

РЕГУЛЯТОРНЫЕ И КОГНИТИВНЫЕ ПРЕДИКТОРЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ УСПЕШНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ¹

© 2014 г. В. И. Моросанова*, Т. Г. Фомина**, Ю. В. Ковас***, О. Е. Богданова****

* Доктор психологических наук, профессор, заведующая лабораторией психологии саморегуляции учреждения РАО «Психологический институт», Москва;

e-mail: morosanova@mail.ru

** Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник, там же;

e-mail: tanafomina@mail.ru

*** Доктор психологических наук, директор Международной лаборатории междисциплинарных исследований индивидуальных различий в обучении, Голдсмитс, Университет Лондона, Лондон;

e-mail: kovas@gold.ac.uk

**** Кандидат педагогических наук, доцент факультета психологии Томского государственного университета, Томск;

e-mail: olga_tomsk@front.ru

Приводятся данные эмпирического исследования взаимосвязи регуляторных характеристик и когнитивных способностей школьников с математической успешностью, демонстрируемой в различных ситуациях: при выполнении различных математических тестовых заданий, в учебных ситуациях (академические достижения), в ситуации экзамена ($N = 321$). Обсуждаются данные сравнительного анализа значимых регуляторных и когнитивных предикторов для различных видов математической успешности школьников. Показано, что общий уровень осознанной саморегуляции учебной деятельности является статистически значимым предиктором математической беглости, успешности в решении математических, логических задач и уравнений, а также академических достижений в математике.

Ключевые слова: осознанная саморегуляция, математическая успешность, когнитивные способности, учебная деятельность, математические способности, школьники.

Взаимосвязь когнитивных способностей человека с психической саморегуляцией и продуктивностью деятельности человека – фундаментальная научная проблема. Ее исследование вносит вклад в развитие научных представлений о регулирующей роли психики человека, а также развивает актуальное для когнитивных наук представление о метакогнитивных процессах и их роли в обеспечении поведения человека. Исследование взаимосвязи индивидуальных когнитивных и регуляторных характеристик человека значимо для развития дифференциальной психологии, а выявление роли этой взаимосвязи для обеспечения успешности деятельности человека (учебной и профессиональной) имеет практическую значимость для решения такой актуальной проблемы педагогической психологии и психологии труда как создание индивидуально-ориентированных программ обучения.

Наиболее интенсивно роль саморегуляции (СР) в процессе решения задач (*problem solving*) и повышении академической успеваемости исследуется на материале решения математических заданий [30, 34].

В зарубежной психологии разработаны различные психологические модели решения математических задач:

1. Четырехшаговая модель: понимание, разработка плана, выполнение плана, оценка результата [32].

2. Трехуровневая стратегия решения задач: анализ, исследование, проверка [33].

3. Четырехуровневая стратегия регуляции при решении задач: ориентировка, организация, выполнение, проверка [27].

4. Пятишаговая когнитивная стратегия саморегуляции: построение ментального образа проблемы, выбор способа ее решения, выполнение необходимых расчетов, интерпретация результатов и формулировка ответа, оценка решения [34].

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-06-00585).

В современной когнитивной психологии произошло разделение понятий саморегуляции и метапознания (*metacognition*). Метапознание – это знание о регулировании субъектом своей познавательной деятельности в процессе обучения [18, 22]. Оно относится к способности анализировать, понимать и контролировать свое обучение и объединяет два основных компонента: *знание о познании* и *регулирование процесса познания* [20, 23, 25]. *Знание о познании* включает в себя три субкомпонента, которые облегчают рефлексивный аспект метапознания: полученные знания (то есть знание о себе и стратегиях решения задач), процедурные знания (понимание того, как использовать стратегии) и знание об условиях обучения (знание того, как, где и когда использовать стратегии). *Регулирование процесса познания* также включает в себя ряд subprocessов, которые облегчают контроль самого процесса обучения: планирование, стратегии управления информацией, текущий контроль процесса познания, подбор стратегий и оценка результатов [16, 17].

Некоторые исследователи рассматривают СР как подчиненный компонент метапознания [19, 26], в то время как другие считают СР вышестоящим по отношению к метапознанию концептом [35, 37], который включает в себя мотивационные и социально-эмоциональные процессы. Разделяя последнюю точку зрения, отметим, что большинство эмпирических исследований опирается на четыре основные модели саморегуляции обучения: модель циклических фаз саморегуляции [38], шестикомпонентную модель [21], модель когнитивного, метакогнитивного и ресурсного управления стратегиями [31] и четырехфазную модель СР, предложенную *Winne* и *Perry* [36]. Из них только модель *P. Pintrich* [31] рассматривает отдельные аспекты саморегуляции как ресурсы успешности решения задач. Описанная в данной модели стратегия управления ресурсами включает: управление временем и ситуацией обучения, регулирование усилий и поиск помощи у одноклассников и учителей.

Проведенные в лаборатории психологии саморегуляции Психологического института РАО исследования (на выборке более 2000 учащихся разных возрастов) свидетельствуют о том, что умение учащегося строить свою учебную деятельность так, чтобы добиться успешности в учении, зависит от его индивидуальных характеристик осознанной саморегуляции учебной деятельности и реализующих ее когнитивных процессов, в частности внимания и оперативной памяти [3]. Теоретически и эмпирически обосновано, что индивидуальная система

саморегуляции является психологическим средством человека для мобилизации психологических ресурсов его индивидуальности с целью выдвижения и достижения субъектно-принятых целей [6]. В большей мере эмпирически исследованы взаимосвязи между стилевыми особенностями саморегуляции и личностными ресурсами (темпераментом и характером, самосознанием человека, его функциональными состояниями). Показано, что развитие саморегуляции опосредствует влияние личностных, когнитивных и функциональных ресурсов на поведение человека, способствует компенсации черт темперамента и характера, а также функциональных состояний, препятствующих достижению учебных и профессиональных целей [4, 5, 7, 8, 11 и др.].

