

© Н.Д. Берман

Научная статья  
УДК 378.147

## ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ

Н.Д. Берман

**Берман Нина Демидовна,**  
старший преподаватель, кафедра математических  
методов защиты информации и компьютерной  
безопасности, Политехнический институт,  
Тихоокеанский государственный университет;  
Почетный работник сферы образования  
Российской Федерации, Хабаровск, Россия.  
ORCID: 0000-0002-3573-048X  
nina.berman@mail.ru

**Аннотация.** Быстрое технологическое развитие влияет на все сферы общества и нашу повседневную жизнь. В современном мире каждый должен понимать основы базовых технологий, а также возможности и потенциальные проблемы, которые они несут. В эпоху цифровизации, информатика, программирование и другие компьютерные науки стали своего рода базовой грамотностью, сопоставимой по важности с традиционными навыками чтения, письма и счета. Чтобы добиться успеха в этом меняющемся мире, студентам нужно уметь критически мыслить и решать сложные и нечетко определенные проблемы, быть адаптируемыми, чувствительными к изменениям, уметь использовать возможности компьютеров для решения сложных проблем. Одним из подходов к обучению этим навыкам является формирование вычислительного мышления. Развитие вычислительного мышления у студентов становится все более актуальной задачей образования в связи с масштабной цифровой трансформацией общества и экономики, а также растущей потребностью в эффективных методах решения сложных задач. Целью данной работы является рассмотрение преимуществ и проблем применения вычислительного мышления, практической необходимости его формирования у студентов вуза. Вычислительное мышление выходит за рамки информационных дисциплин и программирования и также применяется в различных областях, в которых студенты учатся системному и аналитическому подходу в решении проблем. Развитие вычислительного мышления у студентов способствует приобретению навыков, позволяющих им комплексно подходить к решению различных проблем в эпоху цифровых технологий. Специалисты с развитыми навыками вычислительного мышления востребованы в связи с их способностью решать сложные проблемы и разрабатывать инновационные подходы к решению задач.

**Ключевые слова:** вычислительное мышление, критическое мышление, цифровые компетенции, технологии, цифровые технологии, декомпозиция, распознавание образов, абстракция, алгоритмы, обобщение, информатика, программирование, образование.

**Библиографическая ссылка:** Берман Н.Д. Преимущества и проблемы применения вычислительного мышления в образовании // ЦИТИСЭ. 2024. № 2. С. 271-278.

Research Full Article

UDC 378.147

## ADVANTAGES AND CHALLENGES OF APPLYING COMPUTATIONAL THINKING IN EDUCATION

N.D. Berman

**Nina D. Berman,**

Senior Lecturer, Department of Informatics of the Faculty of Computer and Fundamental Sciences, Pacific National University; Honorary Worker of Education of the Russian Federation, Khabarovsk, Russian Federation.

ORCID: 0000-0002-3573-048X

nina.berman@mail.ru

**Abstract.** *Rapid technological development affects all areas of society and our daily lives. In today's world, everyone needs to understand the fundamentals of underlying technologies and the opportunities and potential challenges they bring. In the era of digitalization, computer science, programming and other computer sciences have become a kind of basic literacy, comparable in importance to traditional reading, writing and numeracy skills. To succeed in this changing world, students need to be able to think critically and solve complex and ill-defined problems, be adaptable, sensitive to change, and be able to use the power of computers to solve complex problems. One approach to teaching these skills is to foster computational thinking. The development of computational thinking in students is becoming an increasingly urgent task in education due to the large-scale digital transformation of society and the economy, as well as the growing need for effective methods for solving complex problems. The purpose of this work is to consider the advantages and problems of using computational thinking, the practical need for its formation among university students. Computational thinking goes beyond computer science and programming and is also applied to a variety of fields in which students learn to approach problems in a systematic and analytical way. Developing computational thinking among students helps them acquire skills that allow them to take an integrated approach to solving various problems in the digital age. Professionals with advanced computational thinking skills are in demand due to their ability to solve complex problems and develop innovative approaches to problem solving.*

**Keywords:** *computational thinking, critical thinking, digital competencies, technology, digital technologies, decomposition, pattern recognition, abstraction, algorithms, generalization, computer science, programming, education.*

**For citation:** *Berman N.D. Advantages and problems of using computational thinking in education. CITISE, 2024, no. 2, pp. 271-278.*

