

Е.В. Емельянова

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СТРУКТУРУ МАТЕМАТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ СТАРШЕКЛАССНИКОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ОБУЧЕНИЯ

ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия

Изучалась структура математических способностей по В.А. Крутецкому: получение математической информации; переработка математической информации; хранение математической информации; математическая направленность ума (общий синтетический компонент). Анализ результатов сравнения математических способностей на выборке 60 человек (школьники-программисты и школьники-непрограммисты) показал, что у программистов-старшеклассников более развит общий синтетический компонент ($t = 2,566$; $p = 0,013$).

Ключевые слова: математические способности, одаренность, информационные технологии, программирование, структура математических способностей, когнитивные процессы

IMPACT OF INFORMATION TECHNOLOGY ON THE STRUCTURE OF MATHEMATICAL ABILITIES OF HIGH SCHOOL STUDENTS OF MATHEMATICAL PROFILE

E.V. Emelyanova

Irkutsk State University, Irkutsk

We relied on the structure of V.A. Krutetskiy consisting of four components: obtaining mathematical information (perceptual component); processing mathematical information (procedural component); storage of mathematical information (mnemonic component); mathematical orientation of the mind (general synthetic component). The following hypothesis was proposed: the use of information technology affects the positive trend in the development of all components of mathematical abilities, and especially on general synthetic component due to the harmonious combination of two sub-components: verbal-logical and visual-figurative. We used a modified methodic, which is a shortened version of tasks classification of V.A. Krutetskiy. The tasks consisted of nine batteries of problems whose solution was assessed by a dichotomous scale, and then the result is expressed as a percentage by number of correctly solved tasks in the series. Analysis of the results of the comparison of mathematical abilities in a sample of 60 people (students-programmers and students non-programmers) showed that a high school students-programmers developed a general synthetic component ($t = 2,566$, $p = 0,013$). The students perform tasks with the visual representations and schemes better that contributes to the development of parameters procedural component.

Key words: mathematical abilities, giftedness, information technology, programming, structure of mathematical abilities, cognitive technologies

ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии реализации компетентностного подхода в школьном образовании опираются на общие тенденции развития педагогики и психологии, созвучные в целом развитию когнитивных наук. Так, «когнитивная психология изучает то, как люди получают информацию о мире, как эта информация представляется человеком, как она хранится в памяти и преобразуется в знания и как эти знания влияют на наше внимание и поведение. Когнитивная психология охватывает весь диапазон психологических процессов, от ощущений до восприятия, распознавания образов, внимания, обучения, памяти, формирования понятий, мышления, воображения, запоминания, языка, эмоций, и процессы развития; она охватывает всевозможные сферы поведения» [8].

На наш взгляд, эффективное развитие математических способностей старшеклассников возможно организовать с помощью использования когнитивных технологий, которые базируются на положениях когнитивной психологии. Под когнитивными технологиями ученые-математики понимают «способы и алгоритмы достижения целей субъектов, опирающиеся на данные о процессах познания, обучения,

коммуникации, обработки информации человеком и животными, на представления нейронауки, на теорию самоорганизации, компьютерные информационные технологии, математическое моделирование элементов сознания» [6].

Взаимодействие человека и компьютера совершает огромный скачок в человеческом сознании, так как реализует решения таких задач, как развитие мышления, оперирование формальными понятиями и объектами, логическими операциями. Изучая и формализуя процессы, создавая алгоритмы и программы, программист видит картину мира в динамике ее развития. Выразительные возможности языка программирования и его дополнительные возможности, например, такие как структурирование, классификация, проектирование обрабатываемых данных и их представление, влияют на особенности восприятия и переработки кодируемой с помощью компьютера информации.

Таким образом, когнитивные технологии ориентированы на «помощь человеку в постановке задач, на решение плохо формализованных творческих задач, на выявление и эффективное использование своего когнитивного потенциала, своей способности познавать, мечтать, творить» [6].