До настоящего времени в меньшей степени изучены взаимосвязи когнитивных и интеллектуальных характеристик индивидуальности с развитием осознанной саморегуляции и успешностью деятельности. Сегодня наблюдается повышение интереса исследователей к проблеме изучения некогнитивных, личностных факторов, детерминирующих академическую успешность [1, 2, 12, 13 и др.]. Среди личностных предикторов ученые отмечают такие характеристики, как мотивация достижения, самооценка, самоэффективность, факторы “Большой пятерки”, отдельные личностные черты и т.п. [1, 2, 12, 13, 26, 27 и др.]. Так, в исследованиях Т.В. Корниловой и коллег выявлено, что показатели академической успеваемости связаны не только с психометрическим интеллектом, но и с его самооценкой [12]. Т.О. Гордеева и Е.Н. Осин отмечают, что академические достижения студентов могут быть предсказаны системой мотивационных переменных, включающих мотивационно-смысловые, регуляторно-целевые, когнитивно-мотивационные и интегративно-поведенческие составляющие [1]. Значимыми предикторами академической успеваемости среди факторов “Большой пятерки” на выборке российских студентов оказались нейротизм и, частично, согласие и открытость опыту [2]. Таким образом, изучение некогнитивных факторов, связанных с академической успешностью учащихся, является в настоящее время достаточно актуальным. Исследования в области осознанной саморегуляции учебной деятельности школьников показывают, что регуляторные особенности являются также значимой предпосылкой успешности обучения. Однако не проводилось изучение специфики связи регуляторных, интеллектуальных и когнитивных характеристик школьников.

Современные исследования не дают также однозначного ответа на вопросы, связанные с ана-

лизом взаимосвязи когнитивных характеристик и математической успешности. Существует проблема неоднозначности интерпретации направления наблюдаемых взаимосвязей. Дискуссионным остается и вопрос о том, какие именно когнитивные характеристики влияют на математическую успешность. Так, активно ведутся исследования взаимосвязей математических способностей с пространственной памятью [14, 15]. Т.Н. Тихомировой и Ю.В. Ковас было показано, что взаимосвязи математической успешности с такими когнитивными способностями, как чувство числа и скорость переработки информации, оказались различными для российской и английской выборок. Обнаруженные факты свидетельствуют о том, что на математическую успешность субъекта влияет не только степень развития различных когнитивных и интеллектуальных характеристик, но и ряд других факторов. Есть все основания предполагать, что к этим факторам относятся степень развития и специфика регуляторных и личностных характеристик. Данные факторы остаются малоизученными в контексте их влияния на математическую успешность. Возможно, что существенное значение имеет и характер конкретных видов деятельности и ситуаций, в которых актуализируются математические способности индивида. В этом случае можно предположить, что, в зависимости от характера решаемых задач, ситуационных переменных, мотивационно-личностных состояний, степень влияния когнитивных и регуляторных характеристик на математическую успешность будет различной.

В наших последних исследованиях была выявлена положительная корреляционная связь между показателями осознанной саморегуляции, интеллекта и успеваемости учащихся. Оказалось, что существенное условие высокой успеваемости интеллектуально-одаренных детей – это развитие у них регуляторно-личностных качеств инициативности и самостоятельности [9]. Целью настоящего исследования является изучение взаимосвязи осознанной саморегуляции и когнитивных ресурсов, лежащих в основе математических способностей, с успешностью в математике. Исследование включает следующие эмпирические задачи:

1) выявить особенности взаимосвязи регуляторных и когнитивных характеристик с различными видами математической успешности школьников;

2) определить, какие регуляторные и когнитивные характеристики являются значимыми предикторами математической успешности школьников.

ГИПОТЕЗЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Математическая успешность связана не только с развитием интеллекта, но и с когнитивными и регуляторными ресурсами. Регуляторные характеристики в большей степени связаны с академической успешностью учащихся в математике, а когнитивные – с успешностью решения математических задач, тестирующих математические способности.

2. Взаимосвязь когнитивных и регуляторных характеристик не является непосредственной, но может быть обнаружена во влиянии стилевых характеристик саморегуляции на проявления когнитивных ресурсов в ситуациях решения задач.

МЕТОДИКА

Участники исследования. В исследовании приняли участие 321 учащийся в возрасте 14-16 лет (ученики 9-х классов) школ г. Москвы ($N = 177$ чел., 98 мальчиков и 79 девочек) и г. Томска ($N = 144$ чел., 58 мальчиков и 86 девочек).

Методики исследования. Можно выделить три основные группы методов, которые были использованы для оценки исследуемых параметров. Первый блок – это методы оценки характеристик саморегуляции учебной деятельности испытуемых. Для этого был использован многошкальный тест-опросник “Стиль саморегуляции учебной деятельности” ССУД-М [10]. Он позволяет выявить степень развития осознанной саморегуляции учебной деятельности и регуляторный профиль ее стилевых характеристик (планирование, моделирование, программирование, оценивание результатов), а также особенности развития регуляторно-личностных свойств – гибкости, самостоятельности, надежности, ответственности. Стандартизация опросника была проведена на выборке более чем 700 учащихся. Утверждения опросника хорошо согласованы. Коэффициент надежности α -Кронбаха шкал опросника составляет от 0.58 до 0.76.