### **Введение.**

Современный мир, в котором мы живем, стал цифровым, наполненным технологиями и управляемыми автоматизированными системами. Быстрое технологическое развитие влияет на все сферы общества и нашу повседневную жизнь. В цифровом мире каждый должен понимать основы базовых технологий, а также возможности и потенциальные проблемы, которые они несут. Чтобы добиться успеха в этом меняющемся мире, студентам нужно уметь критически мыслить и решать сложные и нечетко определенные проблемы, быть адаптируемыми, чувствительными к изменениям, уметь использовать возможности компьютеров для решения сложных проблем [1]. Одним из подходов к обучению этим навыкам является формирование вычислительного мышления. Вычислительное мышление особенно необходимо в эпоху цифровых технологий, поскольку оно не только учит критически осмысливать ситуацию, но и помогает студентам разрабатывать и применять стратегии для понимания и решения проблем способами, позволяющими использовать возможности технологических методов для разработки и тестирования решений [2].

В эпоху цифровизации, информатика, программирование и другие компьютерные науки стали своего рода базовой грамотностью, сопоставимой по важности с традиционными навыками чтения, письма и счета. Эти дисциплины становятся ключевыми для понимания и успешной навигации в современном высокотехнологичном мире, в котором цифровые инструменты и системы пронизывают все сферы жизни. Речь идет не только о программировании, но и о понимании алгоритмов, структур данных и вычислительных процессов. Данные знания, предоставляя возможность студентам стать создателями, а не простыми потребителями технологий. Обучение программированию, изучение робототехники, навыки работы с большими данными, основы построения интеллектуальных систем, способных к самообучению помогают студентам, выполняя практические проекты, развивать навыки критического мышления и получать более глубокое понимание того, как работают современные цифровые технологии. Вычислительное мышление является методологией решения проблем, основанной на принципах информатики, включает в себя разбиение сложных задач на более мелкие, более управляемые части, выявление закономерностей и разработку алгоритмов для их решения. Вычислительное мышление выходит за рамки информационных дисциплин и программирования и также применяется в различных областях, в которых студенты учатся системному и аналитическому подходу в решении проблем [3, 4]. Развитие вычислительного мышления у студентов способствует приобретению навыков, позволяющих им комплексно подходить к решению различных проблем в эпоху цифровых технологий.

### **Цель исследования.**

Развитие вычислительного мышления у студентов становится все более актуальной задачей образования в связи с масштабной цифровой трансформацией общества и экономики, а также растущей потребностью в эффективных методах решения сложных задач. Целью данной работы является рассмотрение преимуществ и проблем применения вычислительного мышления, практической необходимости его формирования у студентов вуза.

### **Результаты исследования и дискуссия.**

Жаннетт М. Винг использовала впервые термин «вычислительное мышление» как «мышление, включающее решение проблем, проектирование систем и понимание поведения человека, опираясь на фундаментальные концепции информатики» [5]. Вычислительное

мышление является многогранной концепцией неразрывно связанной с умением решать проблемы (задачи), анализом данных, алгоритмами, абстракцией и представлением информации, которые являются основой для изучения информационных и автоматизация интеллектуальных процессов [6, 7]. Международное общество технологий в образовании (ISTE) и Ассоциация учителей информатики (CSTA) опубликовали определение вычислительного мышления, которое включает в себя как процесс решения проблем и выделяет следующие навыки: декомпозицию, распознавание образов, абстракцию, разработку алгоритма и оценивание [8].

Рассмотрим подробнее структурные элементы вычислительного мышления.

Декомпозиция предполагает разбиение данных, процессов или проблем на более мелкие, управляемые части. Этот важный элемент вычислительного мышления помогает студентам разделять большую, сложную проблему на более мелкие и понятные компоненты, которые становятся более доступными для анализа и решения. Рассматривая отдельные компоненты, проще понять структуру и взаимосвязи в исходной проблеме. Декомпозиция позволяет распределять работу между несколькими людьми или процессами, тем самым ускоряя ее решение. Решение, основанное на декомпозиции, легче модифицировать и масштабировать при изменении требований.

Распознавание образов – это способность находить и идентифицировать закономерности, тенденции и структуры в данных. Распознавая образы, можно выявлять неочевидные взаимосвязи между различными элементами данных, группировать и классифицировать информацию, делая ее более понятной. Выявляя закономерности, можно прогнозировать будущие события или тенденции, находить оптимальные решения из множества возможных вариантов.

