



УДК 37.016:51+37.018.43:004
DOI 10.31483/r-152277

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ: ОТ СИСТЕМ «ЧЁРНОГО ЯЩИКА» ДО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СРЕД

Малютин Егор Владимирович

аспирант, ассистент

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

<https://orcid.org/0009-0005-5549-5172>

e-mail: egormalyutin1997@gmail.com

***Аннотация:** настоящая статья посвящена анализу влияния цифровых технологий на процесс обучения математике. На основе предложенной автором четырехкомпонентной типологии цифровых средств – систем типа «черного ящика» (Black Box systems), цифровых рабочих тетрадей (Digital Workbooks), интеллектуальных обучающих систем (Intelligent Tutoring Systems, ITS) и систем на базе искусственного интеллекта (AI-based Systems) – исследуются их педагогические эффекты и сопутствующие когнитивные риски. Отмечается, что цифровые инструменты эффективно развивают процедурные и алгоритмические навыки, обеспечивают быструю обратную связь и поддерживают индивидуализацию обучения. Однако их неконтролируемое применение может приводить к вытеснению аналитического и творческого компонентов математического мышления, формированию поверхностной, инструментальной мотивации и зависимости от автоматизированных решений. Особое внимание уделяется рискам, связанным с системами искусственного интеллекта, которые, обладая потенциалом для диалоговой поддержки и анализа рассуждений, одновременно могут способствовать пассивному усвоению готовых решений и снижению*

самостоятельности обучающихся. В статье подчеркивается необходимость продуманной дидактической интеграции цифровых технологий в учебный процесс, при которой они выступают не как замена, а как средство усиления интеллектуальной деятельности, обеспечивая развитие полноценного математического мышления, включающего способность к анализу, рассуждению и творческому поиску.

Ключевые слова: цифровизация образования, математическое образование, цифровые технологии, интеллектуальные обучающие системы, искусственный интеллект в образовании.

THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICS: FROM "BLACK BOX" SYSTEMS TO INTELLIGENT PEDAGOGICAL ENVIRONMENTS

Maliutin Egor Vladimirovich

postgraduate student, assistant

Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI"

St. Petersburg, Russian Federation

<https://orcid.org/0009-0005-5549-5172>

e-mail: egormalyutin1997@gmail.com

Abstract: *this article is dedicated to analyzing the impact of digital technologies on the process of learning mathematics. Based on the author's proposed four-component typology of digital tools – Black Box systems, Digital Workbooks, Intelligent Tutoring Systems (ITS), and AI-based Systems – their pedagogical effects and associated cognitive risks are examined. It is shown that digital tools effectively develop procedural and algorithmic skills, provide rapid feedback, and support individualized learning. However, their uncontrolled application can lead to the displacement of analytical and creative components of mathematical thinking, the formation of superficial, instrumental motivation, and dependence on automated solutions. Particular attention is paid to the risks associated with AI systems, which,*

while possessing the potential for dialogic support and analysis of reasoning, can simultaneously foster the passive assimilation of ready-made solutions and diminish student autonomy. The article emphasizes the necessity of thoughtful didactic integration of digital technologies into the educational process, where they serve not as a replacement but as a means of enhancing intellectual activity, thereby ensuring the development of full-fledged mathematical thinking, encompassing the capacity for analysis, reasoning, and creative inquiry.

Keywords: *digitalization of education, mathematics education, digital technologies, intelligent tutoring systems, artificial intelligence in education.*

**МАТЕМАТИКЌНА ВЁРЕНТЕС ЁЅРЕ
ЦИФРА ТЕХНОЛОГИЙЁСЕМПЕ УСЌ КУРНИ:
«ХУРА ЕЩЁК» ТЫТЌМЁНЧЕН ПУЅЛАСА
ПЕДАГОГИКЌН ЌС-ТЌН ХУТЛЌХЁСЕМ ТАРАН**

Малютин Егор Владимирович, компьютер технологийёсен тата информатика факультечён аспиранчё, ассистент
В.И. Ульянов (Ленин) ячёллё Санкт-Петербург патшалӑх электротехника университетчё («ЛЭТИ»)
Санкт-Петербург хули, Раёсей Федерацийё
<https://orcid.org/0009-0005-5549-5172>
e-mail: egormalyutin1997@gmail.com

Аннотаци. Статъяра цифра технологийёсем математикЌна вёрентнине епле витём кўнине тишкернё. Автор сённё цифра хатёрёсен таватӑ компонентлӑ типологийё ҫине – «хура ещёк» евёрлё система (Black Box systems), цифрӑллӑ ёё тетрачёсем (Digital Workbooks), ӑс-тӑна аталантарса вёрентекен система (Intelligent Tutoring Systems, ITS) тата ятарласа тунӑ интеллект никёсё (AI-based Systems) ҫине – таянса вёсен ӑс парупа педагогика вӑйӑмёсене тата ӑс-тӑна витём кўрекен ҫум хӑрушлӑхёсене тёпченё. Цифра инструменчёсем процедура тата алгоритм хӑнӑхӑвёсене тухӑҫлӑ аталантарнине, хӑвӑрт хуравлама хӑнӑхтарнине тата кашни вёренекенпе ҫыхӑну тытса ёёлеме май панине палӑртнӑ. Ҫав вӑхӑтрах ку е вӑл системӑпа сӑнаса, тёрёслемесёр усӑ курни математика шухӑшлавён тишкерў тата пултарулӑх компонентчёсене хёссе