Второй блок – методы исследования когнитивных и интеллектуальных способностей учащихся. Для этого была использована русскоязычная интернет-версия тестовых батарей *Number Sense* и *Spatial*, разработанных в Международной лаборатории междисциплинарных исследований индивидуальных различий в обучении (Лондон)². В настоящем исследовании были использованы результаты следующих тестов, входящих в батареи

² URL: <http://www.inlab.co.uk>

“*Number Sense*” и “*Spatial*”: “Пространственная память”, “Точки и числа”, “Чувство числа”, “Числовая линия”, “Умственное вращение”, “Время реакции”, “Прогрессивные матрицы Равена”. Результаты по данным тестам представляют собой: количество правильных ответов – для тестов “Пространственная память”, “Точки и числа”, “Чувство числа”, “Прогрессивные матрицы Равена”; отклонение отмеченной испытуемым позиции на линии от действительной позиции каждого числа – для теста “Числовая линия”; значение времени реакции на правильные ответы – для теста “Время реакции”; показатель по тесту “Умственное вращение” представляет собой величину, образованную в результате разности между общим количеством выполненных заданий и количеством неверно выполненных.

Третий блок методов – исследование математической успешности школьников. Для оценки математической успешности использовались результаты выполнения школьниками математических заданий, по которым можно судить об уровне их математических способностей (тесты математической беглости и понимания чисел), и учебные показатели математической успешности (годовая отметка по математике и результаты ГИА). Математическая беглость оценивалась по количеству правильно решенных заданий в тесте “Верно–неверно” (компьютерная батарея *Number Sense*). Учащимся необходимо было решить, верно или неверно выполнен каждый математический пример, и в течение 10-ти секунд нажать соответствующую клавишу на клавиатуре компьютера. Тест “Понимание чисел” состоял из 18 математических заданий, сформированных в соответствии с Национальными Образовательными стандартами Великобритании в области математики. Успешность оценивалась по количеству решенных математических, логических задач и уравнений различной сложности, требующих понимания математических операций и их отношений в не ограниченной по времени ситуации.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы *SPSS 17.0*. Были использованы методы описательной статистики, корреляционный анализ, дисперсионный анализ и множественный регрессионный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Данные, полученные в ходе исследования, позволяют, во-первых, проанализировать систему взаимосвязей регуляторных и когнитивных характеристик с математической успешностью учащихся, во-вторых, сравнить вклад регуляторных и когнитивных переменных в математическую успешность школьников, рассматриваемую, с одной стороны, как проявление некоторых математических способностей, а с другой – как результат конкретных академических достижений в математике.

На первом этапе анализа данных был проведен **дисперсионный анализ** с тем, чтобы обосновать возможности объединения выборки томских и московских школьников для дальнейшего анализа и интерпретации данных. По когнитивным переменным различий не обнаружено. Это означает, что обе выборки – московские и томские учащиеся – значимо не различаются по таким когнитивным характеристикам, как пространственная память, чувство числа, невербальный интеллект и др. Однако были обнаружены значимые различия по ряду показателей математической успешности, а также по нескольким показателям осознанной саморегуляции учебной деятельности (см. табл. 1 и 2).

Мы видим, что эффект города в большей степени значим для академической успеваемости по математике, а также успешности на экзамене (размер эффекта 18% и 15%). Данный факт может быть обусловлен спецификой образовательного учреждения, учебными программами т.п. С этой целью мы провели сравнительный анализ

Таблица 1. Сравнительный анализ математической успешности московских и томских школьников

Показатели матем. успешности	Город	N	Среднее	Станд. откл.	F	P	Размер эффекта																				
Понимание чисел	Москва	167	12.90	3.24	22.220	.000	.072																				
	Томск	125	11.02	3.49				Отметка за год по алгебре	Москва	158	4.31	.585	65.014	.000	.181	Томск	141	3.74	.670	ГИА	Москва	121	29.12	6.02	45.248	.000	.154
Отметка за год по алгебре	Москва	158	4.31	.585	65.014	.000	.181																				
	Томск	141	3.74	.670				ГИА	Москва	121	29.12	6.02	45.248	.000	.154	Томск	132	24.36	5.69								
ГИА	Москва	121	29.12	6.02	45.248	.000	.154																				
	Томск	132	24.36	5.69																							

Таблица 2. Сравнительный анализ показателей осознанной саморегуляции учебной деятельности у московских и томских школьников

Показатели осознанной саморегуляции	Город	N	Среднее	Станд. откл.	F	p	Размер эффекта
Гибкость	Москва	160	5.72	1.80	15.089	.000	.048
	Томск	141	4.89	1.94			
Самостоятельность	Москва	160	4.82	1.82	9.529	.002	.031
	Томск	141	4.22	1.54			
Ответственность	Москва	160	4.08	2.163	6.916	.009	.023
	Томск	141	3.43	2.105			
Общий уровень саморегуляции	Москва	160	35.33	10.38	34.328	.000	.104
	Томск	141	28.82	8.06			

учащихся по школам (выборка представлена одной московской школой и шестью томскими). Последовательное сравнение школ, принявших участие в исследовании, показало, что обнаруженные различия обусловлены различиями внутри школ. Однако размер эффекта небольшой; кроме того группы учащихся (особенно это касается томских школ) не совсем однородны по количественному и качественному составу. Анализ этих данных представляет собой отдельную исследовательскую задачу, он не был включён в данную публикацию.

Обнаружены значимые различия по регуляторно-личностным свойствам, по регуляторным процессам различий нет. Максимальный эффект города мы наблюдаем при сравнении общего уровня осознанной саморегуляции – 10%, по остальным показателям – не более 5%.

