

Мир науки. Педагогика и психология / World of Science. Pedagogy and psychology <https://mir-nauki.com>

2019, №2, Том 7 / 2019, No 2, Vol 7 <https://mir-nauki.com/issue-2-2019.html>

URL статьи: <https://mir-nauki.com/PDF/89PDMN219.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Берман Н.Д. Роль информационных технологий в развитии навыков вычислительного мышления // Мир науки. Педагогика и психология, 2019 №2, <https://mir-nauki.com/PDF/89PDMN219.pdf> (доступ свободный).
Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Berman N.D. (2019). The role of information technology in the development of computational thinking skills. *World of Science. Pedagogy and psychology*, [online] 2(7). Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/89PDMN219.pdf> (in Russian)

УДК 37.01

ГРНТИ 14.35.07

Берман Нина Демидовна

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Россия

Старший преподаватель

E-mail: nina.berman@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3573-048X>

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=899767

Роль информационных технологий в развитии навыков вычислительного мышления

Аннотация. В современном обществе уровень автоматизации и компьютеризации всех видов деятельности не просто возрос, а перешел на новый качественный уровень. Становится важным умение использовать возможности компьютеров для решения сложных проблем. Однако, прежде чем проблема может быть решена, необходимо понять саму проблему и пути ее решения. Вычислительное мышление позволяет решать сложные проблемы, понимать, в чем она заключается, и разрабатывать возможные решения. Исследование роли и возможностей информатики и информационно-коммуникационных технологий в развитии навыков вычислительного мышления у студентов, является целью данной работы. В статье проанализировано понятие «вычислительное мышление». Автором рассматриваются основные характеристики, которые определяют вычислительное мышление, роль информационных технологий в его формировании. Обоснована теоретическая значимость развития навыков вычислительного мышления и потенциальные преимущества обучения вычислительному мышлению в образовании. Доказано, что развитие такого стиля мышления является важным результатом образования, а дисциплине «Информатика», в силу своей специфики, отводится существенная роль в процессе формирования данного типа мышления. Интегрируя информатику в другие дисциплины, студенты получают преимущество, заключающееся в том, что у них есть особый способ мышления для описания и объяснения различных явлений, способствующий их более глубокому пониманию. Проанализирована связь между вычислительным мышлением и развитием навыков XXI века, в том числе цифровой компетентностью. Показана практическая значимость развития вычислительного мышления, поскольку оно включается в набор навыков, которые могут использоваться в различных предметных областях.

Ключевые слова: вычислительное мышление; решение проблем; информационные технологии; цифровая компетентность; информатика; алгоритм; декомпозиция; абстракция; распознавание образов; вычислительный подход

В настоящее время общество в значительной степени зависит от алгоритмов: от управления нашими инвестициями до помощи в диагностике различных заболеваний. Способность понимать и доверять алгоритмическим решениям, а также участвовать в разработке таких решений может принести ряд преимуществ в повседневной и профессиональной жизни, благодаря чему каждый сможет добиться успеха в современном сложном и технологичном обществе [1].

Информация, Интернет, коммуникации становятся все более значимыми в современной жизни и вычислительное мышление становится все более востребованным для экономического, интеллектуального и социального благополучия каждого [2]. Каждый человек должен понимать этот цифровой мир, в котором он живет. Важно уметь использовать возможности компьютеров для решения сложных проблем. Однако, прежде чем применять вычислительные инструменты для решения этих проблем, необходимо понять саму проблему и способы ее решения. Речь идет о переформулировании проблемы и структурировании ее таким образом, чтобы можно было решить ее с помощью компьютера. Вычислительное мышление рассматривается как важная компетенция квалифицированного специалиста, так как современные студенты будут не только работать в областях, связанных с информационно-компьютерными технологиями, но и пользоваться компьютерной техникой и иными интеллектуальными устройствами в повседневной жизни.

Вычислительное мышление должно стать неотъемлемой частью обучения студентов вузов. Формирование вычислительного мышления обуславливает важность знаний и навыков в сфере информационных технологий и является актуальной проблемой современного высшего образования. Основной дисциплиной информационно-технологической направленности для студентов первого курса бакалавриата и специалитета в вузах является «Информатика». Исследование роли и возможностей информационно-коммуникационных технологий в развитии вычислительного мышления, а также обучение вычислительному мышлению без привязки к компьютеру и компьютерному программированию в рамках дисциплины «Информатика», является целью данной работы.