каларма пултарать, автомата кушнă шутлав уйрăмлăхĕсене кура ансатлатасси тата инструментпа усă курасси патне илсе ҫитерет. Уйрăм тимлĕхе, вĕренеке тавакан интеллект хăрушлăхĕсене пăхса тухнă. Вĕсем, пĕр вăхăтрах, диалог хутшăнăвне аталантаракан шухăшлава тишкерме вай пуррине кура, вĕренеке сене хатĕр хуравсемпе ним шухăшламасър усă курасси, хай тĕллĕнлĕхе чакарасси патне илсе пыма пултараҫҫĕ. Статъяра цифра технологийĕсене вĕренуре дидактика тĕлешĕнчен пĕлсе, тĕплĕн шухăшласа пĕрлештерессине тимлĕх уйăрнă. Кун пек ёслесен технологисем пĕр-пĕринпе улшăнмаҫҫĕ, вĕренеке сен ёс-тăн ёсне, математика шухăшлавне (тишкерме, шухăшлама тата ҫĕнĕлĕх тума пултара слăхне) тулли аталантарса вайлатаҫҫĕ.

Тĕп сăмахсем: вĕренёве цифрăлани, математика енёпе пĕлү пани, цифра технологийĕсем, вĕрентёвĕн ёс-тăн паракан системисем, ҫын вĕренуре усă курма хайланă ёс-хакъл.

Введение

Цифровизация образования стала одним из ключевых процессов, активно трансформирующих методики преподавания математики. В последние десятилетия математическое образование все чаще осуществляется в цифровой среде, включающей автоматизированные решатели, обучающие платформы, адаптивные системы и интеллектуальные сервисы. Воздействие таких технологий на учебный процесс неоднозначно.

Как подчеркивают некоторые исследователи, цифровая трансформация не просто расширяет технические возможности, но и меняет структуру познавательной деятельности обучающегося, изменяя его роль от активного субъекта к пользователю интеллектуальных сервисов [Abramovich, Maljutin, Pozdniakov, 2025; Pozdniakov, 2019]. Аналогично другие авторы отмечают, что цифровая образовательная среда оказывает сильное влияние на психолого-педагогические аспекты обучения, изменяя характер мотивации, восприятие информации и способ организации деятельности [Кожевников, Корнеева, Леушканова и др., 2025].

В условиях такой трансформации особое значение приобретает анализ типов цифровых инструментов, обеспечивающих развитие математического мышления, и, наоборот, его подменяющих. Для систематизации цифровых средств обучения математике нами рассматривается четырехкомпонентная классификация:

- системы типа «черного ящика» (Black Box systems);
- цифровые рабочие тетради (Digital Workbooks);
- интеллектуальные обучающие системы (Intelligent Tutoring Systems, ITS);
- системы, основанные на искусственном интеллекте (AI-based Systems).

Эта типология позволяет выявить закономерности влияния конкретных технологий на способы решения задач, развитие формализации и аналитического мышления.

Материал и методы исследования

Настоящий аналитический обзор построен на синтезе и сравнительном анализе современных исследований в области цифрового математического образования. Для достижения поставленной цели – систематизации педагогических эффектов и когнитивных рисков – была применена четырехкомпонентная типология цифровых средств. Критерием для ее построения послужил ключевой педагогический параметр: степень воздействия инструмента на когнитивную деятельность обучающегося, а именно – уровень замещения или поддержки аналитического и творческого компонентов математического мышления. В основу анализа легли как работы российских и зарубежных авторов, исследующих влияние конкретных платформ (Photomath, Moodle, ALEKS, ChatGPT и т. п.), так и структурный анализ функциональных возможностей этих технологий, позволяющий выявить общие закономерности их дидактического воздействия.

Системы типа «черного ящика» (Black Box systems) скрывают от пользователя всю логическую структуру решения. Наиболее распространенные представители: Photomath, Wolfram Alpha, Mathpar (отечественный аналог Wolfram Alpha) и различные пакеты компьютерной алгебры (рис. 1).

