

МРНТИ 14.25.07, 14.25.09, 15.81.31

М.У. Мукашева¹, А.К. Шаукенбаева², А.А.Омирзакова³, А.Т. Рахметолла³

¹ *Национальная академия образования им. И. Алтынсарина, Нур-Султан, Казахстан*

² *Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, Актобе, Казахстан*

³ *Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*
(E-mail: mg.mukasheva@gmail.com, akzada_2009@mail.ru, aa19.umirzakova@gmail.com,
ainurarakhmetolla@gmail.com)

Развитие вычислительного мышления обучающихся в процессе обучения программированию

Аннотация. Статья содержит результаты исследования феномена вычислительного мышления как нового междисциплинарного направления в науке. В статье также рассматриваются научно-методологические подходы к обоснованию современного концепта «вычислительное мышление» и предпосылки его развития в процессе обучения программированию.

Разработанная гипотетическая (предварительная, экспериментальная) модель семантического влияния программирования на развитие вычислительного мышления будет способствовать системному и комплексному изучению многочисленных аспектов развития вычислительного мышления. Семантическое влияние программирования на развитие вычислительного мышления подразумевает, что при непрерывном обучении программированию высокий уровень абстракции и логики, многократное повторение экспериментально-проверочных действий (автоматизм), визуальное представление результатов, работа с устранением синтаксических и логических ошибок и многое другое оказывают значительное влияние на развитие мыслительных способностей учащихся.

Ключевые слова: компьютеринг, вычислительное мышление, программирование, обучение программированию, информационные процессы, навыки XXI века.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6895-2019-129-4-55-65>

Поступила: 20.08.19 / **Допущена к опубликованию:** 9.09.19

Введение. Компьютеринг, который изучает естественные и искусственные информационные процессы в природе с помощью высокопроизводительных вычислений, способствовал раскрытию и исследованию еще неизвестных и мало изученных в науке феноменальных информационных процессов.

Рассматривая процесс обучения как информационный процесс, компьютеринг выдвигает совершенно новые концепты: «вычислительное мышление» (computational thinking), «человеческое вычисление» (human computation), «человеческое глубинное изучение – метод коллективного интеллекта в режиме реального времени» (human swarming, real-time method for collective intelligence) и многие другие [1,2,3].

С каждым годом становится все яснее идея профессора Жаннет Винг из Университета Карнеги-Меллона (CMU) о превращении вычислительного мышления из философского понятия в реальность и становлении его как неотъемлемого качества человечества на пороге четвертой промышленной революции. Она отмечала, что большинство людей, в том числе и многие родители, компьютерную науку сводят лишь к компьютерному программированию, то есть они видят суть компьютерной науки в узком диапазоне. Профессор при этом уверена, что вычислительное мышление – это ориентир, к которому надо стремиться

преподавателям, научным работникам и практикам в области информатики, попутно меняя в обществе видение этой формы мышления и отношение к ней учителей, родителей, самих учащихся и даже дошкольников [1].

Так же оказывает реальное влияние на развитие человеческого мышления повсеместная цифровизация человеческой деятельности, которая инициировала четвертую промышленную революцию. Цифровые технологии настолько стремительно и прочно вошли в жизнь общества XXI века, что стали определять стиль жизни и влиять на сознание, образ мышления и поведение людей. Как написал Клаус Шваб, основатель Давосского форума, «четвертая промышленная революция основана на цифровой революции и сочетает разнообразные технологии, обуславливающие возникновение беспрецедентных изменений парадигм в экономике, бизнесе, социуме, в каждой отдельной личности. Она изменяет не только то, «что» и «как» мы делаем, но и то, «кем» мы являемся» [4]. В связи с этим вопросы формирования и развития вычислительных навыков, вычислительного мышления все больше привлекает внимание исследователей.

Следует отметить, что активное обсуждение вычислительного мышления в научной среде, многочисленные исследования ученых разных стран, посвященные различным его аспектам, показывают многогранность концепта «вычислительное мышление». В исследованиях, в частности, в докладе Национального исследовательского совета по вычислительному мышлению Национальной академии науки, инженерии и медицины США (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) неоднократно отмечалось, что отсутствие консенсуса по содержанию и структуре вычислительного мышления затрудняет принятие его согласованного определения, способствующего пропаганде этого фундаментального аналитического умения, свойственного представителю XXI века [5]. Большинство исследователей феномена вычислительного мышления выделяют особую значимость и роль программирования в его развитии, так как появлению концепта «вычислительное мышление» во многом способствовала компьютерная наука, а именно программирование. При этом некоторые исследователи утверждают, что вычислительное мышление не обязательно должно быть связано с компьютерами или программированием.