Абстракция – это процесс сосредоточения на ключевых, существенных деталях проблемы, отбрасывая несущественные подробности. Создание абстрактных моделей и концептуальных представлений помогает студентам лучше понимать и прогнозировать поведение систем, применять решения из одной области к похожим задачам в других областях.

Разработка алгоритма – это создание пошаговых инструкций для решения задачи. Алгоритм обеспечивает четкую и логичную последовательность действий, необходимых для достижения результата. Разработка алгоритма помогает выявлять и устранять неэффективные или избыточные шаги, повышая общую производительность. Алгоритмический подход позволяет повторять и применять решение к аналогичным проблемам. Алгоритмы могут быть реализованы в виде программного кода, что позволяет автоматизировать решение задач.

Оценка (обобщение) – это процесс проверки и анализа предложенного решения, чтобы убедиться, что оно является эффективным, позволяет выявить слабые места в решении и внести необходимые корректировки. Анализ результатов оценки позволяет изучить факторы, повлиявших на результат решения, помогает понять, что именно способствовало достижению успеха или привело к неудаче. Извлеченные из оценки выводы можно использовать для адаптации и применения успешных подходов к решению схожих проблем в других контекстах.

Исследования отечественных и зарубежных авторов дают представление о вычислительном мышлении, в которых основное внимание уделяется взаимосвязи вычислительного мышления с предметными областями, а также связанными с ними когнитивными конструкциями, используемыми технологическими инструментами или влиянием на навыки программирования [9, 10, 11, 12]. Программирование является одним из наиболее эффективных способов развития вычислительного мышления. Программирование предполагает разбиение сложных проблем на более мелкие, управляемые части и разработку

пошаговых решений. Написание программы является средством применения решений, разработанных в процессе вычислительного мышления. Алгоритмы в данном случае представляют собой серию логических шагов, которые взаимодействуют с технологическими инструментами и помогают им выполнять различные действия. Программирование и вычислительное мышление создают общий язык, который объединяет различные дисциплины, позволяя студентам устанавливать связи в профессиональных областях обучения. Вычислительное мышление и программирование тесно переплетены, каждое из них опирается друг на друга создавая кумулятивный эффект. Программирование требует навыков вычислительного мышления для создания эффективного и действенного кода. Традиционные подходы к изучению программирования ориентированы на частую и повторяющуюся практику написания кода. Обычно изучение программирования студентами не ИТ-направлений осуществляется в рамках дисциплины «Информатика» и начинается с основ языка программирования: типы и структуры данных, синтаксис операторов, основных конструкций. На начальном этапе обучения программированию, даже базовые конструкции трудны для понимания некоторых студентов, поскольку требуют от них навыков когнитивной абстракции, логико-математических знаний и способности решать проблемы с использованием алгоритмов. Программирование – это сложный когнитивный навык, и студенты сталкиваются с трудностями при попытке перевести описание проблемы в серию шагов по ее решению [13, 14, 15]. При программировании важно, чтобы студент понимал, что язык программирования служит языком для общения и инструктирования агента по обработке информации (будь то человек или машина), что является одной из основных задач вычислительного мышления [16].

Еще одним ключевым преимуществом, которое предлагает вычислительное мышление, является эффективность, позволяющая использовать минимальное количество ресурсов для решения проблем. Разработка алгоритмов помогает создавать процессы, которые экономят время и ресурсы, что полезно как в программировании, так и в реальной жизни.

Навыки, используемые в вычислительном мышлении, такие как декомпозиция и распознавание образов, легко переносятся в обширный спектр дисциплин, выходящих за рамки информатики, от инженерии до экономики и широко используются в повседневной жизни. Использование абстракций для игнорирования ненужных деталей, вычислительное мышление позволяет студентам сосредотачиваться на разработке творческого решения проблемы [17].

Вычислительное мышление имеет и свои недостатки. Иногда, разбивая проблемы на более мелкие части, можно упустить из виду тонкости и сложности реального мира, что приводит к решениям, которые могут оказаться не столь эффективными на практике. Не у всех есть врожденные навыки вычислительного мышления, требуется образование и практика для развития этих способностей. Для студентов, не привыкших к алгоритмическому мышлению, пошаговый подход иногда может показаться нелогичным и подавлять другие типы интуитивных или творческих методов решения проблем [18].

