

Пространство педагогических исследований. 2025. Т. 2, № 2 (6). С. 7–24.
Education Research Environment, 2025, vol. 2, no. 2 (6), pp. 7–24.

Научная статья

УДК 372.851; 378.14

<https://elibrary.ru/rkbsqx>

<https://doi.org/10.23859/3034-1760.2025.54.99.001>

Аспекты межпредметной и метапредметной образовательной связи информатики, математики и логики

Магомед Мусаевич Абдуразаков

Российская академия образования,

Москва, Россия,

abdurazakov@inbox.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7979-0847>,

ResearcherID: B-3617-2019, SPIN-код: 7820-2215

Magomed M. Abdurazakov

Russian Academy of Education,

Moscow, Russia,

abdurazakov@inbox.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7979-0847>,

ResearcherID: B-3617-2019, SPIN-код: 7820-2215



Магомедхан Магомедович Ниматулаев,

Финансовый университет при Правительстве

Российской Федерации,

Москва, Россия,

mnimatulaev@fa.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4290-6073>

Magomedkhan M. Nimatulaev,

Financial University under the Government of the Russian Federation,

Moscow, Russia,

mnimatulaev@fa.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4290-6073>



Аннотация. В статье рассматривается проблема обучения информатике, математике и логике в современном образовании, в частности, в свете развития положительных тенденций и разрешения существующих проблем, сложившихся соотношений наук информатики и математики, а также порожденных формами и практикой обучения в системе общего образования.

Цель статьи – показать пути решения, формы и приемы при обучении математике, информатике и логике. Первоначально рассматривается суть проблемы, анализируются

© Абдуразаков М. М., Ниматулаев М. М., 2025

© Abdurazakov M. M., Nimatulaev M. M., 2025

разные подходы к ее решению, представленные в научных трудах разных авторов (в структуре содержательного, формального и социокультурного подходов). Отмечается сложившаяся связь данных наук, отражение решений по организации процесса обучения в ученых трактатах на разных этапах исторического развития. В ходе исследования указываются проблемы и сложности в преподавании, а также предлагаются рекомендации по их преодолению.

В работе подчеркивается, что взаимосвязь методических систем обучения математике, информатике и логике объективна, вполне естественна, так как эти предметы по множеству существенных параметров и содержательном аспекте соответствуют образовательным целям и требованиям личностного развития субъектов обучения. В этом аспекте в статье отмечается, что математика изучает форму, информатика – форму и содержание. Изучение объектов только по форме ведет к *формализму* в информационной сфере (что недопустимо), поэтому возможная интеграция должна сочетаться с необходимой *дифференциацией*. Поэтому раскрытие отдельных аспектов потенциала межпредметных и метапредметных связей и отношений рассматриваемой триады как близких, но не однородных образовательных систем, имеющих свою предметную специфику содержания, методов и форм обучения, предполагает формирование концепции развития межпредметных связей обучения математике и информатике в аспекте предметной дифференциации и системной интеграции. В этом ракурсе в статье предложены возможные пути решения возникших проблем в условиях изменений в школьных программах содержания информатического и математического образования под влиянием требований новых ФГОС и структура предметного обучения информатике и математике, обеспечивающая их эффективность и результативность.

Сформулированные выводы могут стать основой для создания программы развития математического образования в средней и высшей школе, способствовать повышению качества знаний у всех участников образовательного процесса.

Ключевые слова: математика, информатика, логика, обучение, форма, содержание, межпредметные и метапредметные связи и их отношения, математическая и информационная культура

Благодарность. Авторы благодарят анонимных рецензентов, ознакомившихся со статьей и сделавших ценные замечания, позволившие улучшить ее качество.

Для цитирования: Абдуразаков М. М., Ниматулаев М. М. Аспекты межпредметной и метапредметной образовательной связи информатики, математики и логики // *Пространство педагогических исследований*. 2025. Т. 2, № 2 (6). С. 7–24. (In Russian) <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2025.54.99.001>; EDN: RKBSQX

Aspects of interdisciplinary and metadisciplinary educational integration of computer science, mathematics and logic

Abstract. The article examines the challenges of teaching computer science, mathematics, and logic in modern education, particularly regarding the development of positive trends and the resolution of existing issues, the established relationships between computer science and mathematics, and the influence of educational forms and practices in the general education system. The article is aimed at proposing solutions, forms, and methods for teaching mathematics, computer science, and logic. The problem is first outlined, followed by an analysis of various approaches to

its resolution as presented in the academic works by different authors, including content-based, formal, and sociocultural frameworks. The article highlights the historically established connection between these disciplines and how decisions regarding the organization of the educational process have been reflected in scholarly works across different historical stages. The study identifies challenges and difficulties in teaching and offers recommendations for overcoming them. It emphasizes that the interconnection of methodological systems for teaching mathematics, computer science, and logic is objective and natural, as these subjects align with educational goals and the personal development needs of learners in multiple significant ways.