В целях изучения многоаспектных влияний программирования на развитие мышления обучающихся нами была разработана модель семантического влияния программирования на развитие вычислительного мышления. Предполагается, что данная гипотетическая (предварительная, экспериментальная) модель будет способствовать системному и комплексному изучению многочисленных аспектов развития вычислительного мышления.

Методы исследования. Предпосылки воздействия абстрактного вычисления и вычислительных машин на эволюцию мышления человека впервые были рассмотрены в работах таких ученых в области программирования и искусственного интеллекта, как Д. Финк (Donald Fink, 1966), С. Пейперт (Seymour Papert, 1980), Д. Кнут (Donald Knuth, 1981) и других.

Д. Финк в своей книге «Вычислительные машины и человеческий разум», посвященной особенностям человеческого и искусственного интеллекта, предполагает, что интеллектуальный уровень человечества, создавшего мыслящую машину (компьютер), будет в значительной мере отличаться от интеллектуального уровня, существовавшего на тот момент, когда только начинались попытки создания такой машины. Вычислительные машины будут способствовать развитию человеческого интеллекта, а самое главное - подобное совершенствование найдет свое отражение не столько в изменении способностей каждого отдельного индивидуума, сколько в изменении суммы общечеловеческих знаний.

К примеру, доктор Артур Сэмюэль, разработчик игры по шашкам для IBM-7094, признается, что составленная им компьютерная программа позволяла постоянно одерживать верх над его собственным интеллектом благодаря предварительным вычислениям и

алгоритмам, однако вычислительная машина никогда не смогла бы превзойти его в разработке главной стратегии, самой программы. А. Сэмюэль считает, что программист неизбежно имеет дело с абстракцией гораздо более высокой степени, чем те, которые отражаются в программе [6].

В теории познания мощностъ символизма и функции дескриптивных языков в интеллектуальном развитии человечества ярко выражены и имеют прогностический характер. Третий мир К. Поппера подтверждая теорию С.Брунера, подчеркивает центральную роль дескриптивного языка в человеческой культуре [7,8]. *Также имеются предпосылки к тому, что всеобъемлющие и вездесущие современные технологии и культура способствуют появлению универсального языка для всего мира. Новый язык, возможно, будет схожим с математикой, чтобы избежать двояких толкований и содержать символы, близко отражающие реальные события материального мира. Предполагается, что такой дескриптивный язык в конечном итоге будет разработан искусственным интеллектом, чтобы впоследствии постоянно обновляться в соответствии с существующими и новыми ситуациями в мире [9].*

В свою очередь, история науки доказывает, что генезисом многих открытий в науке и технике стали формальные дескриптивные языки. Например, благодаря символическим приемам дескриптивных языков стали развиваться такие разделы математики, как аналитическая геометрия, теория чисел и другие. Учитывая эти и другие факторы (технические средства обучения, увеличивающие возможности слов-символов, схем, компьютерные модели, позволяющие достаточно просто объяснить сложные явления и процессы) С.Пейперт считал, что формальные языки программирования тоже могут стать не только средством управления вычислительных устройств, но и новыми и продуктивными дескриптивными языками мышления. Он утверждал, что создаваемые разработчиками дескриптивные формальные системы вполне могли бы описать или объяснить реальные процессы и прогнозировать поведение его объектов, тем самым превращаясь в гибкий и эффективный инструмент овладения физическими навыками. В дальнейшем его идею подтвердили и другие исследователи. Советский ученый академик А.П. Ершов писал: «Даже обучение, то есть приобретение знаний или, скорее, способности что-то сделать, - это программирование. Лет десять назад профессор Массачусетского технологического института Сеймур Пейперт, один из первых психологов и педагогов, взявший на вооружение концепцию программирования, в серии своих работ убедительно показал, что ребенок научается что-то делать только после того, как он поймет, как это делается. Только после выработки такого понимания повторная тренировка достигает успеха. Заметим, что это касается не только программ, представляющих собой цепочки логических реакций на заранее известные стимулы, но и программ реального поведения, включая всяческую моторику (спорт, музыка, игры и т.п.)» [10].