Вычислительное мышление определяется как «процесс распознавания аспектов вычислений в мире, который нас окружает, применение инструментов и методов компьютерных наук, чтобы понимать естественные и искусственные системы и процессы» [3].

Мышление высшего порядка можно представить как сложный способ мышления, который часто генерирует несколько решений [4]. Такое мышление включает в себя абстракцию, неопределенность, применение множественных критериев, рефлекссию и саморегуляцию. Это также облегчает передачу знаний, то есть использование и преобразование уже существующих знаний при создании новых знаний [5].

Джаннет Винг, директор Института данных Колумбийского университета в своей работе высказала предположение, что «мышление в вычислительном отношении является фундаментальным навыком для всех, а не только для компьютерных специалистов, и аргументировала важность интеграции вычислительного мышления в другие дисциплины» [6].

В настоящее время поиском определения термина «вычислительное мышление», его концептуальным основам посвящено много работ зарубежных ученых, однако в отечественной научной литературе данная тема освещена крайне недостаточно.

В своей статье, посвященной данному вопросу, член-корреспондент РАО Хеннер Е.К. сделал попытку привлечь педагогическое сообщество России к феномену «вычислительное мышление», привел сопоставление понятия «вычислительное мышление» с родственными понятиями, используемыми в отечественной научно-педагогической литературе [7]. Вольфенгаген В.Э. рассматривает вычислительное мышление как «инструмент, дающий возможности анализа происходящих информационных процессов – вне зависимости от того,

состоялись ли уже эти процессы, находятся ли они в стадии разворачивания или только еще предполагаются как возможные» [8]. Патаракин Е.Д. и Ярмахов Б.Б. рассматривают понятие «вычислительное мышление», как направление в вычислительной педагогике, включающее также вычислительное участие и вычислительную рефлексию, на примере обучения программированию в среде Scratch [9].

Однако, из вышеперечисленных трудов невозможно сделать однозначный вывод об определении данного понятия. Скорее, исследователи часто пытаются объяснить вычислительное мышление, уточняя, что оно включает в себя. Например, Международное общество технологий в образовании (ISTE) и Ассоциация учителей информатики (CSTA) предоставили функциональное определение вычислительного мышления как «процесс решения проблем, который включает (но не ограничивается) следующие характеристики:

- формулирование проблем таким образом, чтобы можно было использовать компьютер и другие инструменты для их решения;
- анализ и логическое упорядочивание данных, представление их с помощью абстракций;
- автоматизация решений с помощью алгоритмов (последовательности упорядоченных шагов);
- выявление, анализ и внедрение возможных решений с целью достижения наиболее эффективного и действенного сочетания алгоритмов и ресурсов;
- обобщение и перевод этого процесса решения проблем на широкий спектр задач» [10].

В данной работе под вычислительным мышлением будем понимать мыслительные процессы (или навыки мышления человека), которые используют аналитические и алгоритмические подходы к постановке, анализу и решению задачи или проблемы.

Вычислительное мышление включает в себя широкий спектр интеллектуальных инструментов и теорий из информатики, которые помогают решать проблемы, проектировать системы, понимать поведение человека и использовать компьютеры для автоматизации широкого спектра задач. Элементы вычислительного мышления достаточно хорошо известны, учитывая, что они включают в себя вычислительные концепции, принципы, методы, языки, модели и инструменты, которые часто встречаются при изучении информатики и дисциплин информационного цикла. Таким образом, вычислительное мышление может включать: представление проблемы; переформулировку сложных проблем путем сокращения и преобразования; абстракцию проблемы и декомпозицию; модульность; эвристические рассуждения; планирование; поисковые стратегии; анализ вычислительной сложности алгоритмов и процессов; баланс вычислительных затрат с другими критериями проектирования. Концепции из информатики, такие как алгоритм, процесс, спецификация задач, формальная корректность решений, машинное обучение, рекурсия, конвейерная обработка и оптимизация, также находят широкое применение.

