

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОСВЯЗИ ОБЩЕГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАТЕМАТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ У СТАРШЕКЛАССНИКОВ И СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В РАЗНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

Т.А. Ваулина, Э.А. Щеглова (Томск)

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (ГК № 14.В37.21.0277 от 25.07.2012)

Аннотация. Приводятся результаты эмпирического исследования взаимосвязи общего интеллекта и математических способностей у старшеклассников и студентов, обучающихся по общеобразовательному, гуманитарному и математическому профилям. Показано, что общий интеллект выступает устойчивой характеристикой, которая определяет эффективность овладения математическими знаниями независимо от профиля обучения.

Ключевые слова: общий интеллект; математические способности; образовательная среда; профиль обучения.

Основываясь на аналитических данных о состоянии математического образования на различных уровнях, Министерство образования и науки РФ в качестве одной из целей своей деятельности на 2013 г. обозначило разработку и утверждение концепции развития математического образования в Российской Федерации [5]. Данный факт говорит о признании значимости математического образования. Изучение математических способностей имеет важное значение для развития интеллектуального потенциала страны практически во всех конкурентных областях научной, социальной, экономической и других сфер. Обучение математике стало рассматриваться не только как процесс овладения математическими знаниями, но и как важный компонент развития универсальных (общих) способностей человека. Цель данной работы – изучение специфики взаимосвязи между общим интеллектом и математическими способностями старшеклассников и студентов.

Изучение математических способностей учащихся общеобразовательных школ и вузов невозможно без понимания влияния разнообразных групп факторов (индивидуально-психологических, межличностных, предметных и др.), которые могут быть объединены в единое понятие «образовательная среда». Еще Л.С. Выготский определял среду как культурно-историческую реальность, которая интегрирует в себе весь предшествующий опыт развития человечества и состоит из предметов, имеющих для человека определенное значение. Человек «вступает в общение с природой не иначе как через среду, и в зависимости от этого среда становится важнейшим фактором, определяющим

и устанавливающим поведение человека» [1. С. 12]. В настоящее время в педагогической психологии представлены разнообразные модели образовательной среды: эколого-личностная модель (В.А. Ясвин), коммуникативно-ориентированная (В.В. Рубцов), антрополого-психологическая (В.И. Слободчиков), экпсихологическая (В.И. Панов) и другие. Так как в рамки данной работы не укладывается обсуждение специфики каждого из обозначенных подходов к определению и структурным компонентам образовательной среды, мы затронем лишь некоторые из них. Так, В.И. Панов рассматривает образовательную среду как систему «педагогических и психологических условий и влияний, которые создают возможность для раскрытия как еще не проявившихся интересов и способностей, так и для развития уже проявившихся способностей и личности учащихся в соответствии с присущими каждому индивиду природными задатками и требованиями возрастной социализации» [3. С. 80].

Рассматривая образовательную среду с позиции антропологической психологии, В.Е. Ключко и О.М. Краснорядцева указывают на то, что образовательная среда должна изменяться в унисон с изменяющимся обществом, «образование должно проявлять себя подобно другим динамично развивающимся системам, т.е. быстро и адекватно реагировать на изменения, которые происходят в общественном развитии» [2. С. 4]. Говоря о проблеме проектирования образовательной среды, создающей условия для развития интеллектуальной одаренности и инновационных потенций будущего специалиста, В.Е. Ключко и О.М. Краснорядцева отмечают: важно учитывать, что потенциал одаренности и инновационный потенциал человека актуализируются не в любых ситуациях, а только в тех, которые соответствуют определенным потенциям человека [2]. Именно общий интеллект как генеральный фактор (G), выступающий основанием любых успешных умственных действий, проявляется в ценностно-смысловом отборе человеком необходимой информацией. Интеллект «выступает как определенная качественная характеристика человека, которая своим основанием имеет уровень развития способностей, относимых к числу интеллектуальных, но при этом, попадая в пространство концепта одаренности, т.е. рассматриваемый в единстве с креативностью и уровнем развития мотивации, он начинает представлять собой нечто качественно новое. Здесь сливаются интеллектуальный и (жизне)творческий потенциалы человека и, выступая в этом единстве, образуют ту ценностно-смысловую основу, которая порождает активность выхода человека за пределы познанного, освоенного, устоявшегося мира» [Там же. С. 5] Итак, образовательная среда может выступать для учащихся источником индивидуального развития как перехода возможностей каждого ребенка в действительность.