Его доклад «Программирование – вторая грамотность», с которым он выступил в 1981 году в Лозанне на 3-й Всемирной конференции Международной федерации по обработке информации и ЮНЕСКО по применению ЭВМ в обучении, на долгие годы стал практическим лозунгом обучения информатике в советской школе. Академик А.П. Ершов, отмечая значимость законов обработки информации, способов перехода от знания к действию, способности строить программы и рассуждать о них, предвидеть результаты их выполнения в поступательном развитии человеческого интеллекта, предложил включить эти вопросы в ряд фундаментальных компонентов общего образования вместе с математическими и лингвистическими концепциями. Высказывая идею, «программирование – это вторая грамотность», ученый предполагал, что со временем цифровые технологии неизбежно окажут огромное влияние на интеллектуальное развитие человечества, содержание образования, основные положения теории и практики обучения.

В исследованиях вычислительное мышление рассматривается как более укрупненный мыслительный процесс, включающий в себя алгоритмическое и параллельное мышление, которые побуждают и другие мыслительные процессы, такие как композиционное рассуждение, паттерновое мышление, процедурное мышление и рекурсивное мышление. Исследователи не исключают пересечения между вычислительным мышлением и процессуальным, логическим и системным мышлением, рассматривая их как взаимосвязанные процессы.

Первое описание, раскрывающее сущность понятия «вычислительное мышление», принадлежит профессору Ж. Винг из Университета Карнеги-Меллона (CMU). В частности, широкое использование термина «Computational Thinking» началось с опубликования в 2006 г. её одноименной работы, в которой назначение вычислительного мышления представлено следующим образом: «Вычислительное мышление является способом решения проблем людьми, а не попыткой уподобить человеческое мышление компьютерам. Компьютеры – скучны и нудны, а люди умны и обладают воображением. Мы, люди, делаем компьютеры эффективными. Оснащенные вычислительными устройствами, мы используем наш ум, чтобы решать проблемы, которые мы не могли решать до компьютерной эры, и создавать системы, обладающие функциональностью, ограниченной только нашим воображением» [11].

Впоследствии Ж. Винг предложила следующий вариант определения: «Вычислительное мышление – это мыслительные процессы, участвующие в постановке проблем и их решения таким образом, чтобы решения были представлены в форме, которая может быть эффективно реализована с помощью средств обработки информации».

По определению Американской ассоциации учителей информатики (Computer Science Teachers Association) «вычислительное мышление – это процесс решения проблемы», который состоит из следующих компонентов [12]:

- формулирование проблем таким образом, чтобы позволить использовать компьютер и другие инструменты для их решения;
- логическая организация и анализ данных;
- представление данных через такие абстракции, как модели и имитации;
- автоматизация решения посредством алгоритмического мышления (серии упорядоченных шагов);
- выявление, анализ и реализация возможных решений с целью достижения наиболее эффективного и эффектного сочетания шагов и ресурсов;
- обобщение и перенос процесса решения данной проблемы на процесс решения широкого круга задач.

Другой исследователь, доктор Кю Хан Ко из Калифорнийского государственного университета (California State University, Stanislaus), анализируя наиболее развернутую интерпретацию вычислительного мышления, состоящую из пяти основных компонентов, представленных в докладе Национального исследовательского совета по вычислительному мышлению [5], делает следующий вывод [13]:

- вычислительное мышление не связано с использованием конкретных программ или языков программирования;
- вычислительное мышление – это не компьютерная наука, а ее часть;
- вычислительное мышление было результатом естественной эволюции нашего понимания информатики.

Результаты и обсуждение. Изучение и анализ различных подходов к определению концепта «вычислительное мышление» и его содержания показывают, что в большинстве исследованиях вычислительное мышление рассматривается как набор когнитивных навыков и способов решения проблем, имеющих следующие характеристики:

- использование абстракций и определение шаблонов для представления проблемы разными новыми способами;
- логическая организация и анализ данных;
- декомпозиция проблемы на подзадачи;
- подход к проблеме с использованием таких алгоритмических приёмов, как циклы, символьное представление и логические операции;
- решение проблемы в виде ряда последовательных шагов (алгоритм);
- выявление, анализ и реализация возможных решений с целью достижения наиболее эффективного и результативного сочетания шагов и ресурсов;
- обобщение процесса решения одной проблемы на широкий спектр схожих задач.