Вычислительное мышление – это мыслительные процессы, задействованные в решении проблемы, которая может быть выражена в виде последовательности шагов (алгоритма) и может быть решена с помощью компьютера. Чтобы использовать вычислительное мышление компьютер не нужен, но для того, чтобы использовать компьютер и программное обеспечение для решения задач, изучать языки программирования и создавать программы, необходимо вычислительное мышление.

Как правило, вычислительное мышление понимается как комбинация четырех категорий навыков:

- Декомпозиция.

- Распознавание образов.
- Понимание абстракций.
- Создание и использование алгоритмов [11; 12].

Декомпозиция – это аналитический процесс, который включает в себя разбиение данных, процессов или проблем на более мелкие, управляемые части. Практически любая задача включает в себя что-то большое и сложное и понимание того, как разбить или разделить её на более мелкие подзадачи.

Распознавание образов – это процесс идентификации, определение тенденций и закономерностей в данных. Распознавание образов требует классификации данных.

Абстракция – это то, что существует только как идея. Понимание абстракций требует обобщения, выводов и использования других мыслительных процессов для решения задачи или проблемы, чтобы представить то, что нельзя увидеть или потрогать.

Алгоритм – это последовательность действий для решения проблемы. Повседневные задачи также включают создание и использование алгоритмов в форме пошаговых инструкций. Разобрав задачу, выявив переменные, связанные с использованием представления данных, и создав алгоритмы, получим общее решение. Общее решение – это обобщение или абстракция, которые можно использовать для решения множества вариантов исходной задачи.

В педагогической литературе современные авторы в «решении проблем» выделяют следующие этапы:

1. описание проблемы (формулирование как вычислительной проблемы);
2. определение важных деталей, необходимых для решения этой проблемы;
3. разбиение проблемы на небольшие логические шаги;
4. использование этих шагов для создания алгоритма, который решает проблему;
5. оценка этого алгоритма.

Решение проблемы с помощью вычислительного подхода требует определения проблемы, декомпозиции и оценки каждой части для определения является ли найденное решение оптимальным.

Рассматривая потенциальные преимущества обучения вычислительному мышлению в образовании, ученые отмечают, что оно позволяет обучаемым использовать различные способы решения проблемы, анализировать повседневную деятельность с разных точек зрения [13], развивать способности к открытию, созданию и внедрению инноваций [14], понимать, что могут предложить информационные технологии [15].

В работе [16] представлены ключевые аспекты вычислительного мышления, которые включают:

1. вычислительные концепции;
2. вычислительные практики;
3. вычислительные перспективы.

Когда студенты работают в среде программирования и создают свои программы, игры и т. д., они используют набор вычислительных конструкций, которые используются во многих языках программирования: последовательность (определение последовательности шагов для решения задачи), цикл (запуск одной и той же последовательности несколько раз), параллелизм (одновременная работа), события (способ взаимодействия между объектами), условия (принятие решений на основе условий), операторы (поддержка математических и логических выражений), данные (хранение, получение и обновление значений). Использование данных

вычислительных конструкций позволяет студенту интенсивнее развивать аналитические способности.

Следующим шагом в формировании вычислительного мышления было описание процессов построения, методов проектирования при создании студентами своих проектов, так называемые вычислительные практики: экспериментирование и повторение, тестирование и отладка (проверка работоспособности и поиск решение проблем при их возникновении), повторное использование (создание чего-либо на основе существующих проектов или идей), абстрагирование и модульность (изучение связей между целым и частями). Вычислительные практики связаны с построением процесса, умением планировать свою деятельность, разрабатывать стратегии и предвидеть проблемы, анализировать и обосновывать свои действия, разделять задачу на подзадачи.

Вычислительные перспективы определяют третий шаг в вычислительной структуре мышления студентов: понимания, что вычисления являются средством создания («я могу создать»), возможности доступа к новым проектам, людям через онлайн-сообщества, личные контакты («Я могу делать разные вещи, когда у меня есть доступ»), способности задавать вопросы о мире («Я могу использовать вычисления, чтобы задавать вопросы, для понимания окружающего мира»).

