskowski M., Tikhomirova T.N., Bogdanova O.Y., Ly R., Wilmer J.B., Naiman D.Q., Germine L., Plomin R., Kovas Y. Why do we differ in Number sense? Evidence from a genetically sensitive investigation // *Intelligence*. 2014. Vol. 43. No. 100. P. 35–46.
 52. Uttal D.H., Meadow N.G., Tipton E., Hand L.L., Alden A.R., Warren C., & Newcombe N.S. The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies // *Psychological Bulletin*. 2013. Vol. 139. P. 352–402.
 53. van der Sluis S., van der Leij A., de Jong P.F. Working memory in Dutch children with reading- and arithmetic-related LD // *Journ. of Learning Disabilities*. 2005. Vol. 38. P. 207–221.
 54. Voyer D., Nolan C., Voyer S. The relation between experience and spatial performance in men and women // *Sex Roles*. 2000. Vol. 43. P. 891–915.
 55. Wai J., Lubinski D., Benbow C.P. Spatial Ability for STEM Domains: Aligning Over 50 Years of Cumulative Psychological Knowledge Solidifies Its Importance // *Journ. of Educational Psychology*. 2008. Vol. 101. P. 817–835.
 56. Wang M.-T., Eccles J.S. School context, achievement motivation, and academic engagement: A longitudinal study of school engagement using a multidimensional perspective // *Learning and Instruction*. 2013. Vol. 28. P. 12–23.
 57. Zorzi M., Priftis K., Umiltà C. Brain damage: Neglect disrupts the mental number line // *Nature*. 2002. Vol. 417. P. 138–139.

FACTORS OF ACADEMIC ACHIEVEMENT AT PRIMARY SCHOOL LEVEL: SEX DIFFERENCES

T. N. Tikhomirova*, A. D. Modyaev, N. M. Leonova***, S. B. Malykh******

* *PhD, senior researcher, Federal State-financed Establishment of Science, Institute of Psychology RAS, Moscow; Federal State-financed Establishment of Russian Academy of Education, Psychological Institute RAE, Moscow;*

** *Sc.D. (technical sciences), Professor, Head of Laboratory, National Research Nuclear University MEPhI, Moscow;*

*** *Sc.D. (technical sciences), Professor, National Research Nuclear University MEPhI, Moscow;*

**** *Academician of RAE, Sc.D. (psychology), Academician-secretary of the Department of Psychology and Normal Physiology of RAE; Head of Laboratory, Federal State-financed Establishment of Russian Academy of Education, Psychological Institute RAE, Moscow.*

The article presents the results of the analysis of the role of cognitive and non-cognitive factors of success in learning mathematics and Russian language in primary school boys and girls. We focused on cognitive measures: spatial memory, speed of information processing, number sense and a measure of motivation – the value of learning activities. We found sex differences in spatial memory, speed of information processing, the value of training activities and success in learning Russian language. The rate of success in mathematics in boys and girls showed similar structure of relationships of the analyzed characteristics, whereas for the success in Russian the structure of relationships was different (boys had no relationship with spatial memory). We revealed different patterns of predictors of success in learning mathematics and Russian in girls and boys of primary school age. We highlight the importance of the value of learning activity as a predictor of success in learning in younger school children of both sexes.

Key words: speed of processing, visuo-spatial memory, number sense, value of learning, academic achievement, primary school level, gender differences.