#### **Заключение.**

Таким образом, вычислительное мышление дает студентам возможность ориентироваться в сложностях современного мира, вооружая их навыками, необходимыми для инноваций, адаптации и успешности в различных сферах деятельности, готовит их к работе в цифровом мире. Более того, вычислительное мышление оказывает существенное влияние на будущие возможности трудоустройства. Поскольку технологии продолжают развиваться, спрос на сотрудников с навыками вычислительного мышления растет в различных отраслях - от разработки программного обеспечения до анализа данных. Специалисты с развитыми навыками вычислительного мышления востребованы в связи с их

способность решать сложные проблемы и разрабатывать инновационные подходы к решению задач.

#### Список источников:

1. Берман Н.Д. Роль информационных технологий в развитии навыков вычислительного мышления // Мир науки. Педагогика и психология, 2019. Т. 7, № 2. С. 2. URL: <https://elibrary.ru/qspctw>
2. Филимонов Д. В. О развитии вычислительного мышления и Agile-практиках в образовательном процессе учреждений высшего образования // Университетский педагогический журнал. 2022. № 2. С. 61–65. URL: <https://elibrary.ru/dyccof>
3. Букушева А.В. Вычислительное мышление в вузе: обзор исследований // В сборнике: Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. Материалы VI Международной научной конференции в трех частях. - Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2022. - С. 195-197. URL: <https://elibrary.ru/cituql>
4. Файзрахманов Т.Р. "Вычислительное мышление" как вторая грамотность в современном цифровом образовании и обществе // Электронные библиотеки. 2023. Т. 26, № 4. С. 570–587. URL: <https://elibrary.ru/znmkse>
5. Wing J. M. Computational Thinking // Communications of the ACM. 2006. Vol. 49, No. 3. P. 33–35. URL: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
6. Esteve-Mon F.M., Ángeles Llopis M., Adell-Segura J. Digital Competence and Computational Thinking of Student Teachers // International Journal of Emerging Technologies in Learning. 2020. Vol. 15, No. 02. P. 29–41. DOI: [10.3991/ijet.v15i02.11588](https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11588)
7. Hallström J., Vries M. Programming and Computational Thinking in Technology Education: Swedish and International Perspectives. Brill, 2024. - 344 p. DOI: <https://doi.org/10.1163/9789004687912>
8. Операциональное определение вычислительного мышления для образования К-12. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf> (Дата обращения: 20.04.2024)
9. Хеннер Е.К. Вычислительное мышление // Образование и наука. 2016. № 2 (131). С. 18-33. DOI: [10.17853/1994-5639-2016-2-18-33](https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-2-18-33)
10. Берман Н.Д. Формирование вычислительного мышления в процессе обучения студентов вуза // Russian Journal of Education and Psychology. 2020. Т. 11, № 1. С. 16–19. URL: <https://www.elibrary.ru/osgrmk>
11. Чигиринская Н.В., Григорьева О.Е., Бочкин А.М. [и др.] Вычислительное мышление будущего инженера: понятийный аппарат и опыт формирования в техническом вузе // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 2. С. 205–211. DOI: [10.17513/snt.39546](https://doi.org/10.17513/snt.39546)
12. Castro L.M.C., Douglas K.A. Computational Thinking frameworks used in Computational Thinking assessment in higher education. A systematized literature review, 2021 ASEE Virtual Annual Conference. DOI: [10.18260/1-2--36824](https://doi.org/10.18260/1-2--36824)
13. Загитова А.И. Проблемы обучения программированию и пути совершенствования курсов программирования в вузах // Экономика и социум. 2017. № 6-2 (37). С. 779–782. URL: <https://elibrary.ru/zfdytx>
14. Похорукова М.Ю. Особенности обучения программированию IT-специалистов на первом курсе // Современное педагогическое образование. 2023. № 10. С. 460–463. URL: <https://elibrary.ru/iaijkn>
15. Фокин Р.Р. Основные проблемы изучения программирования в современной высшей школе // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 10-1. С. 186–190. URL: <https://elibrary.ru/cpwhqs>