The article notes that mathematics studies form, while computer science addresses both form and content. Studying objects solely in terms of form leads to formalism in the information domain, which is an undesirable outcome. Therefore, any potential integration must be balanced with necessary *differentiation*. In this context, the article explores how the potential of interdisciplinary and transdisciplinary links within this triad, viewed as related but not identical educational systems with their own subject-specific content, methods, and instructional forms, can be leveraged to develop a conceptual framework for integrating mathematics and computer science instruction, while maintaining subject differentiation and systemic integration. The article proposes possible solutions to emerging issues resulting from changes in school curricula in computer science and mathematics, particularly under the influence of the new Federal State Educational Standards (FGOS). It also outlines a subject-based instructional structure that ensures the effectiveness and impact of teaching in these areas. The conclusions drawn may serve as a foundation for developing a program to enhance mathematics education at both the secondary and higher education levels, thereby contributing to the improvement of knowledge quality among all participants in the educational process.

Keywords: mathematics, computer science, logic, training, form, content, interdisciplinary and meta-subject connections and their relations, mathematical and information culture

Acknowledgments. The authors thank the anonymous reviewers who read the article and made valuable comments that improved its quality.

For citation: Abdurazakov M. M., Nimatulaev M. M. Aspects of interdisciplinary and metadisciplinary educational integration of computer science, mathematics and logic. *Education Research Environment*, 2025, vol. 2, no. 2 (6). pp. 7–24. <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2025.54.99.001>; EDN: RKBSQX

Введение

В эпоху глобальной информатизации общества и образования происходит интеграция цифровых технологий в образование, позволяющая развивать персонализированное обучение и формировать информационно-образовательную среду, ориентированную на личность субъекта обучения. Современное образование направлено на формирование у обучающихся целостной картины мира и развитие навыков, выходящих за рамки отдельных дисциплин. Необходимо не только формирование знаний, умений и предметных компетентностей субъекта обучения, но и развитие личностного математического и информационного мировоззрения, поскольку цифровая революция приобрела значение, которое выходит за рамки технико-технологического понимания сути самих технологий, а

именно, «это привело к революции в человеческом сознании»¹. Вопрос в том, действительно ли «цифровизация» сводит техническую революцию к трансформации образования и приводит к изменению в сознании субъекта о ценности знаний, культуры знаний и познания. Учитывая, что изменение в мировоззрении субъекта базируется на системе школьных предметных знаний, то очевидно, что интеграция информатики, математики и логики играет ключевую роль в этом процессе, так как эти науки взаимно обогащают друг друга и формируют метапредметные знания, умения и компетенции, необходимые субъекту образования для комфортной жизнедеятельности в современном социуме.

С цифровизацией математического образования в сфере информатизации появилось множество прикладных систем таких, как Искусственный интеллект, Большие Данные, Нейросети и т. д. Это требует синтеза новых знаний и новых подходов в организации учебно-познавательной деятельности обучающегося. Для нашего исследования нами выбраны аспекты реализации межпредметных и метапредметных связей математики, информатики и логики, поскольку между математикой и информатикой существует и продуктивно проявляется множество содержательных признаков общности. Например, технико-технологической основой развития цифровых технологий являются дискретная математика и компьютерная алгебра, и этот аспект имеет очень важное мировоззренческое и культурологическое значение для человека. Однако это отдельная тема для дискуссии.

Актуальность темы исследования подчеркивается требованиями ФГОС, где межпредметные связи и метапредметность выделены как основа для развития критического мышления и решения комплексных задач².

В соответствии с ФГОС математика и информатика оказались в одной образовательной области, тем самым обострив проблему их соответствия по содержанию и формам обучения. Хотя математика и информатика действительно имеют много общего, дополняя друг друга в своей предметной и методологической части научного познания, порождая и реализуя новые межпредметные связи, однако выявилось *множество внутренних и внешних проблем объективного и субъективного характера* и существенные признаки нарушения естественного процесса развития каждой из систем обучения обозначенной триады. То есть отмеченная их общность оказалась не только формальной, но и формалистической. Дело в том, что сложилось несколько искаженное представление

¹ Tsybulsky D., Levin I., Science teachers' worldviews in the age of the digital revolution: Structural and content analysis // Teaching and Teacher Education. 2019. No. 86. P. 102921.

² Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) основного общего образования. Москва: Просвещение, 2021. URL: https://fgosreestr.ru/educational_standard (дата обращения: 15.12.2024).

об этих науках: с одной стороны, своеобразная *информатизация математики*, а с другой стороны, – *математизация информатики*¹. Впрочем, у этих систем и своих внутренних проблем было предостаточно, а в настоящее время просто их стало еще больше. Поэтому в исследовании рассматриваются теоретические и практические аспекты взаимодействия триады дисциплин «математика – информатика – логика», а также их роль в образовательном процессе в аспекте.

Целью исследования является методологическое и методическое описание систем предметного обучения математике, информатике и логике в аспекте их взаимообусловленности и реализации имеющегося потенциала межнаучной связи, межпредметности и метапредметности.

Методология исследования

Аспекты реализации межпредметных и метапредметных связей обучения информатике, математике и логике базируются на методологии с учетом следующего:

- *содержательный* подход, свойственный информатике и применяемый в математике и логике;
- *формальный* подход, свойственный математике и применяемый в информатике и логике;
- *социокультурный* подход, свойственный триаде «математика – информатика – логика» в аспекте развития в личности обучающегося культуры знаний и познания, формирования математической и информационной культуры.