Небольшой размер эффекта, полученный при анализе различий по фактору города и по фактору принадлежности к школе, позволяет нам объединить выборки московских и томских учащихся для выявления когнитивных и регуляторных предикторов их математической успешности. Однако полученные различия планируется проанализировать более подробно, используя информацию о типе учебного заведения, специфике организации учебной деятельности, системе отбора (или ее отсутствии). Это позволит объяснить полученные различия и выявить факторы, которые объясняют существование различий.

В дальнейшем анализе использовалась объединенная выборка учащихся. Ниже представлены описательные статистики основных измеренных показателей (табл. 3).

Для тестов, измеряющих математическую успешность (“Верно–неверно” и “Понимание чисел”), а также ряда тестов, измеряющих когни-

тивные переменные, указано среднее значение количества правильных ответов. Минимально и максимально возможное количество баллов по тестам составляет: “Верно–неверно” – от 0 до 48, “Понимание чисел” – от 0 до 18, “Пространственная память” – от 0 до 12; “Чувства числа” от 0 до 150; “Точки и числа” – от 0 до 36, “Время реакции” – от 0 до 40; “Прогрессивные матрицы Равена” – от 0 до 30. Для показателя “отметка по алгебре” указан средний балл учащихся по 5-бальной системе, “ГИА” – средний балл, полученный учащимися на итоговом экзамене по математике. Для всех показателей саморегуляции указаны средние значения полученных баллов (ответы учащихся с помощью ключа переведены в баллы: максимальное количество баллов по отдельным шкалам – 9, для шкалы “Общий уровень саморегуляции” – 58).

Все рассматриваемые в исследовании показатели были проверены на соответствие нормальному распределению при помощи графических методов. Также были проведены процедуры по удалению экстремальных значений по всем показателям (“выбросов”). В целом, все исследуемые параметры соответствовали нормальному распределению или были близки к нему. Этот факт был учтен при дальнейшей обработке данных, в частности, при подборе статистических процедур.

Корреляционный анализ. В основе выделения и оценки нами различных видов математической успешности лежит предположение о том, что математическая успешность, которая оценивается специальными тестами (математическая беглость, решение логических задач и уравнений), а также математическая успешность, которая фиксируется в виде оценки учащегося в соответствии с требованиями образовательной системы (отметка за год и результат ГИА), зависят от ряда когнитивных и регуляторных факторов. Но для начала

Таблица 3. Средние значения и стандартные отклонения значений по тестам

	Название теста	Тестовая батарея	Показатели	N	Среднее	Станд. откл.
Матем. успешность	Верно–неверно	Spatial	Математическая беглость	309	40.00	5.28
		Number sense	Понимание чисел	293	12.09	3.47
	Понимание чисел	Number sense	Отметка по алгебре	301	4.05	0.69
			ГИА	255	26.65	6.28
Когнитивные характеристики	Пространственная память	Spatial	Пространственная память	309	5.84	1.92
		Number sense	Чувство числа	292	111.30	12.02
	Number sense	Точки и числа	302	23.23	4.71	
	Number sense	Числовая линия	301	40.11	17.43	
	Number sense	Время реакции	294	37.72	3.22	
	Spatial	Тест Равена	310	14.61	3.77	
	Саморегуляция	Умственное вращение	Spatial	Умственное вращение	306	20.78
			Планирование	303	4.61	2.07
Стиль саморегуляции учебной деятельности (ССУД-М)			Моделирование	303	5.39	2.13
			Программирование	303	5.29	1.85
			Оценивание результата	303	4.51	2.07
			Гибкость	303	5.34	1.91
			Самостоятельность	303	4.54	1.71
			Надежность	303	4.17	1.91
			Ответственность	303	3.79	2.15
			Общий уровень саморегуляции	303	32.34	9.91

Таблица 4. Корреляции между разными видами математической успешности школьников

	Матем. беглость	Понимание чисел	Отметка по алгебре	ГИА
Математическая беглость	1	.445**	.430**	.363**
Понимание чисел	.445**	1	.350**	.292**
Отметка по алгебре	.430**	.350**	1	.563**
ГИА	.363**	.292**	.563**	1

Примечание. Уровень статистической значимости: ** – $p < .01$.

необходимо выяснить, можно ли рассматривать разные виды математической успешности как отдельные показатели, или это единый общий показатель. Для этого был проведен корреляционный анализ между основными видами математической успешности школьников (см. табл. 4).

Из таблицы видно, что все показатели значимо коррелируют между собой, но величина коэффициента корреляции не настолько велика, чтобы сделать необходимым объединение шкал и создание объединенных показателей. Наибольший коэффициент корреляции обнаружен между отметкой за год и результатом ГИА по математике.

Однако величина коэффициента не свидетельствует о том, что можно однозначно предполагать успешную сдачу экзамена, если ученик показывает высокую академическую успеваемость, и наоборот.

Далее мы провели корреляционный анализ регуляторных и когнитивных переменных с математической успешностью школьников (табл. 5).