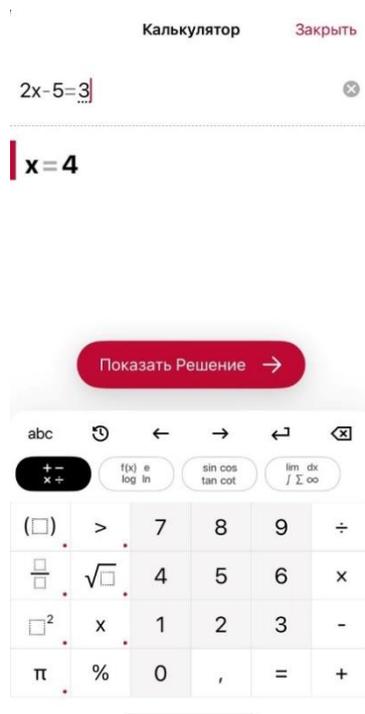


Рис. 1. Рабочее поле десктоп версии приложения PhotoMath для смартфонов

Fig. 1. Desktop version of the PhotoMath smartphone app workspace

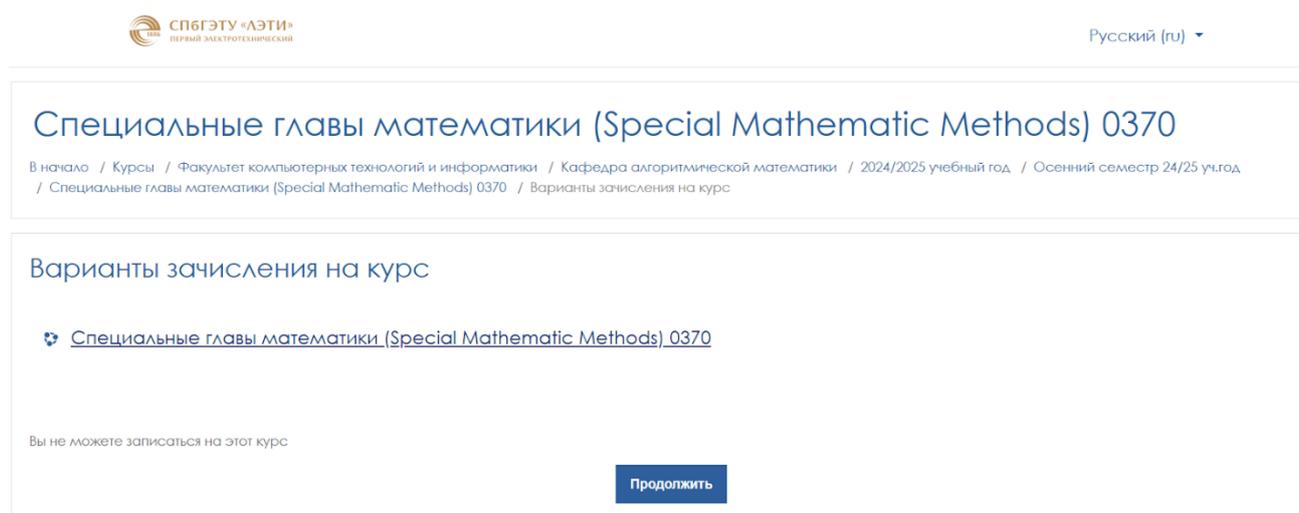
Согласно исследованиям И. Г. Булан, широкое использование «черных ящиков» в математическом образовании приводит к снижению уровня понимания, поскольку пользователи привыкают к получению ответов без необходимости строить рассуждение [Булан, 2024]. Подобная тенденция подтверждается и в международных работах, где подчеркивается риск «иллюзии знания» – когда обучающийся верит, что понял решение, хотя на самом деле лишь получил результат [Ginns, Ellis, 2007].

Педагогические особенности систем типа «черного ящика» (Black Box systems) проявляются, прежде всего, в том, что они полностью скрывают от обучающегося логическую структуру решения. Пользователь получает готовый результат без необходимости следовать шагам рассуждения, что существенно снижает потребность в самостоятельном анализе математической задачи. Вследствие этого у обучающихся постепенно формируется зависимость от вычислительных инструментов: они начинают воспринимать цифровой сервис как основной источник ответа, а не как вспомогательное средство. Такая зависимость особенно заметно влияет на освоение текстовых задач и элементов

доказательной математики, где требуется последовательное логическое рассуждение, интерпретация условий и построение аргументации.

В то же время системы такого типа обладают несомненной ценностью в профессиональной и исследовательской деятельности, где нередко требуется выполнение трудоемких вычислений, работа с большими объемами данных или применение сложных алгоритмов, недоступных для ручного счета [Власов, Синчуков, Качалова, 2014; Гундина, Каменко, 2022]. В этих контекстах «черные ящики» выступают как эффективные инструментальные средства, ускоряющие решение прикладных задач. Однако перенос такой практики в базовое обучение математике требует осторожности. Неконтролируемое использование подобных систем в процессе обучения может привести к подмене учебной деятельности техническим действием получения готового ответа. Поэтому применение Black Box systems в образовательной среде должно сопровождаться продуманной педагогической регуляцией, направленной на то, чтобы цифровые инструменты не заменяли, а дополняли и усиливали процессы анализа, рассуждения и построения математических объяснений.