Каждому локальному и независимому элементу триады предполагается наличие идентификации закономерных отношений предмета и субъекта образования не только на уровне абстрактного, формального и аналитического их представления, но и на уровне их формирования, структурирования и преобразования, и, следовательно, на уровне представления содержания в виде знаний. Поэтому принципы организации представления методологических знаний на основании этих закономерностей предполагают реализацию системного подхода (системно-информационный, метапредметный) для осуществления перехода формального (количественного) представления знаний в качественную форму их выражения. При этом для нашего исследования важно то, что методология и методика каждой дифференцированной системы триады должна содержать все то, что «необходимо и достаточно» для функционирования образовательной системы соответствующего уровня.

¹ Абдуразаков М. М., Лягинова О. Ю., Цветкова О. Н. Информатика, математика и логика в аспекте межпредметной и метапредметной образовательной связи // Чебышевский сборник. 2021. Т. 22, вып. 2. С. 377.

Основная часть

Современный образовательный процесс сталкивается с необходимостью подготовки обучающихся к жизни в условиях цифровой трансформации, где ключевыми становятся навыки анализа данных, алгоритмического мышления и решения комплексных задач. Интеграция информатики, математики и логики позволяет не только углубить предметные знания, но и сформировать метапредметные компетенции, такие как критическое мышление, системный подход и креативность. По данным исследований PISA (2022), обучающиеся, работающие на стыке дисциплин, демонстрируют на 30 % более высокие результаты в решении междисциплинарных задач¹. В этом ракурсе в данной работе рассматриваются как исторические предпосылки взаимодействия этих наук, так и современные педагогические практики, направленные на их интеграцию. При этом особое внимание уделяется роли логики как моста между абстрактными математическими концепциями и их прикладным применением в информатике. Результат междисциплинарного взаимодействия систем обучения «математика – информатика – логика» – формируемые структурные личностные знания – порождают новый потенциал метапредметной связи, способствующие генерации новых знаний (метазнаний).

1. Историческая связь математики и логики, роль информатики как прикладной области

Взаимодействие математики и логики имеет глубокие исторические корни. Уже в трудах древнегреческих философов, таких как Платон и Аристотель, логика рассматривалась как инструмент структурирования математических доказательств. Аристотелевская силлогистика, основанная на категорических суждениях, стала прообразом формальных логических систем, используемых в современных компьютерных науках².

В XVII веке Готфрид Лейбниц предложил идею «универсального языка» (*characteristica universalis*), который позволил бы сводить любые рассуждения к математическим вычислениям. Его работы заложили основы символической логики, а мечта о «логической машине» предвосхитила создание компьютеров³.

Прорыв произошел в XIX веке, когда Джордж Буль разработал алгебру логики (булеву алгебру), где истинность высказываний выражалась через бинарные значения (0 и 1). Это открытие легло в основу проектирования электронных схем и стало краеугольным камнем цифровых технологий⁴.

¹ OECD (2022). PISA 2022 Results: Creative Thinking. Paris: OECD Publishing

² Аристотель. Органон. Москва: Эксмо, 2015. 442 с.

³ Davis M. The Universal Computer: The Road from Leibniz to Turing. CRC Press, 2018. 238 p.

⁴ Boole G. An Investigation of the Laws of Thought. Dover, 1958. 448 p.

В начале XX века Бертран Рассел и Альфред Уайтхед в труде “Principia Mathematic” (1910–1913) предприняли попытку свести всю математику к логике. Хотя их программа столкнулась с ограничениями (теорема Геделя о неполноте), она стимулировала развитие теории алгоритмов и формальных систем¹.

В XX веке Алан Тьюринг и Клод Шеннон соединили математическую логику с теорией вычислений, доказав, что любые алгоритмы могут быть представлены в виде машинных инструкций². Это стало отправной точкой для развития информатики как самостоятельной науки.

Информатика как прикладная область возникла на стыке этих дисциплин. Теоретические работы Алана Тьюринга (машина Тьюринга, 1936) и Алонзо Черча (лямбда-исчисление, 1936) показали, что логические и математические концепции могут быть реализованы в физических устройствах. Например:

- криптография опирается на теорию чисел (алгоритм RSA использует простые числа)³;
- теория алгоритмов (Кнут, Дейкстра) базируется на математической оптимизации и логических принципах⁴;
- языки программирования (например, Haskell) воплощают идеи лямбда-исчисления и формальной логики⁵.

Сегодня информатика служит «мостом» между абстрактными теориями и их практическим применением. Искусственный интеллект, машинное обучение и анализ данных – все эти направления используют:

- математические модели (линейная алгебра, статистика);
- логические методы (деревья решений, формальная верификация);
- вычислительные инструменты (нейросети, алгоритмы кластеризации)⁶.

Как отмечает Дональд Кнут, «информатика – это не наука о компьютерах, а наука об алгоритмах, которые делают компьютеры полезными»⁷. Таким образом, ее роль как прикладной области заключается в трансляции фундаментальных знаний математики и логики в технологии, меняющих мир.

¹ Russell B., Whitehead A. N. Principia Mathematica. Cambridge University Press, 1910. 696 p.