Значимые корреляции математической успешности школьников обнаружены как с когнитивными, так и с регуляторными показателями. Наличие значимых взаимосвязей между математической успешностью и когнитивными способностями

Таблица 5. Корреляции между когнитивными, а также регуляторными переменными и математической успешностью школьников

Показатели	Математическая беглость	Понимание чисел	Отметка по алгебре	ГИА
Пространственная память	.336**	.240**	.181**	.241**
Чувство числа	.221**	.303**	.220**	.179**
Точки и числа	.211**	.095	.117*	.057
Числовая линия	-.166**	-.092	-.218**	-.197**
Время реакции	-.025	.260**	.000	.083
Тест Равена	.368**	.310**	.207**	.210**
Умственное вращение	.326**	.265**	.109	.126*
Планирование	-.040	-.026	.092	.064
Моделирование	.147*	.212**	.253**	.167**
Программирование	-.012	.013	.091	.061
Оценивание результата	.070	.094	.218**	.096
Гибкость	.032	.013	.053	.051
Самостоятельность	.025	.109	.142*	.074
Надежность	.075	.139*	.107	.017
Ответственность	.001	.026	.120*	-.097
Общий уровень саморегуляции	.097	.137*	.242**	-.016

Примечание. Уровень статистической значимости: * – $p < .05$; ** – $p < .01$.

соответствует данным литературы. Также обнаружены значимые взаимосвязи математической успешности с регуляторными характеристиками. Наибольшее количество значимых корреляций обнаружено с показателем “Моделирование”. Моделирование связано со способностью выделять значимые условия достижения целей как в текущей ситуации, так и в перспективном будущем, что проявляется в адекватности программ действий планам деятельности, соответствии получаемых результатов принятым целям. Поэтому вполне закономерно, что моделирование связано с успешностью в осуществлении когнитивной деятельности. Логичными также являются обнаруженные нами значимые связи между регуляторно-личностными характеристиками и математической успешностью.

Значимых корреляций между регуляторными и когнитивными показателями обнаружено не было. Данный факт может объясняться тем, что когнитивные и регуляторные характеристики личности, по-видимому, представляют собой несколько разные конструкты как по содержанию, так и по специфике развития в онтогенезе личности. К тому же осознанная саморегуляция представляет собой развернутый процесс, тогда как когнитивные процессы более свернуты. В то же время мы полагаем, что осознанная саморегуляция вносит существенный вклад в эффективность функцио-

нирования когнитивных процессов, но не непосредственно, а опосредованно.

Множественный регрессионный анализ. Множественный регрессионный анализ был проведён с целью выявления когнитивных и регуляторных предикторов различных видов математической успешности.

В результате анализа были построены четыре статистически значимые регрессионные модели для четырех типов математической успешности, которые анализируются в нашем исследовании. В качестве предикторов рассматривались когнитивные и регуляторные переменные. Когнитивные переменные: пространственная память, чувство числа, невербальный интеллект, пространственная память и способность к ментальному вращению. Регуляторные переменные: планирование, моделирование, программирование, оценивание результата, гибкость, самостоятельность, надежность, ответственность, общий уровень саморегуляции. Регрессионный анализ мы провели дважды: вначале в регрессионные модели были включены когнитивные переменные и отдельные регуляторные показатели. Затем в качестве предикторов анализировались когнитивные переменные и общий уровень саморегуляции. В первом случае в качестве значимых регуляторных предикторов были выявлены: гибкость ($*p < .05$) – для математической беглости; моделирование и надежность ($*p < .05$) – для понимания чисел;

Таблица 6. Регрессионная модель зависимой переменной “Математическая беглость”

Зависимая переменная	R^2	Скорректированный R^2	F	Значимые предикторы	t	Уровень значимости
Математическая беглость	.290	.271	14.998	Пространственная память	3.574	.000
				Тест Равена	4.520	.000
				Общий уровень СР	2.930	.004
				Точки и числа	2.507	.013
				Умственное вращение	2.259	.025

Таблица 7. Регрессионная модель зависимой переменной “Понимание чисел”

Зависимая переменная	R^2	Скорректированный R^2	F	Значимые предикторы	t	Уровень значимости
Понимание чисел	.206	.184	9.198	Чувство числа	3.792	.000
				Общий уровень СР	3.088	.002
				Тест Равена	2.697	.007
				Умственное вращение	2.182	.030

планирование и ответственность ($*p < .05$) – для успешности на экзамене. В результате сравнения регрессионных моделей было принято решение использовать для дальнейшего анализа и интерпретации модели, в которые был включен показатель общего уровня саморегуляции учебной деятельности. В таблице 6 представлены основные параметры регрессионной модели для переменной “Математическая беглость”.

Из таблицы следует, что значимыми предикторами математической беглости являются: пространственная память, невербальный интеллект, общий уровень саморегуляции, а также чувство числа (тест “Точки и числа”) и пространственные способности (умственное вращение). Данная модель объясняет 27% дисперсии. То есть успешность в решении математических заданий в условиях ограниченного времени объясняется не только высоким уровнем когнитивных и интеллектуальных способностей, но и определенным вкладом осознанной саморегуляции, которая, по-видимому, способствует оптимизации и организации деятельности по решению задач.

Регрессионная модель переменной “Понимание чисел” представлена в таблице 7.

Состав регрессионной модели “Понимание чисел” схож с предыдущей моделью, за исключением отсутствия показателя пространственной памяти. Модель объясняет 18% дисперсии, в ее состав также входит показатель общего уровня саморегуляции.

Далее мы проанализировали регрессионные модели, построенные в отношении конкретных математических достижений учащихся в математике, выраженных в отметках.

В качестве значимых предикторов зависимой переменной “отметка за год по математике” выступают: общий уровень саморегуляции, чувство числа и невербальный интеллект. Модель объясняет 15% дисперсии. То есть академическая успеваемость ученика и ее итоговый результат за год зависят не только от интеллектуальных и когнитивных способностей, но и от общего уровня осознанной саморегуляции учебной деятельности.

Показатель пространственной памяти является значимым предиктором переменной “ГИА”. Модель объясняет 8% дисперсии (см. табл. 9).