Для более глубокого понимания разнообразия образовательных сред, которые реализуются в системе общего среднего математическо-

го образования в России, необходимо рассмотреть специфику построения самого обучения. Во-первых, математика является обязательной школьной дисциплиной, которая входит в перечень базовых дисциплин, ориентированных на формирование общей культуры учащихся. Во-вторых, глубина изучения математики в старшей школе зависит от профиля обучения. В федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» от 4 января 2013 г. направленность (профиль) образования определяется как ориентация образовательной программы на конкретные области знания и (или) виды деятельности [6].

Так, базовый уровень стандарта по математике в общеобразовательном профиле ориентирован на обеспечение потребности учащихся в изучении предметов, в рамках которых не предъявляются высокие требования к владению математическим аппаратом [4]. Базовый курс математических дисциплин сформирован как продолжение курса основной школы и имеет общеобразовательный характер со значительным вниманием к интеллектуальному и общекультурному развитию учащихся [4]. В базовом курсе также выделяется ещё один уровень стандарта математического образования – это базовый уровень для профилей гуманитарной направленности, который ориентирован на тех учащихся, которые не предполагают сдавать вступительные экзамены по математике. Данный курс представляет собой модификацию содержания базового курса на «общекультурном» уровне [4]. Говоря о профильном курсе изучения математики в старшей школе, следует отметить, что он ориентирован на тех учащихся, которые планируют продолжать образование в высшей школе по специальностям, требующим достаточно высокой математической подготовки. Содержание такого курса в целом расширено по сравнению с действующим обязательным минимумом [4]. В зависимости от профиля обучения распределяется часовая нагрузка на изучение математики в школе.

Отмеченная С.А. Ульзутуевой тенденция увеличения количества времени на изучение математики рассматривается как важный шаг в развитии преемственности школьного и вузовского образования и как усиление подготовки выпускников школы по математике, где математика считается предметом, в котором приоритетно формируются общеинтеллектуальные, общеучебные умения и навыки [4].

Таким образом, целью нашего исследования выступило изучение взаимосвязи между общими интеллектуальными способностями и математическими способностями старшеклассников и студентов, обучающихся по разным образовательным профилям. Обучение по каждому из профилей реализует пример организации разных образовательных сред с позиции специфики изучения математики.

Описание выборки исследования. Выборку исследования составили 778 респондентов в возрасте от 14 до 22 лет ($M = 17,3$; $\sigma = 1,16$), из них 486 девушек и 292 юноши. В исследовании приняли участие

старшеклассники средних общеобразовательных учреждений г. Томска и студенты-первокурсники гуманитарных и физико-математических факультетов Томского государственного университета.

Для исследования общего уровня интеллектуального развития и математических способностей старшеклассников и студентов, обучающихся в различных образовательных средах, респонденты были распределены по группам в зависимости от профиля обучения. При этом из выборки школьников были сформированы три профильных группы: группа физико-математического профиля обучения, группа гуманитарного профиля обучения и группа общего профиля обучения. Респонденты из студенческой выборки были распределены на две группы: группа физико-математического профиля обучения и группа гуманитарного профиля обучения. Численный состав выделенных групп представлен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Численный состав групп, выделенных по профилю обучения

Контингент	Показатель	Профиль обучения			Итого
		общий	математический	гуманитарный	
Школьники	Частота, усл. ед.	81	243	126	450
	%	18	54	28	100
Студенты	Частота, усл. ед.	0	102	226	328
	%	0	31,1	68,9	100
Итого	Частота, усл. ед.	81	345	352	778
	%	10,4	44,3	45,2	100

Методики исследования

Исследование общего интеллекта проводилось с помощью сокращенного варианта невербального теста «Продвинутые прогрессивные матрицы Равена», который предназначен для испытуемых с интеллектуальными способностями выше среднего. Краткий тест Равена, адаптированный израильским ученым Борисом Койчу, состоит из 30 матриц. Время тестирования составляет 15 мин. Тест был сокращен в объеме с целью уменьшения влияния факторов, определяемых временем выполнения задач.