Вышеизложенные характеристики и определения вычислительного мышления также позволяют предположить, что непрерывное обучение программированию (школа-вуз-производство) намного больше способствовало бы формированию навыков оперирования абстрактными данными, моделирования различных процессов, планирования и автоматизации действий, распределения и распараллеливания процессов и, в целом, развитию вычислительного мышления. Наличие методологической линии (принципов абстрагирования) «информационный процесс – модели информационных процессов – объект информационного процесса – свойства, методы и события объекта, основанные на принципах инкапсуляции, полиморфизма и наследственности – поведение объекта в других ситуациях» в обучении программированию целенаправленно способствует развитию вычислительного мышления. При этом знания об абстрактных структурах данных и отношениях между ними, а также автоматизированные навыки проектирования и программирования, используемые при решении прикладных задач, вполне могут быть ориентиром для достижения целей в других областях деятельности.

В основе вычислительного мышления лежат конкретные физические навыки решения проблем, способствующие развитию мыслительных навыков (мыслить логично, четко и последовательно, при этом учитывая важные детали проблемы) и умений находить эффективные способы решения проблем с предоставлением четкого алгоритма действий.

Изучение программирования и других компьютерных дисциплин больше всего позволяет объединить все эти разнообразные навыки, формирующие новый тип мышления, который меняет многое в жизни людей: общение, тайм-менеджмент, ведение бизнеса, совершение покупок и другие.

Семантическое влияние программирования на развитие вычислительного мышления подразумевает, что при непрерывном обучении программированию высокий уровень абстракции и логики, многократное повторение проверочных действий (эксперимента), визуальное представление результатов, работа с устранением синтаксических и логических ошибок и многое другое оказывают значительное влияние на развитие мыслительных способностей учащихся.

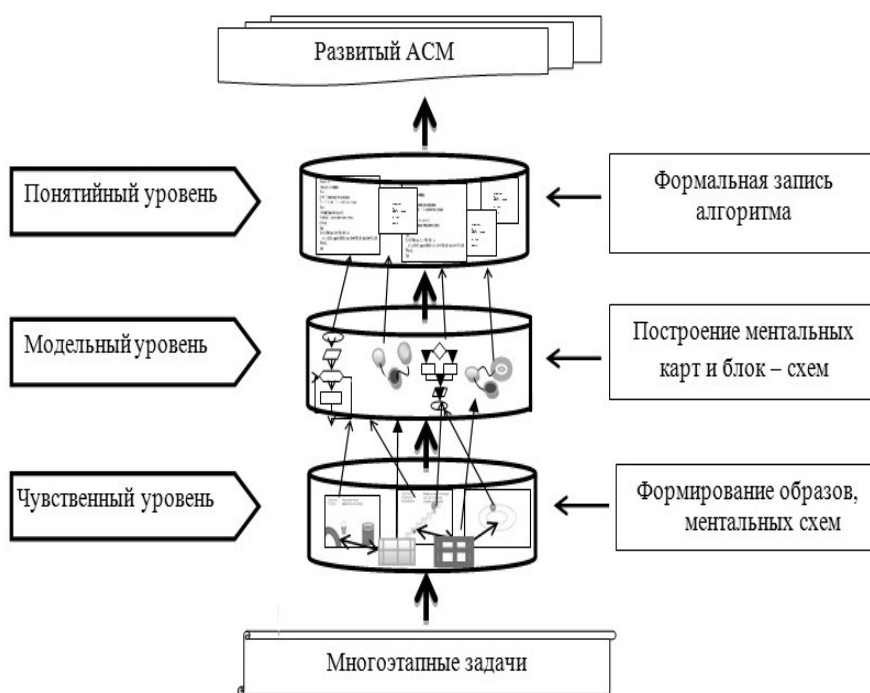
Процесс формирования вычислительного мышления, как и процесс формирования памяти, происходит от простого к сложному, от сложного – к еще более сложному, т.е. процесс формирования и развития идет постепенно.

На модельном уровне вычислительное мышление, как и другие типы мышления, также представляется как информационный процесс, который происходит при выполнении определенной деятельности. Наиболее приемлемым видом деятельности для развития вычислительного мышления является решение задач по программированию. Решение задач по программированию представляет собой информационную деятельность, которая состоит из последовательных этапов и приводит к снятию неопределенности и достижению цели. Поскольку решение задач прикладного характера, построение различных алгоритмов является одной из основных задач программирования, можно предположить, что развивать

вычислительное мышление эффективнее всего на примере программирования.