Данный результат в отношении успешности на экзамене для нас оказался несколько неожиданным, поскольку мы предполагали, что осознанная саморегуляция выступает одним из значимых факторов, влияющим на успешность учащихся на экзамене, что не раз было выявлено в наших более ранних исследованиях [10, 11]. Более того, на данной выборке при другом способе регрессионного анализа значимыми предикторами успешности на экзамене являлись планирование и ответственность, а гибкость значимо коррелировала с оценкой на экзамене (см. выше). Можно предположить, что несовершенство тестов и необъективность оценивания на экзаменах в форме ГИА в 2013 г., широко обсуждавшиеся российской

Таблица 8. Регрессионная модель для зависимой переменной “Отметка за год по математике”

Зависимая переменная	R^2	Скорректированный R^2	F	Значимые предикторы	t	Уровень значимости
Отметка за год по математике	.170	.147	7.453	Общий уровень SP	4.325	.000
				Числовая линия	-2.213	.028
				Тест Равена	2.169	.031

Таблица 9. Регрессионная модель для зависимой переменной “ГИА”

Зависимая переменная	R^2	Скорректированный R^2	F	Значимые предикторы	t	Уровень значимости
ГИА	.114	.084	3.850	Пространственная память	2.520	.012

общественностью, внесли искажения в степень влияния индивидуальных особенностей учащихся на результаты тестирования.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В настоящем исследовании нами были проанализированы характеристики осознанной саморегуляции учебной деятельности как предикторы математической успешности учащихся. Успешность в математике можно анализировать разными способами. С одной стороны, она может оцениваться на основе учебных достижений, выраженных в отметке (годовой и на экзамене). С другой стороны, она может рассматриваться как успешность выполнения математических заданий, по которым можно судить об уровне математических способностей (в нашем случае использовались тесты математической беглости и понимания чисел). В данном исследовании выявлялась роль регуляторных и когнитивных характеристик при реализации способностей и проявлении достижений в математике.

Из всех многочисленных когнитивных характеристик учащихся в нашей выборке значимый вклад в математическую успешность вносят в первую очередь такие математические способности, как чувство числа, невербальный интеллект, пространственная память и способность к ментальному вращению пространственных фигур. Эти данные в целом соответствуют результатам, полученным другими исследователями [14, 15, 29]. В то же время наши данные показывают некоторую специфику когнитивных предикторов различных видов математической успешности. Так, пространственные способности являются значимым предиктором для всех выделенных выше ви-

дов успешности, что было показано ранее на различных выборках учащихся из разных стран [29], в том числе и на российской выборке [14]. Интересно, что пространственная память оказалась единственным значимым из исследованных нами предиктором успешности на экзамене по математике, что является свидетельством прогностичности этого предиктора даже в том случае, когда другие предикторы отступают на второй план.

Нам также удалось зафиксировать значимый вклад в математическую успешность (кроме оценки на экзамене) такой общей способности, как невербальный интеллект, что соответствует данным, полученным другими исследователями [24].

Наименее исследованным предиктором является чувство числа, хотя есть данные о значимой роли этой способности в успешности выполнения математических тестовых заданий в разные возрастные периоды [28]. В то же время на русскоязычной выборке этот эффект не всегда выявляется [14]. На нашей выборке с помощью метода множественной регрессии отчетливо просматривается значимая роль чувства числа как предиктора математической успешности как при решении математических заданий, так и выражающейся в годовой оценке по математике.

Полученные в данном исследовании результаты также показывают зависимость академической успешности (годовой оценки по алгебре) от развития у школьника общего уровня осознанной саморегуляции (по данным регрессионного анализа) и таких регуляторно-личностных характеристик, как ответственность, самостоятельность и надежность (по данным корреляционного анализа). Любопытно, что предикторами успешности на экзамене оказались преимущественно ответ-

ственность и планирование, но не общий уровень саморегуляции (по данным регрессионного анализа). Подобные зависимости проявляются также по отношению к успешности выполнения математических тестовых заданий. Так, среди значимых предикторов математической беглости и понимания чисел – общий уровень саморегуляции, причем при регрессионном анализе по отдельным показателям саморегуляции специфичным предиктором математической беглости является регуляторная гибкость, а для понимания чисел – моделирование и надежность.

Регуляторные характеристики имеют наибольшее количество значимых корреляций с показателем академических достижений учащихся, наименьшее – с математической беглостью. Это свидетельствует о том, что механизмы осознанной саморегуляции эффективней используются субъектом в ситуациях, не лимитированных по времени. Когда ситуация жестко ограничена временем и требуется дать быстрый ответ (проявить математическую беглость), то в первую очередь включаются когнитивные и интеллектуальные ресурсы. Но и в этих условиях осознанная саморегуляция вносит некоторый вклад в организацию действий в напряженных условиях, в первую очередь (по результатам корреляционного анализа) за счет развития регуляторной гибкости. По-видимому, развитие осознанной саморегуляции выступает необходимым условием успешного осуществления учебной подготовки в целом средствами эффективной реализации когнитивных способностей ученика, усиливая возможности более эффективного проявления этих способностей. С нашей точки зрения, осознанная саморегуляция является метакогнитивным фактором, который мобилизует необходимые индивидуальные психические ресурсы (в том числе интеллектуальные) для достижения учебных целей [6–8]. Поэтому особенно заметен вклад общего уровня осознанной саморегуляции именно в академическую успешность учебной подготовки, оцениваемую отметкой по математике за год.