Для изучения математических способностей использована математическая компонента широко известного в США и Канаде школьного теста способностей SAT-M, адаптированная Б. Койчу [8]. Тест SAT-M состоит из 35 задач, которые предлагается решить за 30 мин. Психометрическая адаптация методики на российской выборке была проведена коллективом ученых факультета психологии Томского государственного университета [7].

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы IBM SPSS Statistics.

Результаты исследования

Прежде чем перейти к исследованию особенностей взаимосвязи общего интеллекта и математических способностей старшеклассников и студентов, обучающихся в различных образовательных средах, важно было оценить уровень развития общего интеллекта в выделенных группах респондентов.

В результате измерения общего интеллекта по тесту Равена были получены следующие средние показатели: на выборке старшеклассников $M_1 = 23,11(3,66)$, на студенческой выборке $M_2 = 23,82(3,3)$. Распределения показателей общего интеллекта в двух исследуемых группах респондентов соответствуют нормальному закону распределения. Для оценки уровня развития общего интеллекта тестовые оценки были переведены в процентную шкалу степени развития интеллекта по формуле:

$$IQ = \text{количество правильных ответов} / 30 \times 100\%.$$

Полученные данные для выборки старшеклассников и студентов представлены в табл. 2, 3.

Таблица 2

Частотное распределение старшеклассников с разной степенью развития интеллекта, обучающихся в различных профильных классах

Профиль обучения	Показатель	Степень развития общего интеллекта				Итого
		Ниже средней (5–24%)	Средняя (25–74%)	Выше средней (75–94%)	Высокая (95–100%)	
Общий	Частота, усл. ед.	1	38	37	5	81
	%	1,2	460,9	45,7	6,2	100
Физико-математический	Частота, усл. ед.	0	71	152	20	243
	%	0	29,2	62,6	8,2	100
Гуманитарный	Частота, усл. ед.	0	65	60	1	126
	%	0	51,6	47,6	0,8	100
Итого	Частота, усл. ед.	1	174	249	26	450
	%	0,2	38,7	55,3	5,8	100

Сравнительный анализ средних значений показал наличие статистически достоверных межгрупповых различий ($F = 13,598$; $p < 0,001$) в трех исследуемых группах старшеклассников. Попарные межгрупповые сравнения по критерию Шеффе позволили установить, что уровень общих интеллектуальных способностей в группе старшеклассников физико-математического профиля обучения статистически значимо ($p = 0,007$) превышает уровень общих интеллектуальных способностей старшеклассников общего и гуманитарного профиля обучения. Заметим, что численный состав респондентов со средним и выше среднего уровнем развития интеллектуальных способностей, обучающихся в классах общего и гуманитарного профилей, распределен почти поровну и практически не различается в сравниваемых группах. Примечате-

лен также факт, что низкие интеллектуальные способности демонстрирует лишь 1 респондент из всей исследуемой выборки.

Т а б л и ц а 3

Частотное распределение студентов с разной степенью развития интеллекта, обучающихся на различных факультетах университета

Профиль обучения	Показатель	Степень развития общего интеллекта			Итого
		Средняя (25–74%)	Выше средней (75–94%)	Высокая (95–100%)	
Физико-математический	Частота, усл. ед.	30	65	5	100
	%	30	65	5	100
Гуманитарный	Частота, усл. ед.	70	146	8	224
	%	31,3	65,2	3,6	100
Итого	Частота, усл. ед.	100	211	13	324
	%	30,9	65,1	4	100

В результате проведения сравнительного анализа средних значений было установлено, что студенты, обучающиеся на гуманитарных и физико-математических факультетах университета, по уровню развития общих интеллектуальных способностей не различаются ($t = 1,036$; $p = 0,301$). Важно заметить, что все респонденты продемонстрировали общие интеллектуальные способности не ниже средних. При этом большинство из них имеют достаточно высокую степень развития общего интеллекта.