Однако на практике основной проблемой является традиционный подход к решению задач по программированию, т.е., как правило, сформулировав задачу, преподаватель изображает блок-схему, иллюстрирующую алгоритм ее решения, или даже сразу пишет программный код. Такой подход ориентирован на аудиторию с достаточным уровнем сформированности стиля мышления, способную воспринять решение задачи на том достаточно высоком уровне абстракции, каковым является блок-схема или еще более высоким – если сразу демонстрируется код программы. Большинство исследователей считает, что оставшаяся часть аудитории, имея недостаточный для восприятия уровень сформированности стиля мышления, нуждается в некоторых промежуточных этапах между постановкой задачи и представлением ее решения в крайне абстрактном, формализованном виде. Эти промежуточные этапы будут постепенно понижать уровень абстракции представления алгоритма ее решения.

Основой построения гипотетической модели семантического влияния программирования на развитие вычислительного мышления обучающегося является известная трехуровневая информационная модель развития алгоритмического стиля мышления, которая содержит три составляющие: понятийную, чувственную и модельную (Рис. 1) [14].



**Рис. 1. Трехуровневая информационная модель развития
алгоритмического стиля мышления**

Разрабатываемая нами гипотетическая модель семантического влияния программирования на развитие вычислительного мышления является одним из видов моделей процесса развития мыслительных способностей учащихся с помощью методической системы обучения программированию.

Непрерывность процесса обучения программированию стала одним из основных принципов при построении гипотетической модели семантического влияния программирования на развитие вычислительного мышления. Поэтому соответствующие

уровни образования - начальное, основное среднее и общее среднее - являются горизонтальными управляющими элементами разрабатываемой модели.

Основываясь на анализе различных подходов к определению понятия «вычислительное мышление», в качестве основных его компонентов можно выделить следующие:

- абстрактно-понятийное восприятие информации (процессов);
- аналитическое изучение информации;
- декомпозиция информации (задачи, ситуации, процессов);
- алгоритмизация действий;
- автоматизация действий;
- создание шаблонных (паттерновых) решений на основе обобщения знаний;
- критическое осмысление принятого решения;
- прогнозирование результатов и исходов действий (процессов) и принятых решений;
- интуитивное владение различными интерфейсами и цифровыми устройствами;
- интуитивное оперирование доступными или недоступными свойствами объектов и процессов.

Абстрактно-понятийное восприятие информации (процессов) является одним из основных видов деятельности, оказывающих семантическое влияние на развитие вычислительного мышления.

Абстрактно-понятийное восприятие информации (процессов) подразумевает отображение единства существенных свойств и деталей, связей и отношений предметов или явлений в мышлении; мысль или систему мыслей, выделяющую и обобщающую предметы некоторого класса по общим и в своей совокупности специфическим для них признакам. Также аппарат абстрактно-понятийного восприятия информации (процессов) обеспечивает правильное понимание терминов - слов или словосочетаний, являющихся названием определённого понятия какой-нибудь специальной области науки, техники, искусства.

Формирование навыков абстрагирования информации и процессов, окружающих объектов и субъектов требует разработки последовательной методики и инструментальных средств обучения. На наш взгляд, методика или система упражнений (или заданий), используемые для формирования навыков абстрагирования должны быть уровневыми, т.е. соответствовать возрастным особенностям учащихся.

Выделяемые нами компонент вычислительного мышления - аналитическое изучение информации, декомпозиция информации (задачи, ситуации, процессов), алгоритмизация и автоматизация действий, создание шаблонных (паттерновых) решений на основе обобщения знаний и др. - будут рассматриваться как навыки, имеющие определенные характеристики и уровни сформированности. Предполагается, что формированию этих навыков будет способствовать методическая система обучения программированию.

Таким образом, основными составляющими разрабатываемой гипотетической модели семантического влияния программирования на развитие вычислительного мышления являются соответствующие уровни образования в школе, методическая система обучения программированию и структурные компоненты вычислительного мышления (Рис. 2):