Наиболее сложно ответить на вопрос, существует ли взаимосвязь между когнитивными и регуляторными характеристиками учащихся. Корреляционный анализ не показал между ними непосредственных линейных связей. С другой стороны, существенным аргументом в пользу существования взаимосвязи являются данные регрессионного анализа. Он выявил как когнитивные, так и регуляторные предикторы различных видов математической успешности, в том числе и в выполнении математических заданий, тести-

рующих развитие таких когнитивных способностей, как понимание числа и математическая беглость. Интерпретируя эти данные, нужно помнить о том, что используемый нами опросник ССУД-М направлен на выявление стилевых различий саморегуляции поведения в учебных ситуациях, и как инструмент диагностики имеет сильные ограничения для анализа осознанной саморегуляции в конкретных экспериментальных ситуациях. Тем не менее данные регрессионного и корреляционного анализа указывают на опосредованную взаимосвязь когнитивных и регуляторных характеристик. В то же время существует необходимость дальнейшего исследования этого вопроса и разработки новых экспериментальных методов исследования актуалгенеза осознанной саморегуляции в экспериментальных ситуациях решения когнитивных задач. Возможно, осознанная саморегуляция является индивидуальной метакомпетенцией, которая служит средством мобилизации когнитивных и личностных ресурсов и от развития которой зависит успешность обучения. Проверка данного предположения станет основой будущих исследований в этом направлении.

ВЫВОДЫ

1. Успешность в математике можно характеризовать не только академической успеваемостью, но и успешностью решения математических и логических тестовых заданий.
2. Осознанная саморегуляция является значимым предиктором как академической успешности в математике, так и проявления ряда математических способностей (быстрота выполнения заданий, решение математических и логических задач различной сложности, требующих определенного уровня понимания). При этом важно учитывать, что роль саморегуляции в реализации математических способностей и математических достижений может быть различна.
3. Среди исследованных когнитивных характеристик значимыми предикторами различных типов математической успешности оказались: чувство числа, невербальный интеллект, пространственная память и способность к ментальному вращению.
4. Регуляторные характеристики имеют наибольшее количество значимых корреляций с показателями академических достижений учащихся, а когнитивные – с успешностью решения математических задач, тестирующих математические способности.

5. Когда ситуация решения математических задач жестко ограничена временем, в первую очередь включаются когнитивные и интеллектуальные ресурсы. Регуляторные ресурсы в большей степени связаны с академической годовой оценкой по математике.

6. Взаимосвязь когнитивных и регуляторных индивидуальных характеристик не является непосредственной, но отчетливо прослеживается во влиянии стилевых характеристик саморегуляции на проявления когнитивных способностей, способствуя в целом оптимизации деятельности при решении математических задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеева Т.О., Осин Е.Н. Особенности мотивации достижения и учебной мотивации студентов, демонстрирующих разные типы академических достижений (ЕГЭ, победы в олимпиадах, академическая успеваемость) // Психологические исследования. 2012. Т. 5. № 24. С. 4. URL: <http://psystudy.ru>
2. Кочергина Е.В., Най Дж.В.К., Орёл Е.А. Факторы “Большой пятерки” как психологические предикторы академической успеваемости студентов вузов // Психологические исследования. 2013. Т. 6. № 27. С. 4. <http://psystudy.ru>.
3. Круглова Н.Ф. Особенности саморегуляции учебной деятельности в подростковом возрасте // Психологический журнал. 1994. Т. 15. № 2. С. 66–73.
4. Моросанова В.И. Личностные аспекты саморегуляции произвольной активности человека // Психологический журнал. 2002. Т. 23. № 6. С. 5–17.
5. Моросанова В.И. Индивидуальная саморегуляция и характер человека // Вопросы психологии. 2007. № 3. С. 59–68.
6. Моросанова В.И. Саморегуляция и индивидуальность человека. Изд-во “Институт психологии РАН”; Психологический ин-т РАО. М.: Наука, 2010.
7. Моросанова В.И. Развитие теории осознанной саморегуляции: дифференциальный подход // Вопросы психологии. 2011. № 3. С. 106–118.
8. Моросанова В.И. Дифференциально-психологические основы саморегуляции в обучении и воспитании подрастающего поколения // Мир психологии. 2013. № 2. С. 189–200.
9. Моросанова В.И., Щепланова Е.И., Бондаренко И.Н., Сидиков В.А. Взаимосвязь психометрического интеллекта, осознанной саморегуляции учебной деятельности и академической успеваемости одарённых подростков // Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология. № 3. 2013. С. 18–32.
10. Моросанова В.И., Ванин А.В., Цыганов И.Ю. Создание новой версии опросного метода “Стиль саморегуляции учебной деятельности – ССУДМ” // Теоретическая и экспериментальная психология. 2011. Т. 4. № 1. С. 48–61.
11. Моросанова В.И., Коноз Е.М. Регуляторные аспекты экстраверсии и нейротизма: новый взгляд // Вопросы психологии. 2001. № 2. С. 59–74.
12. Новикова М.А., Корнилова Т.В. Самооценка интеллекта в структурных связях с психометрическим интеллектом, личностными свойствами и академической успеваемостью // Психологические исследования. 2012. Т. 5. № 23. С. 2. URL: <http://psystudy.ru>
13. Смирнов С.Д., Корнилова Т.В., Корнилов С.А., Малахова С.И. О связи интеллектуальных и личностных характеристик студентов с успешностью их обучения // Вестник Московского ун-та. Серия 14. Психология. 2007. № 3. С. 82–87.
14. Тихомирова Т.Н., Ковас Ю.В. Взаимосвязь когнитивных характеристик учащихся и успешности решения математических заданий (на примере старшего школьного возраста) // Психологический журнал. 2013. Т. 34. № 1. С. 63–73.
15. 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.
16. Allen B.A., Armor-Thomas E. Construct validation of metacognition // Journal of Psychology. 1993. № 127(2). P. 203–211.
17. Baker L. Metacognition, comprehension monitoring and the adult reader // Educ. Psychol. Rev. 1989. V. 1. P. 3–38.
18. Brown A.L. Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition / In: Advances in instructional psychology. Ed. R. Glaser. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1978. V. 1. P. 77–165.
19. Brown A.L., DeLoache J.S. Skills, plans, and self-regulation / In: Children’s thinking: What develops? Ed. R.S. Siegel. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1978. P. 3–35.
20. Brown A.L., Palincsar A.S. Reciprocal teaching of comprehension skills: A natural history of one program for enhancing learning / In: Intelligence and exceptionality: New directions for theory, assessment, and instructional practices. Eds: J.D. Day, J.G. Borkowski. Norwood, N.J.: Ablex, 1987. P. 81–131.
21. Boekaerts M. Self-regulated learning: a new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students // Learning and Instruction. 1997. V. 7. P. 161–186.
22. Flavell J.H. Metacognition and cognitive monitoring // American Psychologist. 1979. V. 34. P. 906–911.
23. Flavell J.H. Speculations about the nature and development of metacognition / In: In Metacognition, Motivation, and Understanding. Eds: F.E. Weinert, R.H. Kluwe. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1987. P. 21–29.
24. Inglis M., Attridge N., Batchelor S., Gilmore C. Non-verbal number acuity correlates with symbolic