Разнообразие используемых вычислительных инструментов отражает не только ценность, присущую различным аспектам вычислительного мышления, но также демонстрирует тесную связь между ним и развитием навыков XXI века, в том числе цифровой компетентности. При рассмотрении вычислительного мышления применительно к цифровой компетентности [17] отмечается два аспекта для образования:

- вычислительное мышление – это мыслительный процесс, независимый от технологии;
- вычислительное мышление – это особый метод формулирования проблемы, который влечет за собой способы анализа проблемы и ее решения с помощью информационных технологий.

Цифровая компетентность требует глубокого понимания и знания природы, роли и возможностей информационно-коммуникационных технологий в повседневной жизни, в профессиональной деятельности [18]. Следовательно, вычислительное мышление включается в набор навыков, которые могут использоваться в различных предметных областях, и являться способом для самовыражения, применяться в социальном сотрудничестве. Развитие цифровых технологий определяет новые требования к квалификации специалиста, которые можно определить как способность понимать и применять вычислительные принципы для решения проблем, обладать определенным стилем мышления. Дисциплине «Информатика», в силу своей специфики, отводится существенная роль в процессе формирования данного типа мышления. Изучение информатики определяет высокие потенциальные возможности для формирования вычислительно мышления студентов и может быть эффективно реализована при условии осуществления комплексного подхода в рамках учебной деятельности студентов. Целенаправленная подготовка студентов, направленная на приобретение практических навыков работы при изучении основ программирования на языке высокого уровня, способствует развитию вычислительного мышления [19]. Так как для выполнения задания лабораторной работы по информатике студент осуществляет:

- Анализ задания – формулирование задания как вычислительной проблемы, разбиение на составные части (декомпозиция), сосредоточение внимания на существенных деталях для ее решения (абстракция), поиск закономерностей (обобщение), разбиение задания на логические этапы, определение порядка их выполнения (алгоритм).

- Проектирование – разработку решения в виде блок-схемы, описание структуры и интерфейса программы.
- Программирование – запись решения задачи на выбранном языке программирования.
- Отладку – применение анализа и оценки результатов, с использованием таких методов как тестирование, выявление синтаксических и логических ошибок.

Именно такая последовательность характерна для вычислительного мышления. Таким образом, понимание и усвоение студентами информатики напрямую связаны с обучением вычислительному мышлению. Интегрируя информатику в другие дисциплины, студенты получают преимущество, заключающееся в том, что у них есть особый способ мышления для описания и объяснения явлений, способствующий их более глубокому пониманию. Навыки вычислительного мышления позволяют:

- более эффективно ориентироваться в современном цифровом обществе, в котором приходится часто сталкиваться с технологическими устройствами в личной жизни (компьютеры, смартфоны, автомобили, бытовая техника и т. д.), иметь возможность использовать информационные ресурсы (например, поиск информации в Интернете, общение в социальных сетях, онлайн-обучение, облачные вычисления и т. д.);
- повышать интерес к профессиям в сфере информационных технологий;
- увеличить конкурентоспособность на рынке труда, так как вычислительное мышление является важным компонентом профессионального образования;
- более результативно применять, использовать и разрабатывать вычислительные инструменты;
- приобрести способность решать проблемы эффективно, с наименьшими затратами.

Образовательная система должна соответствовать потребностям и возможностям цифрового общества, поддерживать инновационные процессы, откликаться на изменения среды и запросы общества [20]. Информационные технологии, в том числе появление и развитие прикладных программных продуктов, позволяющих решать задачи из различных областей профессиональной деятельности без знания языка программирования, способствуют формированию вычислительного мышления, а развитие мышления в целом или его отдельных типов является важным шагом в достижении успеха, как в личной, так и в профессиональной сфере. Таким образом, развитие вычислительного мышления обеспечивает базу для непрерывного изучения новых технологий и передовых вычислительных концепций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарипов Ф.Ф., Мараджабов С.И. Теоретическая модель формирования алгоритмического мышления студентов вузов в процессе обучения объектно-ориентированному программированию / Балтийский гуманитарный журнал. 2017. Т. 6. № 3 (20). С. 313–316.
2. Берман Н.Д. Информационная культура как основа профессиональной деятельности / Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2017. Т. 8. № 6–2. С. 354–358.
3. Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. The Royal Society. 2012. Режим доступа: <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf> (дата обращения 29.05.2019).