Неудивительно, что у программистов ярко выражены оба типа приемов умственной деятельности: алгоритмический и эвристический. Эвристические приемы стимулируют включение в процесс решения задачи наглядно-образного мышления, что позволяет целостно воспринимать и видеть всю ситуацию. «Компьютер расширяет возможности наглядно-образного мышления субъекта, следовательно, тем самым способствует широкому использованию эвристических приемов в умственной деятельности» [3].

В этой связи представляют особый интерес исследования по выявлению качественного своеобразия структуры математических способностей школьников в зависимости от профиля обучения, например, в условиях применения информационных технологий, в частности, программирования математических задач на компьютере.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью нашего исследования явилось изучение влияния информационных технологий на структуру математических способностей старшеклассников математического профиля обучения. Была выдвинута следующая гипотеза: применение информационных технологий влияет на положительную динамику в развитии всех компонентов математических способностей, и, особенно, на общий синтетический компонент (математическая направленность ума) за счет гармоничного сочетания двух составляющих: словесно-логической и наглядно-образной.

В своей работе мы придерживались структуры математических способностей, разработанной В.А. Крутецким, который рассмотрел ее с точки зрения получения, переработки и хранения математической информации, что сближает автора с представителями когнитивного подхода в психологии.

Изучая математические способности, В.А. Крутецкий выделил в их структуре четыре основных компонента: «а) получение математической информации (формализованное восприятие задачи); б) переработка или, другими словами, процессуальный компонент (логичность рассуждений, обобщение математического материала, свернутость математического мышления, гибкость мыслительных процессов, стремление к изяществу решения); в) хранение математической информации, т.е. математическая память и г) общий синтетический компонент (математическая направленность ума, определяющая типологию математических способностей)» [4]. Особо следует отметить, что ученый связывает такой структурный компонент как математическая направленность ума не с мотивационными механизмами личности, а со степенью развития двух составляющих: словесно-логическим и наглядно-образным подкомпонентами [4].

Для выявления структуры математических способностей нами была составлена методика [5], в основу которой вошли отдельные серии математических задач, используемых В.А. Крутецким [4]. Методика по выявлению структуры математических способностей представляет сокращенный вариант заданий (5 серий из 26) по классификации В.А. Крутецкого:

- «Задачи с постепенной трансформацией из конкретного в абстрактный план» на получение математической информации (назовем это перцептивным компонентом А), а также на хранение математической информации (будем называть это мнемоническим компонентом В);

- «Эвристические задачи» и «Задачи общематематические и логические» на переработку математической информации (процессуальный компонент Б);

- «Задачи с различной степенью наглядности решения» на определение общего синтетического компонента (общий синтетический компонент Г).

Всего было составлено 9 тестовых батарей задач; решение каждой задачи во всех сериях оценивалось по дихотомической шкале, затем результат выражался в процентном соотношении по числу правильно решенных заданий в серии. Серия, направленная на изучение общего синтетического компонента, содержала поровну задания на использование словесно-логического и наглядно-образного подходов к решению. Подробно методика описана в монографии [1] и статье [2].

Нами было проведено экспериментальное исследование старшеклассников математического профиля обучения в целях изучения влияния информационных технологий на структуру математических способностей школьников. Общий объем выборки составил 210 респондентов из числа обучающихся в профильных математических классах г. Иркутска. В результате констатирующего эксперимента была выстроена модель структуры математических способностей школьников в динамике развития с 6 по 11 класс.

Из общей выборки были выделены 210 учащихся из разных классов (с 5 по 11) с углубленным изучением математики (7 групп по 30 человек в каждой с уровнем $IQ \geq 120$) для изучения возрастной динамики математических способностей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 представлена возрастная динамика развития структуры математических способностей за период обучения в основной и старшей школе.