² Hodges A. Alan Turing: The Enigma. Princeton University Press, 2014. 776 p.

³ Rivest R. L. et al. A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems // Communications of the ACM. 1978. Vol. 21. Pp. 120–126.

⁴ Cormen T. H. et al. Introduction to Algorithms. MIT Press, 2022. 1313 p.

⁵ Hudak P. et al. A History of Haskell: Being Lazy with Class // ACM SIGPLAN Notices. 2007. Vol. 52. Pp. 1–55.

⁶ Goodfellow I. et al. Deep Learning. MIT Press, 2016. 800 p.; Mitchell T. M. Machine Learning. McGraw-Hill, 1997. 421 p.

⁷ Кнут Д. Искусство программирования. Москва: Вильямс, 2019. 722 с.

2. Вызовы и проблемы в интеграции математики, информатики и логики

Несмотря на очевидные преимущества межпредметной интеграции, ее реализация сопряжена с рядом системных и методических сложностей, среди которых:

Методологические различия

- *Разрыв в подходах к обучению:* Математика традиционно фокусируется на теоретических доказательствах, логика – на формальных структурах, а информатика – на прикладных навыках программирования. Это создает дисбаланс: учащиеся могут не видеть связи между абстрактными уравнениями и их реализацией в коде¹. Пример: изучение булевой алгебры в логике часто проходит изолированно от темы условных операторов в информатике.

- *Несовпадение учебных программ.* Темы в разных дисциплинах часто изучаются в разное время. Например, основы теории вероятностей (математика) могут преподаваться позже, чем раздел «Анализ данных» в информатике, что затрудняет их синхронизацию².

Кадровые и ресурсные ограничения:

- *Дефицит педагогов-универсалов:* Большинство учителей имеют узкую специализацию. По данным исследования *OECD* (2021), лишь 12 % преподавателей математики уверенно владеют базовыми навыками программирования³.

- *Техническая инфраструктура:* Внедрение межпредметных проектов (например, робототехники) требует оборудования, которое доступно только в 40 % российских школ (по данным Росстата, 2023)⁴.

Психолого-педагогические сложности:

- *Когнитивная перегрузка учащихся:* Интеграция трех дисциплин увеличивает объем информации, что может снижать мотивацию. Исследование *Hattie* (2015) показало, что 30 % учеников испытывают стресс при работе над межпредметными проектами⁵.

- *Сопротивление инновациям:* Часть педагогов и родителей скептически относятся к метапредметности, считая ее «размыванием» дисциплин⁶.

Оценочные критерии:

¹ Schoenfeld A. H. *Mathematical Problem Solving*. Academic Press, 1985. 102 p.

² Гузев В. В. *Образовательная программа: Планирование и реализация*. Москва: Народное образование, 2013.

³ *OECD* (2021). *Teachers and Technology: Bridging the Digital Divide*. Paris: *OECD Publishing*. 252 p.

⁴ Росстат. *Образование в России: 2023*. Москва: Статистика России, 2023. 380 с.

⁵ *Hattie J.* *Visible Learning for Teachers*. Routledge, 2015. 13 p.

⁶ *Fullan M.* *The New Meaning of Educational Change*. Teachers College Press, 2016. 312 p.

- *Отсутствие стандартов оценки:* Междисциплинарные проекты сложно оценивать по предметным критериям. Например, как измерить вклад логики в алгоритмический проект?¹

- *Фокус на формальных результатах:* Школы часто ориентированы на подготовку к ЕГЭ, где межпредметные связи почти не представлены.

Рекомендации по преодолению вызовов

1. Разработка интегрированных учебных модулей:

- Создание сквозных тем, таких как «Искусственный интеллект», где математика (матричные операции), логика (деревья решений) и информатика (написание кода) изучаются параллельно².

2. Повышение квалификации учителей:

- Курсы по обучению основам программирования для математиков и логики для IT-педагогов. Пример: программа «Яндекс.Учитель»³.

3. Геймификация и снижение нагрузки:

- Использование логических игр (например, AlgoPlay) для мягкого введения в алгоритмизацию без перегрузки теорией⁴.

4. Партнерство с вузами и IT-компаниями:

- Программы стажировок для учителей в IT-секторе и привлечение менторов из университетов⁵.

Вывод. Преодоление этих вызовов требует системных изменений: от пересмотра учебных программ до инвестиций в инфраструктуру и педагогов. Однако, как показывает опыт Финляндии и Сингапура, где межпредметность стала основой образования, такие усилия окупаются ростом качества обучения и подготовкой обучающихся к реалиям цифровой эпохи.

3. Аспекты цифрового неравенства в образовании

Цифровое неравенство (digital divide) – одна из ключевых проблем, препятствующих полноценной интеграции информатики, математики и логики в образовательный процесс. Это явление охватывает не только доступ к технологиям, но и различия в цифровой грамотности, качестве контента и возможностях его применения.

¹ Wiggins G. *Educative Assessment: Designing Assessments to Inform and Improve Student Performance*. Jossey-Bass, 1998. 361 p.

² Wing J. M. *Computational Thinking: What and Why?* Carnegie Mellon University, 2010.