4. Тушминцева Е.В. Формирование навыков мышления высокого уровня как один из компонентов оптимизации обучения английскому языку в высшей школе // Молодой ученый. 2010. №3. С. 301–303. URL: <https://moluch.ru/archive/14/1306/> (дата обращения: 29.05.2019).
5. Green, A.J.K. & Gillhooly, K., Problem solving. In: Braisby, N. & Gelatly, A. (Eds.), *Cognitive Psychology*, Oxford University Press, Oxford, 2005.
6. Wing J. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, Vol. 49, No. 3, March 2006, p. 33–35.
7. Хеннер Е.К. Вычислительное мышление / *Образование и наука*. 2016. № 2 (131). С. 18–33.
8. Вольфенгаген В.Э. Область между практическими навыками и фундаментальными принципами вычислений // *Аппликативные вычислительные системы: материалы III Международной конференции ABC 2012*. Москва, 26–28 ноября 2012 г. С. 1–7. Режим доступа: http://jurinfor.exponenta.ru/ACS2012/ACS-12_Proceedings-All.pdf (дата обращения 29.05.2019).
9. Патаракин Е.Д., Ярмахов Б.Б. Вычислительная педагогика: мышление, участие и рефлексия / *Образовательные технологии и общество*. 2018. Т. 21. № 4. С. 502–523.
10. ISTE Standards for Students, Educators, Computer Scientists, Technology Coaches and Administrators by ISTE (International Society for Technology in Education). 2017. Режим доступа: <https://www.iste.org/standards/computational-thinking> (дата обращения 12.05.2019).
11. Sabah Al-Fedaghi, Ali Abdullah Alkhalidi *Thinking for Computational Thinking*. (IJACSA) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 10, No. 2, 2019.
12. Изучение компьютерного мышления. Google for Education [Электронный ресурс]. URL <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/#!ct-overview> (дата обращения: 20.04.2019).
13. Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., ... Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32–37.
14. Allan, W., Coulter, B., Denner, J., Erickson, J., Lee, I., Malyn-Smith, J., & Martin, F. (2010). *Computational Thinking for Youth*. ITEST Small Working Group on Computational Thinking.
15. Берман Н.Д. Формирование информационной компетентности студентов / *Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал)*. 2017. Т. 8. № 2–2. С. 28–34.
16. Brennan K., Resnick M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking // *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, Canada. 2012. Pp. 1–25.
17. Vocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice. EUR 28295 EN; doi:10.2791/792158.
18. Берман Н.Д. К вопросу о цифровой грамотности / *Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал)*. 2017. Т. 8. № 6–2. С. 35–38.
19. Хеннер Е.К. Сопоставительный анализ целей изучения информатики в общем образовании / *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. Том 14 № 2 (2018). С. 500–507.
20. Берман Н.Д. Потенциал использования мобильных и сетевых технологий как современных информационных средств обучения / *ЦИТИСЭ*. 2019. № 1 (18). С. 17.

Berman Nina Demidovna

Pacific national university, Khabarovsk, Russia

E-mail: nina.berman@mail.ru

The role of information technology in the development of computational thinking skills

Abstract. In modern society, the level of automation and computerization of all activities has not only increased, but has moved to a new level of quality. It becomes important to use the ability of computers to solve complex problems. However, before the problem can be solved, it is necessary to understand the problem and the ways to solve it. Computational thinking allows you to solve complex problems, understand what it is, and develop possible solutions. The purpose of this work is to study the role and capabilities of computer science and information and communication technologies in the development of computational thinking skills of students. The article analyzes the concept of "computational thinking". The author considers the main characteristics that determine computational thinking, the role of information technologies in its formation. The theoretical significance of the development of computational thinking skills and the potential benefits of teaching computational thinking in education are substantiated. It is proved that the development of this style of thinking is an important result of education, and the discipline "Informatics", due to its specificity, plays an important role in the formation of this type of thinking. By integrating computer science into other disciplines, students gain the advantage that they have a special way of thinking to describe and explain different phenomena, contributing to their deeper understanding. The relationship between computational thinking and the development of skills of the XXI century, including digital competence, is analyzed. The practical significance of the development of computational thinking is shown, as it is included in the set of skills that can be used in various subject areas.

Keywords: computational thinking; problem solving; information technology; digital competence; computer science; algorithm; decomposition; abstraction; pattern recognition; computational approach