Цифровые рабочие тетради – это LMS-платформы (Moodle, ЯКласс, Google Classroom, Khan Academy), обеспечивающие автоматическую проверку ответов (рис. 2).



The image shows a screenshot of a Moodle course page. At the top left is the logo of SPbGÉTU «LÉTI» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»). At the top right, the language is set to Russian (Русский (ru)). The main heading is 'Специальные главы математики (Special Mathematic Methods) 0370'. Below the heading is a breadcrumb trail: 'В начало / Курсы / Факультет компьютерных технологий и информатики / Кафедра алгоритмической математики / 2024/2025 учебный год / Осенний семестр 24/25 уч.год / Специальные главы математики (Special Mathematic Methods) 0370 / Варианты зачисления на курс'. The section title is 'Варианты зачисления на курс'. There is a link to the course: 'Специальные главы математики (Special Mathematic Methods) 0370'. At the bottom, there is a message: 'Вы не можете записаться на этот курс' and a blue button labeled 'Продолжить'.

Рис. 2. Виртуальный образовательный кластер СПбГЭТУ «ЛЭТИ», основанный на архитектуре Moodle

Fig. 2. The virtual educational cluster of Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", based on the Moodle architecture

С. А. Караказьян и Л. Ю. Уразаева отмечают, что такие платформы значительно повышают регулярность выполнения домашних заданий, а также формируют устойчивые процедурные навыки [Караказьян, Уразаева, 2020]. Однако они преимущественно ориентированы на репродуктивный уровень мышления и не развивают способность к постановке задач или формированию гипотез.

Цифровые рабочие тетради (Digital Workbooks) представляют собой особый класс образовательных платформ, в которых учебная деятельность преимущественно строится вокруг фиксированных шаблонов заданий и автоматической проверки итогового ответа. Подобные системы функционируют по принципу стандартизированного задания: обучающийся вводит готовый результат, а система мгновенно оценивает его правильность, но практически не анализирует ход рассуждений, который привел к полученному ответу. Такая структура повышает эффективность тренировки типовых алгоритмов и обеспечивает высокую скорость обратной связи, что делает Digital Workbooks удобным инструментом для массового обучения и отработки базовых вычислительных навыков. Однако именно эта стандартизация и ориентация на конечный результат обуславливают ограниченность их применения при работе с открытыми, творческими или исследовательскими задачами, требующими анализа, интерпретации условий и построения развернутого решения.

С. О. Котов подчеркивает, что цифровые рабочие тетради действительно обладают значительным дидактическим потенциалом, поскольку создают структурированную среду для систематического выполнения упражнений и позволяют преподавателю эффективно организовывать контроль знаний [Котов, 2015]. Тем не менее их педагогическая ценность проявляется лишь при включении в более широкие методические комплексы, направленные на развитие творческого, исследовательского и критического мышления. В противном случае Digital Workbooks способствуют формированию

преимущественно механических навыков, не затрагивая аналитическую составляющую математического образования.

Эта проблема проявляется в том, что обучающиеся постепенно начинают ориентироваться не столько на содержание задания, сколько на его формат. Они учатся подстраиваться под структуру ожидаемого ответа, а не анализировать математическую суть задачи. О. П. Сосновская отмечает, что подобные платформы существенно влияют на учебную мотивацию, однако характер этой мотивации чаще всего оказывается инструментальным: обучающиеся стремятся выполнить задания ради получения баллов или прохождения модуля, а не ради глубокого понимания материала [Сосновская, 2010]. Такой сдвиг в мотивации усиливает поверхностное отношение к учебной деятельности, снижая значимость анализа и самостоятельного поиска решения. В результате развитие исследовательских компетенций затрудняется, поскольку Digital Workbooks не предполагают вариативности рассуждений и не предоставляют пространства для построения собственной логической стратегии.

Интеллектуальные обучающие системы (Intelligent Tutoring Systems, ITS) представляют собой наиболее сложный и развитый тип цифровых инструментов, применяемых в математическом образовании. Их ключевая особенность заключается в использовании адаптивных моделей, позволяющих системе анализировать действия обучающегося, выявлять пробелы в знаниях и подбирать индивидуальную траекторию обучения. Такие отечественные платформы, как Stepik, ИнтернетУрок и их зарубежные аналоги ALEKS, ASSISTments, Carnegie Learning MATHia, функционируют на основе построения «профиля» обучающегося, включающего вероятностные оценки уровня владения различными компетенциями, что позволяет системе предлагать задания, оптимально соответствующие актуальному уровню подготовки (рис. 3).