При измерении математических способностей старшеклассников и студентов по методике SAT-M были получены следующие показатели: для старшеклассников $M_1 = 15,62(6,42)$, для студентов – $M_2 = 16,35(7,05)$. Распределения тестовых оценок в исследуемых группах респондентов близки к нормальному.

Анализ результатов тестирования респондентов по методике SAT-M показал, что значительное количество испытуемых не прошли тест до конца. Нами было выдвинуто предположение о влиянии на результаты исследования процессуальной переменной времени. Чтобы это влияние минимизировать, было решено для оценки математических способностей респондентов использовать не абсолютные значения показателя теста, а относительные (количество правильных ответов от количества заданий, к выполнению которых респондент приступил, выраженное в процентах). Полученные результаты приведены в табл. 4, 5.

При проведении сравнительного анализа было установлено, что статистически значимые межгрупповые различия ($F = 40,665$; $p < 0,001$), при которых средние тестовые значения по методике SAT-M у старшеклассников, обучающихся в физико-математических классах, статисти-

чески значимо ($p < 0,001$) превышают данные показатели старшеклассников из гуманитарных классов и классов общего профиля обучения. Заметим, что большая часть респондентов (76–84%), обучающихся в различных профильных классах, демонстрируют среднюю степень выраженности математических способностей. Важно также отметить, что низкий уровень развития математических способностей продемонстрировали лишь 2,6% принявших участие в исследовании старшеклассников, а одаренность в математике – всего 4 человека (0,9%), двое из них обучаются в физико-математических классах, а другие два старшеклассника – в гуманитарных классах.

Т а б л и ц а 4

Частотное распределение старшеклассников с разной степенью выраженности математических способностей, обучающихся в различных профильных классах

Профиль обучения	Показатель	Степень выраженности математических способностей				Итого
		Ниже средней (5–24%)	Средняя (25–74%)	Выше средней (75–94%)	Высокая (95–100%)	
Общий	Частота, усл. ед.	3	67	10	0	80
	%	3,8	83,8	12,5	0	100
Физико-математический	Частота, усл. ед.	1	166	50	2	219
	%	0,5	75,8	22,8	0,9	100
Гуманитарный	Частота, усл. ед.	7	105	12	2	126
	%	5,6	83,3	9,5	1,6	100
Итого	Частота, усл. ед.	11	338	72	4	425
	%	2,6	79,5	16,9	0,9	100

Т а б л и ц а 5

Частотное распределение студентов с разной степенью развития математических способностей, обучающихся на различных факультетах университета

Профиль обучения	Показатель	Степень развития математических способностей				Итого
		Ниже средней (5–24%)	Средняя (25–74%)	Выше средней (75–94%)	Высокая (95–100%)	
Физико-математический	Частота, усл. ед.	1	61	31	0	93
	%	1,1	65,6	33,3	0	100
Гуманитарный	Частота, усл. ед.	13	146	38	1	198
	%	6,6	73,7	19,2	0,5	100
Итого	Частота, усл. ед.	14	207	69	1	291
	%	4,8	71,1	23,7	0,3	100

Сравнительный анализ средних значений показал, что степень развития математических способностей студентов физико-математических факультетов статистически значимо ($t = 7,098$; $p < 0,001$) превышает сте-

пень развития математических способностей студентов гуманитарных факультетов. Это является вполне естественной закономерностью. Однако ни один из студентов физико-математических факультетов, согласно результатам исследования, не продемонстрировал одаренности в математике. Несмотря на установленные различия в математических способностях студентов физико-математического и гуманитарного направлений, большинство студентов-гуманитариев (73,7%) отличаются средним уровнем развития математических способностей и примерно у пятой части из них выявлены достаточно высокие математические способности.