Исследование показало, что все четыре структурных компонента математических способностей претерпевают качественные и количественные изменения: имеют тенденцию к увеличению с возрастом школьников, наиболее равномерное развитие происходит только после 7-го класса. p -уровень значимости выявленных различий по критерию Краскела – Уоллиса при решении тестовых заданий разными группами составил не более 0,002 при значении эмпирического критерия 17,058. При этом, качественный скачок в уровнях всех четырех компонентов приходится на период обучения школьников в 7-м классе: p -уровень значимости наблюдаемых различий по критерию Стьюдента составил от 0,001 до 0,02 при наблюдаемых градациях эмпирического значения критерия от 2,2 до 5,7. Таким образом, подтверждается вывод В.А. Крутецкого [4, С. 364] о том, что в среднем возрасте (в нашем случае, при переходе

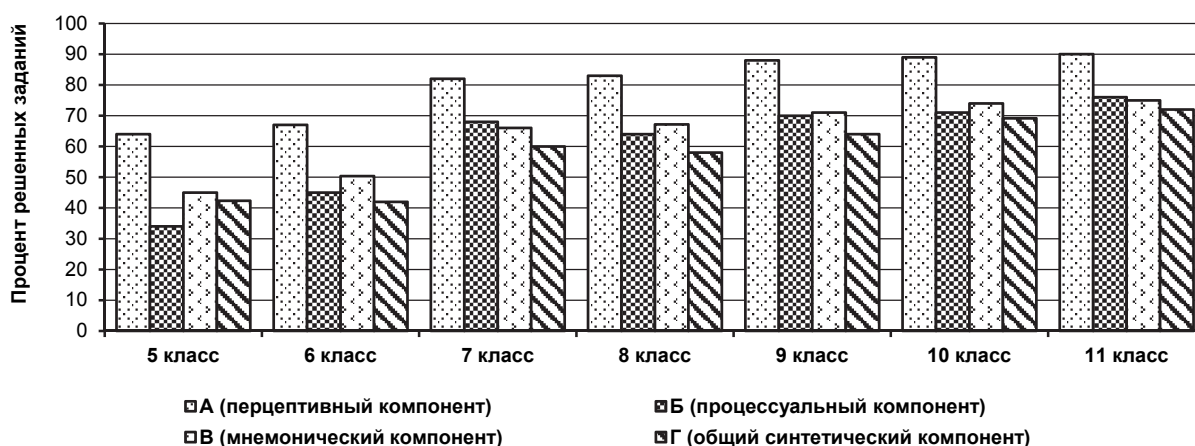


Рис. 1. Возрастная динамика развития структуры математических способностей за период обучения в основной и старшей школе.