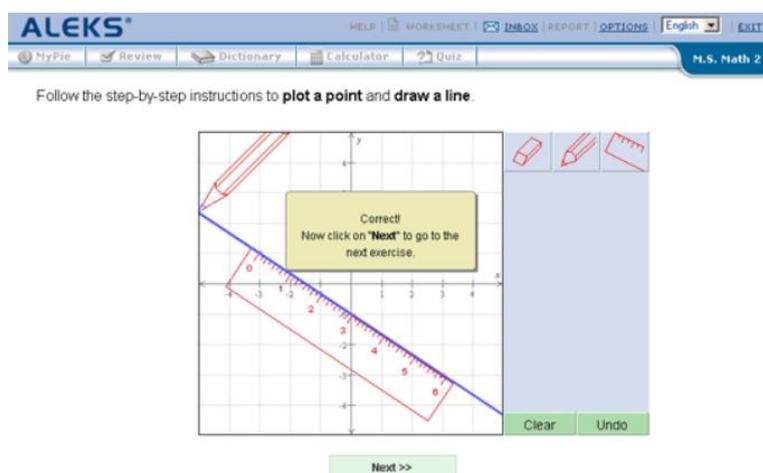


Рис. 3. Рабочее поле приложения «Aleks»¹

Fig. 3. The working field of the "Aleks" app

Адаптивные технологии оказывают существенное влияние на эффективность математического обучения. Например, С. Поздняков, И. Посов, А. Чухнов отмечают, что ITS позволяют существенно повысить точность диагностирования ошибок и создают условия для целенаправленного формирования процедурных навыков [Pozdniakov, Posov, Chukhnov, 2021]. В зарубежных исследованиях также подчеркивается высокая результативность ITS: работа К. VanLehn [VanLehn, 2011] свидетельствует о том, что интеллектуальные обучающие системы по уровню эффективности нередко приближаются к индивидуальному обучению с человеком-наставником, особенно в областях, связанных с пошаговым выполнением алгоритмов.

Однако, несмотря на высокий уровень технологической адаптивности и возможности персонализации обучения, ITS обладают существенными педагогическими ограничениями. Их деятельность строится в рамках заранее заданной модели предметной области, что означает необходимость точного структурирования знаний в формате правил, узлов, связей и диагностических алгоритмов. Хотя эта модель позволяет системе выявлять ошибки, она ограничивает вариативность решений: обучающийся вынужден мыслить в русле тех схем и логических структур, которые внутренне запрограммированы в систему. Это приводит к тому, что ITS эффективно формируют процедурные

¹ Рабочее поле приложения «Aleks». URL: https://www.aleks.com/independent/tutors/tour_print

навыки и определенные элементарные стратегии рассуждения, но плохо поддерживают развитие творческого, исследовательского или структурно-аналитического компонента математического мышления.

Более того, ITS могут сформировать у обучающихся ложное ощущение успешности. Ю. В. Садовничий, Р. М. Туркменов отмечают, что при работе с адаптивными платформами ученики нередко выполняют задания высоким темпом, поочередно корректируя допущенные ошибки в соответствии с подсказками системы, но при этом их понимание математической структуры задач остается поверхностным [Садовничий, Туркменов, 2015]. Подобная ситуация демонстрирует парадокс адаптивного обучения: система помогает устранить затруднение, но не заставляет обучающегося переосмыслить собственные рассуждения. В результате ученик осваивает алгоритмы, но не формирует способность к самостоятельному построению математического рассуждения.

Таким образом, ITS занимают центральное место в спектре современных цифровых технологий благодаря своим диагностическим и адаптивным возможностям. Однако их педагогическая эффективность проявляется в первую очередь в области процедурного обучения. Для формирования полноценных аналитических и исследовательских навыков требуется сочетать работу в ITS с методиками, направленными на развитие вариативности мышления, способность к интерпретации условий и формализованному обоснованию решений. В противном случае обучающийся остается в рамках предопределенной модели знаний и не получает опыта построения собственных математических стратегий.

В контексте современной классификации цифровых образовательных средств все более заметное место занимают системы, основанные на технологиях искусственного интеллекта (ИИ). В отличие от традиционных ITS, которые опираются на заранее формализованные модели предметной области, современные AI-based Systems используют машинное обучение, нейросетевые архитектуры и генеративные модели для анализа действий обучающегося,

формирования обратной связи и динамического изменения траектории обучения. Сюда относятся как специализированные образовательные платформы (российский Tutor AI или зарубежные Khanmigo, CenturyTech, SquirrelAI), так и универсальные языковые модели, применяемые в учебных целях (отечественные YandexGPT, GigaChat и зарубежные ChatGPT, Gemini, Claude и др.) (рис. 4).