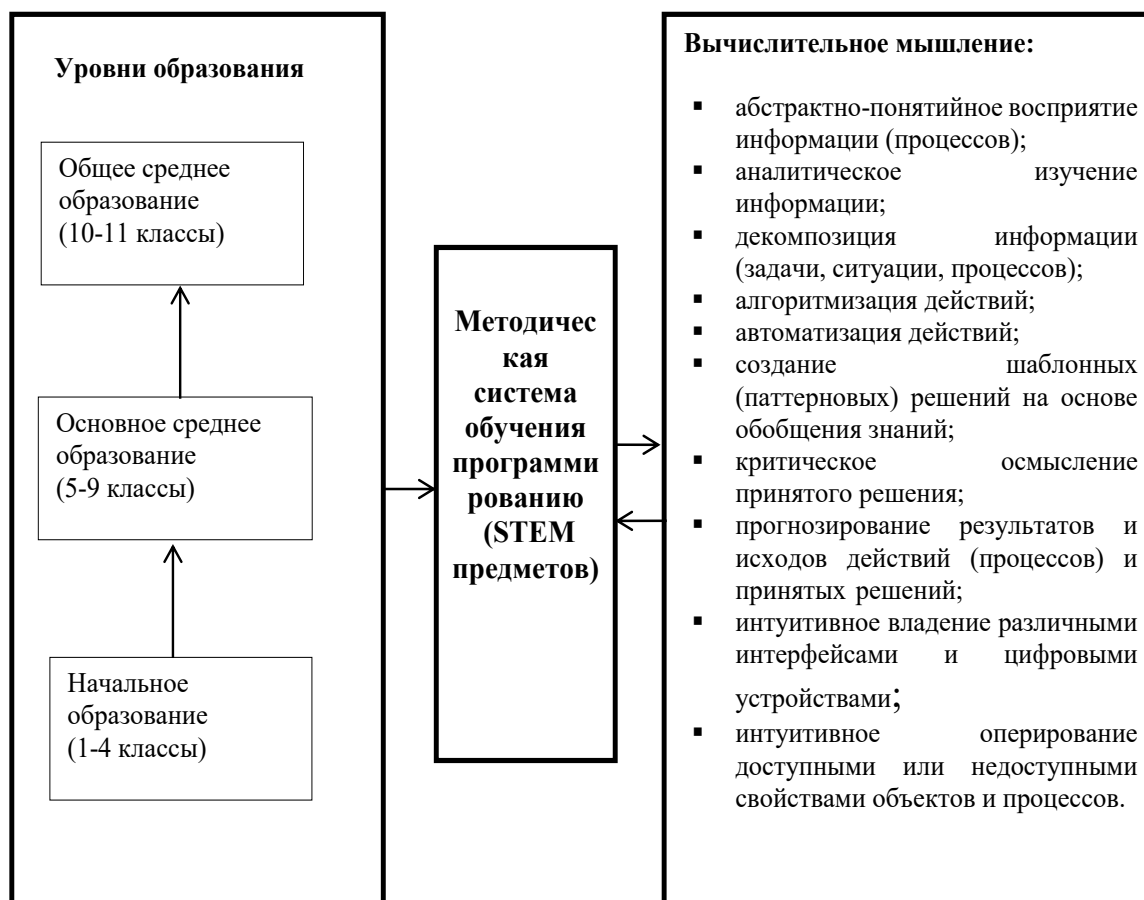


Рис. 2. Гипотетическая модель влияния программирования на развитие вычислительного мышления обучающихся

Выводы. Построенная гипотетическая модель семантического влияния программирования на развитие вычислительного мышления обучающихся может быть процессуальной основой системного и комплексного изучения вычислительного мышления. Однако многоаспектность концепта «вычислительное мышление» требует дальнейшего совершенствования разрабатываемой модели с учетом особенностей междисциплинарных подходов к исследованию данного вопроса.

Литература

1. Wing J. Computational Thinking. Communications of the ACM. –2006.– Vol. 49. No.3. – P. 33–35. [Электрон. ресурс].– URL: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf> (дата обращения:16.07. 2019).
2. Edith Law and Luis von Ahn. Human Computation. Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning. – 2011. – Vol. 5. No. 3.– P. 1-121
3. Louis B. Rosenberg, Human Swarms, a real-time method for collective intelligence. Proceedings of the European Conference on Artificial Life.– 2015. – P.658-659. [Электрон. ресурс]. – URL:<https://pdfs.semanticscholar.org/45fa/5f7b3222f540cc80ac053aa4be4b3665877e.pdf> (дата обращения 02.07.2019).