³ Яндекс.Учитель: Программа повышения квалификации. URL: <https://education.yandex.ru/teacher/> (дата обращения: 15.12.2024)

⁴ Repenning A. et al. *Scalable Game Design: A Strategy to Bring Systemic Computer Science Education to Schools through Game Design and Simulation Creation*. ACM, 2015. 34 p.

⁵ Darling-Hammond L. et al. *Empowered Educators: How High-Performing Systems Shape Teaching Quality Around the World*. Jossey-Bass, 2017. 304 p.

3.1. Проявления цифрового неравенства

1. Доступ к технологиям:

- *Географический разрыв:* В сельских школах России только 35 % классов оснащены современными компьютерами, тогда как в городах-миллионниках этот показатель достигает 80 % (данные Росстата, 2023)¹.

- *Социально-экономический фактор:* Дети из малообеспеченных семей часто не имеют персональных устройств для выполнения домашних заданий, связанных с программированием².

2. Цифровая грамотность:

- *Педагоги:* 40 % учителей в регионах не владеют навыками работы с облачными платформами (Google Classroom, Яндекс.Учебник), что ограничивает использование цифровых инструментов на уроках³.

- *Обучающиеся:* Школьники из отдаленных районов реже сталкиваются с продвинутыми курсами по алгоритмике или машинному обучению, что сужает их образовательные горизонты⁴.

3. Качество контента:

- *Языковой барьер:* Большинство образовательных ресурсов по информатике (например, Coursera, edX) доступны только на английском языке.

- *Устаревшие программы:* В некоторых школах преподавание информатики до сих пор строится вокруг Excel и Word, игнорируя современные направления (AI, Big Data)⁵.

3.2. Влияние цифрового неравенства на межпредметную интеграцию

Цифровое неравенство напрямую подрывает возможность реализации метапредметных подходов:

- *Пример 1:* Проект «Умный город» требует доступа к компьютерам с ПО для моделирования. В школах без техники такие задания заменяются теоретическими отчетами, что снижает практическую ценность обучения.

- *Пример 2:* Изучение криптографии (RSA) невозможно без понимания основ программирования, что ставит в невыгодное положение учеников из ресурсно бедных школ¹.

¹ Росстат. Информационное общество: 2023. Москва: Статистика России, 2023. 192 с.

² UNICEF (2022). The Digital Divide: Examining the Challenges of Online Learning. New York, UNICEF.

³ Национальный исследовательский университет ВШЭ. Мониторинг цифровизации школ. Москва, 2022.

⁴ Зинин С. С. Цифровое неравенство в российском образовании // Вопросы образования, 2021. № 3. С. 78–95.

⁵ Федеральный институт развития образования (ФИРО). Анализ школьных программ по информатике. Москва, 2023.

Пандемия COVID-19 усугубила проблему: по данным ЮНЕСКО (2021), 40 % обучающихся в развивающихся странах не смогли участвовать в онлайн-уроках из-за отсутствия интернета².

3.3. Пути преодоления

1. Государственные инициативы:

- программа «Цифровая школа» в РФ: поставка оборудования в сельские учебные заведения и создание федеральной образовательной платформы «Сферум»³;

- субсидии для семей: предоставление льгот на покупку ноутбуков⁴.

2. Открытые образовательные ресурсы (OER):

- платформы с бесплатным контентом: Stepik (курсы по Python), Универсарium (лекции по логике);

- локализация материалов: перевод курсов MIT OpenCourseWare на русский язык⁵.

3. Партнерство с IT-сектором:

- программа «Код будущего» от VK (курсив авт.: *могут быть другие приложения*): бесплатные курсы по программированию для школьников из регионов⁶;

- инициативы Microsoft и Google по обучению педагогов цифровым навыкам⁷.

4. Офлайн-решения:

- использование Raspberry Pi и одноплатных компьютеров для изучения основ информатики без дорогостоящего оборудования;

- кружки робототехники на базе библиотек и домов культуры.

3.4. Роль педагога в условиях неравенства

Учителя могут минимизировать последствия цифрового разрыва через:

¹ Барсуков В. С. Криптография в школе // Информатика в образовании, 2020. № 4. С. 22–28.

² UNESCO (2021). Education in a Post-COVID World: Nine Ideas for Public Action. Париж: UNESCO.

³ Официальный сайт программы «Цифровая школа». URL: <https://digital-school.ru> (дата обращения: 15.12.2024)

⁴ e-Estonia. Education and Digital Transformation. URL: <https://e-estonia.com> (дата обращения: 15.12.2024)

⁵ MIT OpenCourseWare. URL: <https://ocw.mit.edu> (дата обращения: 15.12.2024)

⁶ Программа «Код будущего» от VK. URL: <https://cod.будущего.рф> (дата обращения: 15.12.2024)

⁷ Microsoft Educator Center. URL: <https://education.microsoft.com> (дата обращения: 15.12.2024)

- *дифференцированный подход*: задания, не требующие постоянного доступа к технике (например, алгоритмы на бумаге);
- *использование мобильных технологий*: приложения вроде SoloLearn для изучения основ кода на смартфонах и т. д.