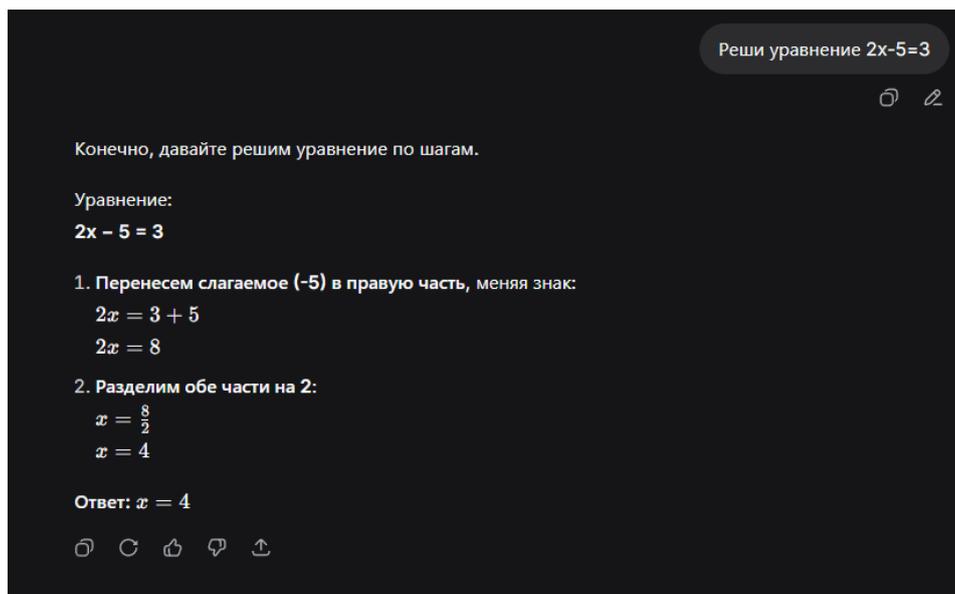


Рис. 4. Диалоговое окно приложения DeepSeek

Fig. 4. DeepSeek application dialog box

Одним из главных отличий ИИ-систем нового поколения является способность интерпретировать не только итоговый ответ, но и ход рассуждений, текстовые объяснения и даже стиль решения. Такие технологии позволяют осуществлять качественно иную форму поддержки: ИИ может генерировать пошаговые подсказки, адаптировать задания к уровню ученика, формировать диагностические заключения и объяснять суть ошибок естественным языком. Исследования в области генеративных моделей показывают, что ИИ способен имитировать деятельность опытного наставника, обеспечивая диалоговую форму взаимодействия, которая была недоступна предыдущим поколениям цифровых инструментов.

Российские исследователи также фиксируют рост интереса к применению ИИ в математическом образовании. Так, А. А. Бабкина, Н. А. Андрюшечкина подчеркивают, что нейросетевые модели способны существенно расширить

диапазон педагогических задач, решаемых цифровыми системами: от автоматического анализа решений до создания адаптивных учебных материалов и интеллектуальной поддержки исследовательской деятельности [Бабкина, Андрюшечкина, 2023]. В работе Н. В. Апатовой, А. И. Гапонова, О. Ю. Смирновой отмечается, что ИИ может стать ключевым элементом персонализированного обучения, однако реальная эффективность подобных систем зависит от их интеграции в педагогические методики, а не от использования ИИ как автономного инструмента [Апатова, Гапонов, Смирнова, 2021].

Системы ИИ положительно влияют на развитие навыков самопроверки, рефлексии и построения рассуждений у обучающихся, но при этом требуют разработки новых дидактических регуляторов, направленных на предотвращение подмены учебной деятельности автоматизированными решениями. В то же время И. В. Головина, Т. Я. Александрова отмечают риск формирования поверхностной мотивации: при отсутствии строгой методической структуры обучающиеся начинают рассматривать ИИ как средство быстрого получения ответа, а не как инструмент анализа [Головина, Александрова, 2024].

Международный опыт также подтверждает двойственный характер использования ИИ в математическом образовании. Так, исследование X. Zhai показывает, что обучающиеся, работающие с языковыми моделями в режиме «диалогового тьютора», демонстрируют более высокие показатели понимания материала, но при этом качество усвоения зависит от корректности и педагогической направленности генерируемой модели [Zhai, 2022]. Кроме того, согласно аналитическим отчетам UNESCO, ИИ способен повысить доступность математического образования, однако требует этических норм, контроля прозрачности алгоритмов и обучения педагогов работе с AI-средами.

Несмотря на декларируемый потенциал, внедрение AI-based Systems в математическое образование сопряжено с рядом фундаментальных недостатков,

которые ставят под сомнение их эффективность и безопасность в учебном процессе.

Прежде всего, способность ИИ анализировать «ход рассуждений» является не столько объективной данностью, сколько маркетинговым тезисом. Нейросетевые модели, будучи по своей сути «черными ящиками», оперируют статистическими корреляциями в данных, а не истинным пониманием логики или предметного содержания. Это приводит к тому, что обратная связь и «диагностические заключения» часто носят поверхностный, ситуативный характер и могут быть принципиально необъяснимыми для педагога. Риск генерации содержательных ошибок, иллюзорно убедительных объяснений или математически некорректных шагов остается критически высоким, что дискредитирует ИИ в роли «опытного наставника».