4. Шваб К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб – М.: «Эксмо», 2016 –138 с.
5. National Research Council, Report Of A Workshop On The Scope And Nature Of Computational Thinking, The National Academies Press, Washington, D.C., 2010. – 114 p.
6. Д. Финк. Вычислительные машины и человеческий разум. Перевод с английского Р. В. Можарова и Э. Л. Наппельбаума под редакцией А. В. Шилейко М.: Мир, 1967. – 297 с.
7. Popper Karl. Evolutionary Epistemology // Evolutionary Theory: Paths into the Future / Ed. by J. W. Pollard. John Wiley & Sons. Chichester and New York, 1984, ch. 10, pp. 239-255.
8. Карл Р. Поппер. Эволюционная эпистемология. //Сборник «Эволюционная эпистемология и логика социальных наук: Карл Поппер и его критики». Составление Д. Г. Лахути, В. Н. Садовского, В. К. Финна. Перевод на русский язык: Д. Г. Лахути, 2000. — М., 2000.— 464 с.
9. Жак Фреско. Все лучшее, что не купишь за деньги. Мир без политики, нищеты и войны. 2-е издание на рус. языке. – Изд.: Общественная Организация «Проектирование Будущего», 2013 – 200 с.
10. Ершов А.П. Программирование – вторая грамотность [Электрон. ресурс]. – URL: http://ershov.iis.nsk.su/ru/second_literacy/article (дата обращения: 11.08. 2019).
11. Wing J. Research Notebook: Computational Thinking – What and Why? [Электрон. ресурс].– URL: <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why> (дата обращения: 11.08. 2019).
12. Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education. Computer Science Teachers Association [Электрон. ресурс]. – URL: <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CompThinking.html> (дата обращения 13.08.2019).
13. Koh, Kyu Han. Computational Thinking Pattern Analysis: A Phenomenological Approach to Compute Computational Thinking» (2014). Computer Science Graduate Theses & Dissertations. 86. [Электрон. ресурс].– URL: http://scholar.colorado.edu/csci_gradetds/86 (дата обращения: 28.07.2017).
14. Пушкарева Т.П., Калитина В.В., Степанова Т.А. Развитие алгоритмического стиля мышления при обучении программированию в вузе.— Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 82 с.

М.У. Мукашева¹, А.К. Шаукенбаева², А.А. Өмірзақова³, А.Т. Рахметолла³

¹*Ы. Алтынсарин атындағы ұлттық білім академиясы, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

²*Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан*

³*Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

Программалауды оқыту процесінде білім алушылардың есептік ойлауын дамыту

Аннотация. Мақала ғылымдағы жаңа пәнаралық бағыттардың біріне саналатын есептік ойлау феноменін зерттеудің нәтижелерін қамтиды. Мақалада «есептік ойлау» концептісін ғылыми-әдіснамалық негіздеудегі ұстанымдар мен программалауды оқыту процесі кезінде оқушылардың есептік ойлауын дамыту жолдары қарастырылады.

Программалаудың есептік ойлауды дамытуға тигізетін семантикалық әсерінің ұсынылған гипотетикалық моделі есептік ойлауды дамытудың көптеген аспектілерін кешенді және жүйелі түрде зерттеуге мүмкіндік береді. Программалаудың есептік ойлауды дамытуға семантикалық әсері, бұл – программалауды үздіксіз оқыту барысындағы жоғары деңгейлі абстракциялау мен логиканың, көп рет қайталанатын тәжірибелік тексерулердің (автоматизм), нәтижелерді визуальды түрде көрсетудің, синтаксистік және логикалық қателерді жөндеудің және т.б. көптеген әрекеттердің білім алушының ойлау қабілетін айтарлықтай дамытатындығын көрсетеді.

Түйін сөздер: компьютер, есептік ойлау, программалауды оқыту, ақпараттық процесстер, ХХІ ғасыр дағдылары.

M.U. Mukasheva¹, A.K. Shaukenbaeva², A.A. Umirzakova³, A.T. Rakhmetolla³

¹*National Academy of Education named after Y. Altynsarin, Nur-Sultan, Kazakhstan*

²*Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan*

³*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

The development of computational thinking of students in the process of learning programming

Abstract. The article contains the results of a study of the phenomenon of computational thinking as a new interdisciplinary direction in science. The article also discusses scientific and methodological approaches to the substantiation of the modern concept of «computational thinking» and prerequisites for its development in the process of teaching programming.

The developed hypothetical (preliminary, experimental) model of the semantic influence of programming on the development of computational thinking will contribute to a systematic and comprehensive study of numerous aspects of the development of computational thinking. The semantic impact of programming on the development of computational thinking implies that with continuous learning to program, a high level of abstraction and logic, multiple repetition of experimental verification actions (automatism), visual presentation of results, work with the elimination of syntactic and logical errors and much more have a significant impact on the development of students' mental abilities.

Keywords: computing, computational thinking, programming, teaching programming, information processes, skills of the 21st century.