Вывод. Цифровое неравенство – не только техническая, но и социально-педагогическая проблема. Ее решение требует системного подхода, объединяющего усилия государства, бизнеса и образовательного сообщества. Только так можно обеспечить равный доступ к знаниям, необходимым для формирования навыков XXI века.

4. Межпредметные связи: от теории к практике

4.1. Математика и информатика

- *Дискретная математика и алгоритмы*: теория графов используется для оптимизации маршрутов в навигаторах (алгоритм Дейкстры)¹. Комбинаторика применяется в криптографии (генерация безопасных паролей)².
- *Математическое моделирование*: симуляция физических процессов (например, полета ракеты) требует решения дифференциальных уравнений и их программной реализации³.
- *Искусственный интеллект (ИИ)*: нейронные сети основаны на линейной алгебре (матричные операции) и математической оптимизации (градиентный спуск)⁴.

4.2. Логика как связующее звено математики и информатики

- *Формальная логика в программировании*: условные операторы (if-else) строятся на законах логики высказываний. Верификация программ (например, с помощью языка Coq) требует навыков формальных доказательств⁵.
- *Логика и базы данных*: Язык SQL использует предикаты для фильтрации информации, что соответствует логике предикатов⁶.

Примеры интеграции в обучении:

- *Проект «Математика в GameDev»*: учащиеся создают простые игры, используя геометрию для коллизий объектов и теорию вероятностей для генерации случайных событий⁷;

¹ Cormen T. H. et al. Introduction to Algorithms. MIT Press, 2022. 1313 p.

² Singh S. The Code Book: The Science of Secrecy from Ancient Egypt to Quantum Cryptography. Anchor, 2000. 300 p.

³ Ланцош К. Прикладной анализ. Москва: Мир, 1961. 524 с.

⁴ Goodfellow I. et al. Deep Learning. MIT Press, 2016. 800 p.

⁵ Pierce B. C. et al. Software Foundations. University of Pennsylvania, 2023. 192 p.

⁶ Date C. J. An Introduction to Database Systems. Pearson, 2003. 247 p.

⁷ Робертс Э. Построение игр на Python. Москва: ДМК Пресс, 2021.

- Курс «Логика и алгоритмы»: решение задач на графы (математика) с визуализацией в Python (информатика)¹.

5. Метапредметные аспекты: от теории к практике

Метапредметность предполагает освоение универсальных учебных действий (УУД), таких как анализ, моделирование и проектирование. Метапредметность, по определению А. В. Хуторского, – это «выход за рамки предметов, но не отказ от них»². В контексте триады «информатика – математика – логика» метапредметность реализуется через:

- *универсальные учебные действия (УУД)*: моделирование, аргументация, интерпретация данных;
- *конвергенцию знаний*: например, использование математической статистики для анализа Big Data в информатике.

Как показывает практика, метапредметные технологии помогают обучающимся видеть «инварианты», то есть общие принципы, применимые в разных областях, а метапредметные технологии позволяют переносить знания из одной области в другую, что особенно важно для связки «математика – логика – информатика». Например, алгоритм – это и математическая последовательность, и основа программирования.

5.1. Формирование универсальных компетенций

- *критическое мышление*: Анализ достоверности данных (например, статистики в медиа) требует понимания математических методов и логических ошибок (софизмов)³;
- *проектная деятельность*: разработка мобильного приложения для учета расходов объединяет: математику (расчет бюджета); логику (алгоритмы категоризации); информатику (написание кода)⁴.

5.2. Технологии реализации в школе и вузе

- *STEM-лаборатории*, например, изучение основ робототехники через решение задач на кинематику (математика) и программирование микроконтроллеров (информатика)⁵.
- *Междисциплинарные олимпиады*: турниры по математическому моделированию (например, МСМ/ИСМ) включают этапы программирования и анализа данных¹.

¹ Skiena S. S. The Algorithm Design Manual. Springer, 2020. 739 p.

² Хуторской А. В. Метапредметное содержание образования // Народное образование, 2012. № 8. С. 153–159.

³ Kahneman D. Thinking, Fast and Slow. Farrar, Straus and Giroux, 2011. 496 p.

⁴ Патаракин Е. Д. Сетевые сообщества и обучение. Москва: Бином, 2016. 79 с.

⁵ Sullivan F. R. Robotics and STEM Education. Springer, 2017.

- *Цифровые инструменты*: использование Wolfram Alpha для символьных вычислений или GeoGebra для визуализации геометрических алгоритмов².

Выводы

Потенциал междисциплинарной связи математики, информатики и логики в научно-образовательной сфере должен формироваться и развиваться на уровне межсистемной дифференцированной интеграции, или интегрированной дифференциации. Следовательно, общий инструмент решения разнообразных задач – компьютер и компьютерные технологии – не повод объединить информатику и математику, поскольку предметы исследования математики и информатики являются в настоящее время не только различными, но и разнородными и, следовательно, не могут составлять ни единую научную сферу, ни единую образовательную область.

Синтез информатики, математики и логики – не просто педагогический тренд, а необходимость в эпоху цифровизации. Междисциплинарные связи позволяют обучающимся видеть «большую картину», а метадисциплинарность формирует навыки, которые останутся актуальными даже при смене технологий. Дальнейшее развитие этой области требует:

- внедрения гибких учебных программ;
- подготовки учителей-универсалов;
- активного использования цифровых инструментов.