- mathematics achievement: But only in children // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2011. V. 18. Is. 6. P. 1222–1229.
25. *Jacobs J.E., Paris S.G.* Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction // *Educ. Psychol.* 1987. V. 22. P. 255–278.
 26. *Kluwe R.H.* Executive decisions and regulation of problem solving behaviour / In *Metacognition, Motivation, and Understanding*. Eds: F.E. Weinert, R.H. Kluwe. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1987. P. 31–64
 27. *Lester F.K., Garofalo J., Kroll D.L.* Self-Confidence, Interest, Beliefs, and Metacognition: Key Influences on Problem-Solving Behavior // In: *Affect and Mathematical Problem Solving*. Eds: McLeod, Douglas B., Adams, Verna M. N.Y.: Springer-Verlag, 1989. P. 75–88.
 28. *Opfer J.E., Siegler R.S.* Representational change and children's numerical estimation // *Cognitive Psychology*. 2007. V. 55. P. 169–195.
 29. *Pagulayan K.F., Busch R.M., Medina K.L., Bartok J.A., Krikorian R.* Developmental Normative Data for the Corsi Block-Tapping Task // *Journ. of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 2006. V. 28.No. 6. P. 1043–1052.
 30. *Perels, Schmitz et al.* Training of self-regulatory and problem-solving competence // *Learning and instruction*. 2005. V. 15. Is. 2. P. 123–139.
 31. *Pintrich P.R.* The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning // *International Journal of Educational Research*. 1999. V. 31. No. 6. P. 459–470.
 32. *Polya G.* How to Solve It? (Feryal Halatçı, çev.). N.Y., 1997
 33. *Schoenfeld A.H.* Mathematical problem solving. N.Y.: Academic Press, 1985.
 34. *Verschaffel L., De Corte E., Lasure S., Van Vaerenbergh G., Bogaerts H., Ratinckx E.* Learning to Solve Mathematical Application Problems: A Design Experiment with Fifth Graders // *Mathematical Thinking & Learning*. 1999. V. 1. No. 1. P. 195–229.
 35. *Winne P.H.* A metacognitive view of individual differences in self-regulated learning // *Learning and Individual Differences*. 1996. V. 8. P. 327–353.
 36. *Winne P.H., Perry N.E.* Measuring Self-regulated learning / In: *Handbook of Self-Regulation*. Eds: M. Boekaerts, P.R. Pintrich, M. Zeidner. Orlando, FL: Academic Press, 2000. P. 531–566.
 37. *Zimmerman B.J.* Self-regulation involves more than metacognition: A social cognitive perspective // *Educational Psychologist*. 1995. V. 30. P. 217–221.
 38. *Zimmerman B.J.* Sociocultural influence and students' development of academic self-regulation. A social cognitive perspective // *Research on sociocultural influences on motivation and learning: Big theories revisited*. 2004. V. 4. P. 139–164.

REGULATORY AND COGNITIVE PREDICTORS OF STUDENTS' MATHEMATICAL SUCCESS

V. I. Morosanova*, T. G. Fomina, Y. V. Kovas***, O. E. Bogdanova******

* *Sc.D. (psychology), professor, Head of Department of Self-regulation in Psychological Institute of the Russian Academy of Education, Moscow;*

** *PhD, senior research officer of Department of Self-regulation in Psychological Institute of the Russian Academy of Education, Moscow;*

*** *PhD, Director of International Laboratory for Interdisciplinary Investigations into Individual Differences in Learning, Goldsmiths, University of London, London, Director of the Laboratory for Cognitive Investigations and Behavioral Genetics at Tomsk State University, Tomsk;*

**** *PhD, Tomsk State University, Tomsk*

The primary purpose of this study was to examine the relationship between mathematical achievement and students' cognitive and regulatory characteristics. The results showed that self-regulation is a significant predictor of mathematical success, beyond the contribution of general intelligence and cognitive abilities. Moreover, we found that different aspects of mathematical success were explained by partly different cognitive and regulatory factors. We discuss the results with the view that conscious self-regulation may serve as a metacognitive factor that is involved in intellectual activity.

Key words: conscious self-regulation, cognitive characteristics, learning activities, mathematical ability, mathematical achievement.