References

1. Wing J. Computational Thinking. Communications of the ACM. –2006.– Vol. 49. No.3. – R. 33–35. [Electronic resource].– Available at: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf> (accessed: 16.07. 2019).
2. Edith Law and Luis von Ahn. Human Computation. Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning, 3(5), 1-212 (2011).
3. Louis B. Rosenberg, Human Swarms, a real-time method for collective intelligence. Proceedings of the European Conference on Artificial Life.– 2015. – P.658-659. [Electronic resource]. – Available at:<https://pdfs.semanticscholar.org/45fa/5f7b3222f540cc80ac053aa4be4b3665877e.pdf> (accessed: 02.07.2019).
4. Shvab K. Chetvertaja promyshlennaja revolyuciya [Fourth Industrial Revolution] («Jeksmo», Moscow, 2016, 138 p.).
5. National Research Council, Report Of A Workshop On The Scope And Nature Of Computational Thinking (The National Academies Press, Washington, D.C., 2010, 114 p.).
6. D. Fink. Vychislitel'nye mashiny i chelovecheskij razum [Computing machines and the human mind] Translation from English by R.V. Mozharov end Je.L. Nappel'bauma, Edited by A. V. Shilejko (Moscow, Mir, 1967, 297 p.).
7. Popper Karl. Evolutionary Epistemology, Evolutionary Theory: Paths into the Future / Ed. by J. W. Pollard. John Wiley & Sons.Chichester and New York, 1984, ch. 10, p. 239-255.
7. Karl R. Popper. Jevoljucionnaja jepistemologija [Evolutionary Epistemology], Sbornik «Jevoljucionnaja jepistemologija i logika social'nyh nauk: Karl Popper i ego kritiki» [Collection «Evolutionary Epistemology and the Logic of Social Sciences: Karl Popper and His Critics»], Ed. by D. G. Lahuti, V. N. Sadovskij, V. K. Finn (Moscow, 2000, 464 p.).
9. Zhak Fresko. Vse luchshee, chto ne kupish' za den'gi. Mir bez politiki, nishhety i vojny [All the best that you can't buy for money. A world without politics, poverty and war], 2nd edition in Russian language (Public organization «Proektirovanie Budushhego», 2013, 200 p.).
10. Ershov A.P. Programmirovanie – vtoraja gramotnost' [Programming - Second Literacy] [Electronic resource]. – Available at: http://ershov.iis.nsk.su/ru/second_literacy/article (accessed: 11.08. 2019).
11. Wing J. Research Notebook: Computational Thinking – What and Why? [Electronic resource].– Available at:

<http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why> (accessed: 11.08. 2019).

12. Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education. Computer Science Teachers Association [Electronic resource]. – Available at: <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CompThinking.html> (accessed: 13.08.2019)

13. Koh Kyu Han. Computational Thinking Pattern Analysis: A Phenomenological Approach to Compute Computational Thinking» (2014). Computer Science Graduate Theses & Dissertations. 86. [Electronic resource]. – Available at: http://scholar.colorado.edu/csci_gradetds/86 (accessed: 28.07.2017)

14. Pushkareva T.P., Kalitina V.V., Stepanova T.A. Razvitie algoritmicheskogo stilja myshlenija pri obuchenii programmirovaniju v vuze [The development of an algorithmic style of thinking in teaching programming at a university] (Siberian Federal University, Krasnojarsk, 2015, 82 p.).

Сведения об авторах:

Мукашева М.У. – кандидат педагогических наук, доцент, Национальная академия образования им. И. Алтынсарина, ведущий научный сотрудник, пр. Мангилик Ел, 8, Нур-Султан, Казахстан.

Шаукенбаева А.К. – магистр информационных технологий, старший преподаватель кафедры информатики и информационных технологий Актюбинского регионального государственного университета им. К. Жубанова, пр. А. Молдагуловой, 34, Актобе, Казахстан.

Омирзакова А.А. – магистрант 2 курса факультета информационных технологий ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Пушкина, 11, Нур-Султан, Казахстан.

Рахметолла А.Т. – магистрант 2 курса факультета информационных технологий ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Пушкина, 11, Нур-Султан, Казахстан.

Mukasheva M.U. – Candidate of Pedagogic sciences, Associate professor, Leading Researcher, National Academy of Education named after Y.Altynsarin, Mangilik Yel ave., 8, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Shaukenbaeva A.K. – Master of Information Technology, Senior Lecturer, Department of Informatics and Information Technology, K. Zhubanov Aktobe Regional State University, A. Moldagulova ave., 34, Aktobe, Kazakhstan.

Omirzakova A.A. – 2-year undergraduate of the Faculty of Information Technology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Pushkin str., 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Rakhmetolla A.T. – 2-year undergraduate of the Faculty of Information Technology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Pushkin str., 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.