Кроме того, ключевой проблемой становится негативное влияние на когнитивное развитие обучающихся. Как верно отмечают И. В. Головина, Т. Я. Александрова [Головина, Александрова, 2024], удобство получения ответа и пошаговых подсказок формирует у обучающихся «синдром кликового мышления», подменяя глубокую интеллектуальную работу по поиску решения быстрым запросом к системе. Это ведет к эрозии самостоятельности, снижению упорства в решении сложных задач и, как следствие, к формированию хрупких, несистематизированных знаний. Заявленная «персонализация» на практике может вырождаться в создание образовательных пузырей, где ученик, не сталкиваясь с необходимым уровнем когнитивного вызова, лишается возможности выйти за пределы уже усвоенных моделей.

Наконец, существующие AI-based Systems требуют беспрецедентных инфраструктурных и кадровых условий для своей интеграции. Большинство образовательных учреждений не обладают ни техническими ресурсами, ни подготовленными педагогами, способными не просто использовать, но и критически оценивать выводы ИИ, корректировать его работу и выстраивать вокруг него педагогически осмысленные сценарии учебной деятельности. Без таких «дидактических регуляторов» система превращается либо в

дорогостоящую игрушку, либо в инструмент, де-факто подменяющий профессиональное педагогическое суждение алгоритмическими предписаниями. Таким образом, провозглашенная «революция» в обучении на текущем этапе больше напоминает хаотичную экспансию технологий, не подкрепленную ни доказательной базой, ни устойчивыми педагогическими практиками.

AI-based Systems формируют новый уровень в классификации цифровых образовательных средств, расширяя возможности ITS и внося элементы гибкости, вариативности и диалогичности в процесс математического обучения. Вместе с тем их применение связано с необходимостью разработки методик, обеспечивающих баланс между автоматизацией и самостоятельной мыслительной деятельностью обучающихся. При корректной педагогической интеграции ИИ становится мощным ресурсом для персонализации, поддержки аналитического мышления и развития индивидуальных образовательных траекторий. Однако при неконтролируемом использовании существует риск снижения глубины понимания и изменения природы учебной мотивации.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенный анализ позволяет перейти от изолированного рассмотрения технологий к синтезу и обобщению их комплексного влияния на образовательный процесс. В данном разделе обсуждаются ключевые закономерности, выявленные в результате применения предложенной типологии.

Педагогические эффекты цифровых технологий в математическом образовании проявляются прежде всего в трансформации структуры мыслительной деятельности обучающихся и характере их взаимодействия с учебным материалом. Влияние цифровых систем на математическое мышление неоднородно и определяется как типом применяемых технологий, так и их дидактической интеграцией. Цифровые средства способны усиливать определенные компоненты математического мышления (в частности, алгоритмическое, процедурное и пошагово-операционное), но при этом

ослаблять навыки построения рассуждений, формализации и математического моделирования.

Влияние цифровых систем можно представить как градиент (таблица 1):

Таблица 1. Градиент педагогического влияния

Table 1. The gradient of pedagogical influence

Тип системы	Развивает	Слабые стороны
Black Box	Технические вычисления	Вытеснение мышления
Digital Workbooks	Процедуры и алгоритмы	Ограничение творчества
ITS	Адаптивные стратегии	Слабая вариативность
AI-based Systems	Диалоговое мышление	Риск поверхностной мотивации

Использование систем типа «черного ящика» приводит к существенному изменению характера учебной деятельности. Обучающиеся, регулярно использующие автоматизированные решатели, получают ответы без необходимости анализа условия задачи, выбора метода решения или построения цепочки рассуждений. Такие технологии формируют привычку к поверхностному восприятию математических действий, вызывая феномен «иллюзии понимания», когда ученик воспринимает полученный результат как свидетельство собственного понимания, хотя мыслительная работа фактически не была выполнена. Это приводит к снижению качества обработки информации, затрудняет освоение математического моделирования и уменьшает способность к переносу знаний в новые контексты.

Цифровые рабочие тетради оказывают совершенно иное педагогическое влияние. Они создают структурированную среду, ориентированную на многократную тренировку процедурных навыков, автоматизацию алгоритмов и повышение регулярности учебной деятельности. Такая форма работы способствует развитию устойчивых вычислительных действий, организует ритм выполнения заданий и обеспечивает быструю обратную связь. Однако ограниченность форматов, формализованные шаблоны ответов и отсутствие анализа хода решения препятствуют формированию вариативности мышления.

Подобные системы часто формируют инструментальную мотивацию: обучающиеся стремятся выполнить задание корректно и быстро, концентрируясь на формате ответа, а не на понимании математических зависимостей. В результате развиваются репродуктивные стратегии, тогда как аналитические, исследовательские и конструктивные формы мышления остаются в стороне.