Результаты сравнительного анализа средних показателей по тесту Равена и методике SAT-M у старшеклассников и студентов приведены в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Результаты сравнительного анализа выраженности интеллектуальных и математических способностей у старшеклассников и студентов

Показатель	Методика	Группа	n	Среднее	Стандартное отклонение	t	p
Общая выборка	RAVEN	Школьники	450	23,11	3,656	-2,773	0,006
		Студенты	325	23,82	3,301		
	SAT	Школьники	450	15,62	6,417	-1,486	0,138
		Студенты	328	16,35	7,054		
Гуманитарный профиль	RAVEN	Школьники	207	22,17	3,709	-4,380	0,000
		Студенты	225	23,69	3,480		
	SAT	Школьники	207	12,89	5,036	-3,030	0,003
		Студенты	226	14,62	6,755		
Физико-математический профиль	RAVEN	Школьники	243	23,90	3,422	-0,512	0,609
		Студенты	100	24,10	2,855		
	SAT	Школьники	243	17,94	6,562	-2,956	0,003
		Студенты	102	20,19	6,156		

Анализ данных, приведенных в табл. 6, показывает, что в общей выборке респондентов интеллектуальные способности студентов-первокурсников статистически значимо ($p = 0,006$) превосходят интеллектуальные способности старшеклассников. При этом статистически значимых различий в уровне выраженности математических способностей не выявлено ($t = -1,486$; $p = 0,138$).

В выборке гуманитарного профиля обучения наблюдаются статистически достоверные различия ($p \leq 0,003$) между студентами и школьниками и по тесту Равена, и по методике SAT-M. Интеллектуальные и математические способности студентов-гуманитариев выше, чем у старшеклассников, обучающихся в гуманитарных классах и классах общего профиля (см. табл. 6).

В выборке физико-математического профиля обучения по общему уровню интеллекта статистически значимых различий среди студентов и школьников выявлено не было ($t = -0,512$; $p = 0,609$). Однако

обнаружено, что математические способности студентов первого курса физико-математических направлений статистически значимо ($p = 0,003$) превышают математические способности учащихся 10–11-х классов физико-математического профиля обучения.

Следующий этап исследования был посвящен непосредственному изучению взаимосвязи общего интеллекта и математических способностей старшеклассников и студентов, обучающихся в различных образовательных средах. Для этого провели корреляционный анализ исследуемых признаков на общей выборке респондентов, на выборке старшеклассников, на выборке студентов, а также отдельно на выборках физико-математического и гуманитарного профилей обучения. Кроме того, чтобы оценить взаимосвязь уровня интеллекта, математических способностей и академической успеваемости по математике, корреляционный анализ был проведен в группах респондентов с различной успеваемостью по математике. Получены следующие результаты:

1. Во всех вариантах корреляционного анализа (на общей выборке, на выборке старшеклассников, на студенческой выборке, на выборке физико-математического профиля обучения и на выборке гуманитарного профиля обучения) между общим уровнем интеллекта и математическими способностями наблюдается положительная корреляционная связь на высоком уровне статистической значимости ($p < 0,001$).

2. И общий уровень интеллекта, и математические способности положительно коррелируют с академической успеваемостью по математике, но сила корреляционной связи между данными показателями на студенческой выборке выражена несколько слабее ($0,007 \leq p \leq 0,033$), чем на выборке старшеклассников ($p < 0,001$).

3. В общих выборках успешных в математике старшеклассников и студентов отмечаются положительные взаимные корреляции общего интеллекта, математических способностей и успеваемости по математике на высоком уровне статистической значимости ($p < 0,001$). При этом у студентов-гуманитариев, успешных в математике, взаимосвязь показателей интеллекта и успеваемости несколько слабее ($p = 0,021$), чем у старшеклассников гуманитарного и общего профиля обучения ($p = 0,003$). У успешных в математике старшеклассников физико-математического профиля обучения и общий интеллект, и математические способности положительно коррелируют с академической успеваемостью по математике на высоком уровне статистической значимости ($p < 0,001$). Но у студентов физико-математического направления подготовки, имеющих высокие оценки по математике, между уровнем интеллекта и оценками по математике статистически значимой связи не наблюдается ($p = 0,078$).