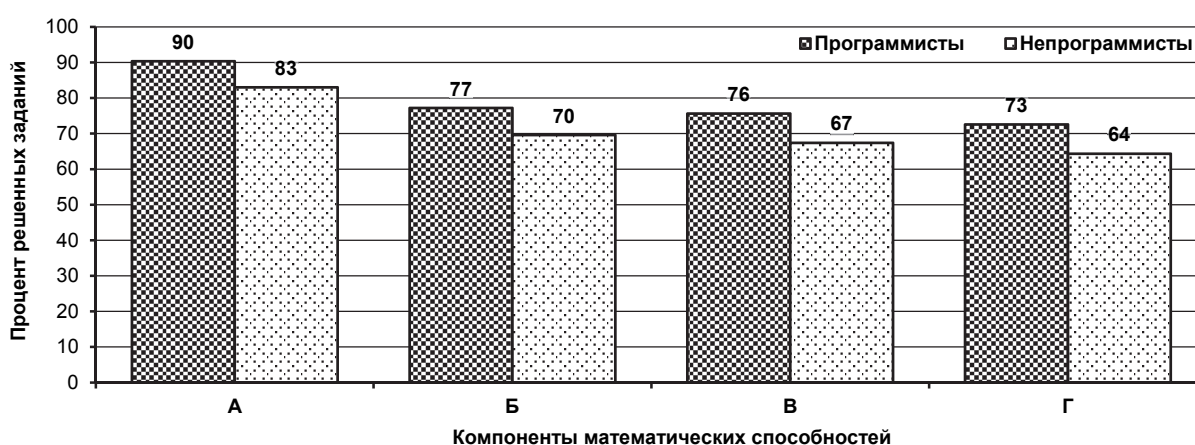


Рис. 2. Среднегрупповые профили структуры математических способностей старшеклассников «программистов» и «непрограммистов»: А – перцептивный компонент; Б – процессуальный компонент; В – мнемонический компонент; Г – общий синтетический компонент.

учащихся из 6-го в 7-й класс) под влиянием школьного обучения тенденции к формализации восприятия, выделению формальной структуры, обобщению математического материала и качественному изменению других параметров процессуального компонента и математической памяти приобретают у учащихся более широкий характер.

Из общего числа испытуемых была выделена группа учащихся, занимавшихся программированием в течение нескольких лет, например, с 6-го класса в рамках дополнительного образования и кружковой деятельности: «программисты». В качестве контрольной группы была выделена группа их сверстников – «непрограммистов», не изучавших углубленно основы программирования. Объем выборки по каждой группе составил 30 человек. При этом были соблюдены условия внутренней валидности по составу групп и высокому уровню математических способностей.

На рисунке 2 представлены среднегрупповые профили структуры математических способностей «программистов» и «непрограммистов».

Анализ тестов показал, что у школьников-программистов преобладают более высокие показатели по всем структурным составляющим: А, Б, В и Г. При этом, достоверно значимые различия, согласно

критерию Стьюдента, наблюдаются у общего синтетического ($t = 2,566$ при $p = 0,013$). Различия между показателями процессуального и мнемонического компонентов находятся в области неопределенности ($t = 2,002$ при $p = 0,05$ и $t = 2,052$ при $p = 0,045$, соответственно). Значимых различий между показателями перцептивного компонента не обнаружено. Высокий процент решенных заданий на определение общего синтетического компонента программисты получили за успешное решение задач, предполагающие опору как на словесно-логические рассуждения, так и на наглядные представления и схемы. Старшеклассники-непрограммисты имели затруднения при решении обоих типов задач. Таким образом, этот факт позволяет нам высказать предположение, что хорошо развитое наглядно-образное мышление программистов способствовало увеличению процессуального и мнемонического компонентов их математических способностей.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты позволяют заключить, что проведенное исследование подтвердило выдвинутую гипотезу и исходные допущения, а также дало основание для продолжения дальнейшего из-

учения структуры математических способностей. В условиях применения компьютерных технологий старшеклассники успешнее решают задачи, предполагающие опору на наглядные представления и схемы, так как в процессе программирования у учащихся усиливается дискретное восприятие мира, возрастают визуальные репрезентации, что в свою очередь способствует развитию у них параметров процессуального компонента: гибкости и высокой степени свернутости математического мышления, стремления к изяществу решений задач и обобщения математического материала. Развитое визуальное восприятие программистов способствует также успешному развитию математической памяти.

Таким образом, можно сделать вывод, хорошо согласующийся с положениями, изложенными в работах [3] и [5], что включение в процесс деятельности наглядно-образного мышления развивает у программистов целостное восприятие решаемой проблемы, стимулирует их эвристические способности. Когнитивные технологии способствуют развитию математических способностей старшеклассников: обучаемые самостоятельно стремятся к поиску истины, способны к анализу и проектированию своей деятельности, самостоятельным действиям в условиях неопределенности, приобретению новых знаний, стремятся к творческой самореализации. Знания и возможности, полученные при таком подходе, способствуют развитию высокого уровня интеллекта, формированию творческого потенциала, накоплению практического опыта, формированию необходимого в новых образовательных условиях, что также согласуется с выводами А.Ю. Нагорновой, Ю.С. Нагорнова и др. [7].