16. Клунникова М.М. Методика развития вычислительного мышления студентов при изучении курса «Численные методы» на основе смешанного обучения // Информатика и образование. 2019. № 6. С. 34–41. DOI: [10.32517/0234-0453-2019-34-6-34-41](https://doi.org/10.32517/0234-0453-2019-34-6-34-41)
17. Берман Н.Д. Вычислительное мышление // ЦИТИСЭ. 2019. № 3 (20). С. 26. URL: <https://elibrary.ru/uxjwip>
18. Кудрявцева Л.Б. Формирование алгоритмического мышления студентов // Академический вестник Ростовского филиала Российской таможенной академии. 2022. № 4 (49). С. 94–101. URL: <https://elibrary.ru/snpmea>

### References:

1. Berman N.D. The role of information technologies in the development of computational thinking skills. *World of Science. Pedagogy and Psychology*, 2019, vol. 7, no. 2, pp. 2. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/qspctw>
2. Filimonov D.V. On the development of computational thinking and Agile practices in the educational process of higher education institutions. *University Pedagogical Journal*, 2022, no. 2, pp. 61–65. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/dyccof>
3. Bukusheva A.V. *Computational thinking in higher education: a review of research*. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after. V.P. Astafieva Publ., 2022. pp. 195–197. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/cituql>
4. Faizrakhmanov T.R. “Computational thinking” as a second literacy in modern digital education and society. *Electronic Libraries*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 570–587. URL: <https://elibrary.ru/znkmsc>
5. Wing J. M. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 2006, vol. 49, no. 3, pp. 33–35. URL: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
6. Esteve-Mon F.M., Ángeles Llopis M., Adell-Segura J. Digital Competence and Computational Thinking of Student Teachers. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2020, vol. 15, no. 02. pp. 29–41. DOI: [10.3991/ijet.v15i02.11588](https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11588)
7. Hallström J., Vries M. *Programming and Computational Thinking in Technology Education: Swedish and International Perspectives*. Brill Publ., 2024. 344 p. DOI: [10.1163/9789004687912](https://doi.org/10.1163/9789004687912)
8. *An operational definition of computational thinking for K-12 education*. Available at: <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf> (accessed 20 April 2022).
9. Henner E.K. Computational thinking. *Education and science*, 2016, no. 2 (131), pp. 18–33. (In Russian). DOI: [10.17853/1994-5639-2016-2-18-33](https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-2-18-33)
10. Berman N.D. Formation of computational thinking in the process of teaching university students. *Russian Journal of Education and Psychology*, 2020, vol. 11, no. 1. pp. 16–19. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/osgrmk>
11. Chigirinskaya N.V., Grigorieva O.E., Bochkin A.M. et al. Computational thinking of the future engineer: conceptual apparatus and experience of formation in a technical university. *Modern Science-Intensive Technologies*, 2023, no. 2, pp. 205–211. (In Russian). DOI: [10.17513/snt.39546](https://doi.org/10.17513/snt.39546)
12. Castro L.M.C., Douglas K.A. *Computational Thinking frameworks used in Computational Thinking assessment in higher education. A systematized literature review*, 2021 ASEE Virtual Annual Conference. DOI: [10.18260/1-2--36824](https://doi.org/10.18260/1-2--36824)
13. Zagitova A.I. Problems of teaching programming and ways to improve programming courses in universities. *Economy and Society*, 2017, no. 6-2 (37), pp. 779–782. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/zfdytx>

14. Pohorukova M.Yu. Features of teaching programming to IT specialists in the first year. *Modern Pedagogical Education*, 2023, no. 10, pp. 460–463. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/iaijkn>
15. Fokin R.R. The main problems of studying programming in modern higher education. *Modern Science-Intensive Technologies*, 2019, no. 10-1, pp. 186–190. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/cpwhqs>
16. Klunnikova M.M. Methodology for developing students' computational thinking when studying the “Numerical Methods” course based on blended learning. *Computer Science and Education*, 2019, no. 6, pp. 34–41. (In Russian). DOI: [10.32517/0234-0453-2019-34-6-34-41](https://doi.org/10.32517/0234-0453-2019-34-6-34-41)
17. Berman N.D. Computational thinking. *CITISE*, 2019, no. 3 (20), pp. 26. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/uxjwip>
18. Kudryavtseva L.B. Formation of algorithmic thinking of students. *Academic bulletin of the Rostov branch of the Russian Customs Academy*, 2022, no. 4 (49), pp. 94–101. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/snpmea>

Submitted: 22 April 2024

Accepted: 23 May 2024

Published: 24 May 2024