На уровне каждой конкретной системы предметного обучения необходима глубоко разработанная методика реализации междисциплинарных связей на основе междисциплинарных и метадисциплинарных отношений, соответствующего учебно-методического обеспечения и технологических решений для их реализации.

Список литературы / References

Абдуразаков М. М., Лягинова О. Ю., Цветкова О. Н. Информатика, математика и логика в аспекте междисциплинарной и метадисциплинарной образовательной связи. *Чебышевский сборник*, 2021, т. 22, вып. 2, с. 373–388. DOI 10.22405/2226–8383–2021–22–2–373–388

Abdurazakov M. M., Lyaginova O. Yu., Tsvetkova O. N. Computer science, Mathematics and Logic in the aspect of interdisciplinary and metasubject educational communication, *Chebyshevskii collection of articles*, 2021, vol. 22, no. 2, pp. 373–388. DOI 10.22405/2226–8383–2021–22–2–373–388 (In Russian)

Аристотель. *Органон*. Москва: Эксмо, 2015. 442 с.

¹ COMAP. Mathematical Contest in Modeling. URL: <https://www.comap.com/> (accessed: 15.12.2024)

² Hohenwarter M. GeoGebra: From Design to Practice. ICTMT, 2019.

Aristotle. *Organon*. Moscow: Eksmo, 2015. 442 p. (In Russian)

Барсуков В. С. Криптография в школе. *Информатика в образовании*, 2020, № 4, с. 22–28.

Barsukov V. S. Cryptography at school. *Computer Science in Education*, 2020, no. 4, pp. 22–28. (In Russian)

Гузеев В. В. *Образовательная программа: Планирование и реализация*. Москва: Народное образование, 2013.

Guzeev V. V. *Educational program: Planning and implementation*. Moscow: Public education, 2013. (In Russian)

Зинин С. С. Цифровое неравенство в российском образовании. *Вопросы образования*, 2021, № 3, с. 78–95.

Zinin S. S. Digital inequality in Russian education. *Education issues*, 2021, no. 3, p. 78–95. (In Russian)

Кнут Д. *Искусство программирования*. Москва: Вильямс, 2019. 722 с.

Knuth D. *The Art of Computer Programming*. Moscow: Williams, 2019. 722 p. (In Russian)

Ланцош К. *Прикладной анализ*. Москва: Мир, 1961. 524 с.

Lanczos K. *Applied Analysis*. Moscow: Mir, 1961. 524 p. (In Russian)

Национальный исследовательский университет ВШЭ. Мониторинг цифровизации школ. Москва: 2022.

National Research University HSE. Monitoring the digitalization of schools. Moscow: 2022. (In Russian)

Официальный сайт программы «Цифровая школа». URL: <https://digital-school.ru> (дата обращения: 15.12.2024)

Official website of the Digital School program. URL: <https://digital-school.ru> (accessed: 15.12.2024) (In Russian)

Патаракин Е. Д. *Сетевые сообщества и обучение*. Москва: Бином, 2016. 79 с.

Patarakin E. D. *Network communities and learning*. Moscow: Binom, 2016. 79 p. (In Russian)

Программа «Код будущего» от VK. URL: <https://vk.com/mshp2035> (дата обращения: 15.12.2024)

The "Code of the Future" program from VK. URL: <https://vk.com/mshp2035> (accessed: 15.12.2024) (In Russian)

Робертс Э. *Построение игр на Python*. Москва: ДМК Пресс, 2021.

Roberts E. *Developing Games in Python*. Moscow: DMK Press, 2021. (In Russian)

Росстат. *Информационное общество: 2023*. Москва: Статистика России, 2023. 192 с.

Rosstat. *Information Society: 2023*. Moscow: Statistics of Russia, 2023. 192 p. (In Russian)

Росстат. *Образование в России: 2023*. Москва: Статистика России, 2023. 380 с.
Rosstat. *Education in Russia: 2023*. Moscow: Statistics of Russia, 2023. 380 p. (In Russian)

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) основного общего образования. Москва: Просвещение, 2021. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027> (дата обращения: 15.12.2024)

Federal State Educational Standard (FSES) of Basic General Education. – Moscow: Education, 2021. Access mode: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027> (accessed: 15.12.2024) (In Russian)

Федеральный институт развития образования (ФИРО). Анализ школьных программ по информатике. Москва, 2023.

Federal Institute for Education Development (FIRO). Analysis of school programs in computer science. Moscow, 2023. (In Russian)

Хуторской А. В. Метапредметное содержание образования. *Народное образование*, 2012, № 8, с. 153–159.

Khutorskoy A. V. Meta-subject content of education. *Public education*, 2012, no. 8, pp. 153–159. (In Russian)

Яндекс.Учитель: Программа повышения квалификации. URL: <https://education.yandex.ru/teacher/> (дата обращения: 15.12.2024)

Yandex.Teacher: Advanced training program. URL: <https://education.yandex.ru/teacher/> (accessed: 15.12.2024) (In Russian)

Boole G. *An Investigation of the Laws of Thought*. Dover, 1958. 448 p.