4. В группах старшеклассников и студентов с низкой успеваемостью по математике взаимосвязь академической успеваемости по математике с общим уровнем интеллекта и математическими способно-

стями исчезает ($p \geq 0,1$). Но при этом взаимосвязь интеллекта и математических способностей остается ($p \leq 0,05$).

Обсуждение результатов исследования

Устойчивая взаимосвязь между показателями общего интеллекта и математическими способностями в группах школьников и студентов, обучающихся в разных образовательных средах, указывает на то, что уровень развития математических способностей в большей степени определяется не профилем обучения, а уровнем общего интеллектуального развития. Полученные результаты также демонстрируют важность учета специфики мыслительной деятельности учащихся с гуманитарной и математической направленностью для разработки методических инструментов преподавания математических дисциплин и проектирования эффективной образовательной среды.

У неуспешных в математике старшеклассников показатель академической успеваемости по математике не коррелирует с общим интеллектом и математическими способностями, поскольку используемые в настоящее время в педагогической практике критерии оценки математических знаний не отражают в полной мере возможностей учеников и выступают в большинстве случаев формальным показателем.

Обобщенный анализ результатов исследования, в частности отсутствие статистически значимой корреляционной связи между уровнем общего интеллекта и оценками по математике успешных в математике студентов физико-математического направления подготовки, ставит под сомнение надежность используемых в настоящее время контрольно-измерительных инструментов и критериев отбора при приеме в высшие учебные заведения, в частности результатов вступительных испытаний в форме ЕГЭ по математике.

Полученные выводы служат основанием для более глубокого осмысления проблемы разработки и внедрения таких современных образовательных программ, которые бы позволили создавать эффективную развивающую образовательную среду, учитывающую специфику мыслительной деятельности учащихся с общеобразовательной, гуманитарной и математической направленностью.

Литература

1. *Выготский Л.С.* Педагогическая психология / под ред. В.В. Давыдова. М. : АСТ: Астрель: Хранитель, 2008. 671 с.
2. *Клочко В.Е., Краснорядцева О.М.* Признаки развивающей образовательной среды магистратуры исследовательского университета // Психология обучения. 2013. № 4. С. 4–13.
3. *Панов В.И.* Психодидактика образовательных систем: теория и практика. СПб., 2007. 352 с.

4. Ульзутуева С.А. Особенности преподавания математики в общеобразовательных учреждениях в 2010/2011 учебном году. URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-13727.html>

5. Указ Президента РФ от 07.05.2012 № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки».

6. Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 4 января 2013.

7. Щеглова Э.А., Ваулина Т.А., Баланев Д.Ю., Мацута В.В. Психометрическая адаптация методики SAT-M на российской выборке старшеклассников с разной успешностью обучения математике // Сибирский психологический журнал. 2013. № 48. С. 64–75.

8. Koichu B. Junior high school students' heuristic behaviors in mathematical problem solving. Unpublished Doctoral Dissertation, 2003. Technion, Haifa.

9. Leikin R., Lev M. Mathematical creativity in generally gifted and mathematically excelling adolescents: What makes the difference? // ZDM – The International Journal on Mathematics Education. April 2013. Vol. 45, is. 2. P. 183–197.

THE PECULIARITIES OF INTERDEPENDENCE BETWEEN GENERAL INTELLIGENCE AND MATHEMATICAL ABILITIES OF SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS AND UNIVERSITY STUDENTS WHO STUDY IN DIFFERENT EDUCATIONAL SETTINGS

Vaulina T.A., Shcheglova E.A. (Tomsk)

Summary. The article represents the results of empirical research of interdependence between general intelligence and mathematical abilities of high school students and university students who study in the field of general, humanitarian and mathematical areas. The results of the research demonstrate that general intelligence can be discussed as a stable response that determines the efficiency of mastering mathematical knowledge regardless of the profile of training.

Key words: general intelligence; mathematical abilities; educational setting; profile of training.