Использование программирования в условиях школьного обучения позволит продуктивно развивать творческий потенциал, эвристические способности, гибкость мышления и компетенции учащихся, что представляется особенно значимым в свете тех реформ, которым подвержено современное российское образование.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Емельянова Е.В. Тест структуры математических способностей // В кн.: Психология детской одаренности и творческих способностей / Под ред. Л.И. Ларионовой. – Иркутск: ВСГАО, 2009. – С. 38–71.
2. Емельянова Е.В. Методика диагностики математических способностей школьников и их развитие в условиях обучения информационным технологиям

// Ценностные основания психологии и психология ценностей: Матер. IV Сибирского психологического форума (Томск, 16–18 июня 2011). – Томск, 2011. – С. 134–137.

Emelyanova EV (2011). Diagnostic method of mathematical abilities of schoolchildren and their development in information technology training [Metodika diagnostiki matematicheskikh sposobnostej shkol'nikov i ih razvitie v usloviyah obuchenija informacionnym tehnologijam] *Cennostnye osnovaniya psichologii i psichologija cennostej: Materialy IV Sibirskogo psichologicheskogo foruma*, 134–137.

3. Кордемский Б.А. Увлечь школьников математикой. – М.: Просвещение, 1981. – 156 с.

Kordemskiy BA (1981). To inspire students in mathematics [Uvlech' shkol'nikov matematikoj], 156.

4. Крутецкий В.А. Психология математических способностей школьников. – М.: Институт практической психологии; Воронеж: НПО МОДЕК, 1998. – 416 с.

Kruteckiy VA (1998). Psychology of mathematical abilities of students [Psichologija matematicheskikh sposobnostej shkol'nikov], 416.

5. Левина О.Г. Взаимодействие компьютера и человека как социальное явление // Педагогический вестник. – М., 1998. – № 2. – 21 с.

Levina OG (1998). Interaction between the computer and the human being as a social phenomenon [Vzaimodejstvie komp'yutera i cheloveka kak social'noe javlenie]. *Pedagogicheskij vestnik*, 2, 21.

6. Малинецкий Г.Г., Маненков С.К., Митин Н.А., Шишов В.В. Когнитивный вызов и информационные технологии. – 2010. – Режим доступа: <http://spkurdyumov.ru/economy/kognitivnyj-vyzov-i-informacionnye-tehnologii/index.htm>.

Malineckij GG, Manenkov SK, Mitin NA, Shishov VV (2010). Cognitive challenge and Information Technology [Kognitivnyj vyzov i informacionnye tehnologii]. <http://spkurdyumov.ru/economy/kognitivnyj-vyzov-i-informacionnye-tehnologii/index.htm>

7. Нагорнова А.Ю., Нагорнов Ю.С., Кирюхина Д.В., Абалакова О.В. и др. Характеристика когнитивной технологии обучения студентов технических специальностей. – 2012. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/pdf/2012/6/339.pdf>.

Nagornova AY, Nagornov YS, Kiryukhina DV, Abalakova OV et al. (2012). Characteristics of cognitive training technology engineering students [Harakteristika kognitivnoj tehnologii obuchenija studentov tehniceskikh special'nostej]. <http://www.science-education.ru/pdf/2012/6/339.pdf>

8. Солсо Р. Когнитивная психология. – М.: Триволла. 1996. – 600 с.

Solso R (1996). Cognitive Psychology [Kognitivnaja psichologija], 600.

Сведения об авторах Information about the authors

Емельянова Елена Владимировна – старший преподаватель кафедры психодиагностики и практической психологии факультета прикладной психологии Педагогического института ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет» (664013, г. Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6; e-mail: edu@irk.ru)

Emelianova Elena Vladimirovna – senior lecturer of the Department of psycho-diagnostics and practical psychology of Pedagogical Institute of Irkutsk State University (664013, Irkutsk, ul. Nizhnyaya Naberezhnaya, 6; e-mail: edu@irk.ru)