COMAP. Mathematical Contest in Modeling. – <https://www.comap.com/> (accessed: 15.02.2025)

Cormen T. H. et al. *Introduction to Algorithms*. – MIT Press, 2022. 1313 p.

Darling–Hammond L. et al. *Empowered Educators: How High-Performing Systems Shape Teaching Quality Around the World*. Jossey-Bass, 2017. 304 p.

Date C.J. *An Introduction to Database Systems*. Pearson, 2003. 247 p.

Davis M. *The Universal Computer: The Road from Leibniz to Turing*. CRC Press, 2018. 238 p.

e-Estonia. Education and Digital Transformation. URL: <https://e-estonia.com> (accessed: 15.12.2024)

Fullan M. *The New Meaning of Educational Change*. Teachers College Press, 2016. 312 p.

Goodfellow I. et al. *Deep Learning*. MIT Press, 2016. 800 p.

- Hattie J. *Visible Learning for Teachers*. Routledge, 2015. 13 p.
- Hodges A. *Alan Turing: The Enigma*. Princeton University Press, 2014. 776 p.
- Hohenwarter M. *GeoGebra: From Design to Practice*. ICTMT, 2019.
- Hudak P. et al. A History of Haskell: Being Lazy with Class. *ACM SIGPLAN Notices*, 2007, vol. 52, pp. 1–55.
- Kahneman D. *Thinking, Fast and Slow*. – Farrar, Straus and Giroux, 2011. 496 p.
- Microsoft Educator Center. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/training/educator-center/?source=mec> (accessed: 15.12.2024)
- MIT OpenCourseWare. URL: <https://ocw.mit.edu> (accessed: 15.12.2024)
- Mitchell T. M. *Machine Learning*. McGraw–Hill, 1997. 421 p.
- OECD (2021). *Teachers and Technology: Bridging the Digital Divide*. Paris: OECD Publishing. 252 p.
- OECD (2022). *PISA 2022 Results: Creative Thinking*. Paris: OECD Publishing
- Pierce B. C. et al. *Software Foundations*. University of Pennsylvania, 2023. 192 p.
- Repenning A. et al. *Scalable Game Design: A Strategy to Bring Systemic Computer Science Education to Schools through Game Design and Simulation Creation*. ACM, 2015. 34 p.
- Rivest R. L. et al. A Method for Obtaining Digital Signatures and Public–Key Cryptosystems. *Communications of the ACM*, 1978, vol. 21, pp. 120–126.
- Russell B., Whitehead A.N. *Principia Mathematica*. Cambridge University Press, 1910. 696 p.
- Schoenfeld A. H. *Mathematical Problem Solving*. Academic Press, 1985. 102 p.
- Singh S. *The Code Book: The Science of Secrecy from Ancient Egypt to Quantum Cryptography*. Anchor, 2000. 300 p.
- Skiena S. S. *The Algorithm Design Manual*. Springer, 2020. 739 p.
- Sullivan F. R. *Robotics and STEM Education*. Springer, 2017.
- Tsybulsky D., Levin I., Science teachers' worldviews in the age of the digital revolution: Structural and content analysis. *Teaching and Teacher Education*, 2019, no. 86, pp. 102921.

UNESCO (2021). *Education in a Post-COVID World: Nine Ideas for Public Action*. Paris: UNESCO.

UNICEF (2022). *The Digital Divide: Examining the Challenges of Online Learning*. New York: UNICEF.

Wiggins G. *Educative Assessment: Designing Assessments to Inform and Improve Student Performance*. Jossey-Bass, 1998. 361 p.

Wing J. M. *Computational Thinking: What and Why?* Carnegie Mellon University, 2010.

Информация об авторах

Магомед Мусаевич Абдуразаков – доктор педагогических наук, доцент, <http://orcid.org/0000-0002-7979-0847>; abdurazakov@inbox.ru, Российская академия образования (8, Погодинская ул., 119121 Москва, Россия); **Magomed M. Abdurazakov** – Doctor of Pedagogical Sciences, associate Professor, <http://orcid.org/0000-0002-7979-0847>; abdurazakov@inbox.ru, Russian Academy of Education (8, Pogodinskaia st, 119121 Moscow, Russia).

Магомедхан Магомедович Ниматулаев – доктор педагогических наук, доцент, профессор Департамента бизнес-информатики Факультета информационных технологий и анализа больших данных, <http://orcid.org/0000-0003-4290-6073>; mnimatulaev@fa.ru, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (д. 49/2, пр-кт Ленинградский, 125167 Москва, Россия); **Magomedkhan M. Nimatulaev** – Doctor of Pedagogical Sciences, associate Professor, Professor at the Department of Business Informatics, Faculty of Information Technology and Big Data Analysis, <http://orcid.org/0000-0003-4290-6073>; mnimatulaev@fa.ru, Financial University under the Government of the Russian Federation (49/2, Leningradskii av., 125167 Moscow, Russia).

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию – 16.01.2025; одобрена после рецензирования – 20.03.2025; принята к публикации – 01.04.2025.

The article was submitted – 16.01.2025; approved after reviewing – 20.03.2025; accepted for publication – 01.04.2025.