Интеллектуальные обучающие системы оказывают более сложное и многослойное влияние. Их адаптивные механизмы позволяют строить индивидуальные траектории, диагностировать ошибки, корректировать уровень сложности и поддерживать учебный процесс. Такие системы формируют у обучающихся способность к последовательному выполнению алгоритмов, развивают навыки самокоррекции и укрепляют процедурную сторону математической подготовки. Однако они неизбежно ограничены рамками встроенной модели предметной области, что означает, что обучающийся вынужден мыслить в пределах структур, заранее определенных разработчиком. Это сокращает пространство для самостоятельного выбора метода решения, уменьшает вероятность возникновения нестандартных рассуждений и снижает возможности для формирования творческих подходов к математической задаче.

Современные системы ИИ вносят качественно новое измерение в педагогические эффекты цифровых технологий. В отличие от традиционных ITS ИИ-системы способны анализировать текст рассуждений, интерпретировать логику действий, генерировать развернутые объяснения и вести диалог, имитирующий педагогическое взаимодействие. Они позволяют поддерживать ученика на более высоком уровне абстракции, направляя его к осмыслению структуры решения. Однако при отсутствии ограничений ИИ-системы несут риски, схожие с эффектами «черного ящика»: обучающиеся могут переходить к пассивному копированию предлагаемых решений, а не к самостоятельному построению рассуждений. В таком случае цифровая система не становится инструментом развития мышления, а превращается в источник готовых ответов.

Педагогические эффекты цифровых технологий проявляются в изменении способов постановки задач, характере анализа, структуре ошибок, типах формируемых стратегий и природе учебной мотивации. Цифровая среда увеличивает долю внешней мотивации, стимулируя выполнение заданий ради достижения формальных показателей, а не ради понимания. Она усиливает процедурные компоненты мышления, но при этом может снижать развитость моделирования, интерпретации условий и построения математических объяснений. В результате возникает необходимость дидактической регуляции цифровых инструментов: только осмысленное включение их в структуру урока способно обеспечить развитие полноценного математического мышления. Если же цифровые технологии используются автономно, без педагогического сопровождения, они могут стимулировать технически успешную, но когнитивно поверхностную учебную деятельность.

Несмотря на различия в архитектуре и функциональных возможностях цифровых средств обучения математике, анализ показывает наличие ряда сквозных проблем, проявляющихся при использовании всех выделенных типов технологий – от систем типа «черного ящика» до интеллектуальных и AI-based сред. Эти проблемы носят не технический, а преимущественно дидактический и когнитивный характер и связаны с изменением структуры учебной деятельности и перераспределением функций между обучающимся и цифровым инструментом.

Одной из ключевых проблем является подмена учебной деятельности техническим действием, выражающаяся в смещении фокуса с анализа и построения рассуждений на получение корректного результата. В системах типа Black Box это проявляется в виде прямого получения ответа без осмысления способа решения; в цифровых рабочих тетрадях – в ориентации на формат ожидаемого ответа; в ITS – в следовании подсказкам системы; в AI-based Systems – в копировании или неосмысленном воспроизведении сгенерированных решений. В результате обучающийся выполняет внешне

успешные действия, не формируя внутренних когнитивных структур, необходимых для переноса знаний и решения нестандартных задач.

Преодоление данной проблемы возможно за счет разграничения функций цифрового инструмента и обучающегося. Цифровые средства должны использоваться не на этапе первичного поиска решения, а на этапах проверки гипотез, анализа ошибок, сравнения альтернативных стратегий. Методически это реализуется через задания с отложенным доступом к цифровой поддержке, требования к обязательной вербализации рассуждений и включение цифровых результатов в последующее обсуждение и рефлексию.

Второй существенной проблемой является ограничение вариативности мышления, обусловленное шаблонностью заданий и заранее заданными моделями предметной области. Digital Workbooks и ITS формируют у обучающихся устойчивые алгоритмические стратегии, однако слабо поддерживают выбор метода, реконструкцию условия задачи и построение нестандартных ходов. Даже AI-based Systems, обладая внешней гибкостью, нередко воспроизводят наиболее вероятные, а не концептуально значимые способы решения, тем самым закрепляя усредненные стратегии мышления.

Пути решения данной проблемы связаны с комбинированием цифровых и нецифровых форм работы. Цифровые платформы целесообразно использовать для отработки базовых процедур и диагностики, а задачи с открытым ответом, доказательные и исследовательские задания выносить за пределы автоматизированной проверки. Дополнительно эффективным является проектирование заданий с множеством допустимых решений, где цифровая система не оценивает «правильность», а служит инструментом проверки частных шагов.

Третья проблема носит мотивационный характер и заключается в формировании инструментальной, внешне обусловленной мотивации. Быстрая обратная связь, рейтинги, баллы и автоматическое поощрение усиливают ориентацию на результат как формальный показатель успешности. Это особенно характерно для цифровых рабочих тетрадей и адаптивных систем, но

в полной мере проявляется и при использовании ИИ, когда ценность рассуждения подменяется удобством и скоростью получения ответа.

Для нивелирования данного эффекта необходимо переносить акцент оценки с результата на процесс. Это предполагает включение критериев, учитывающих полноту объяснения, корректность рассуждений, способность к анализу ошибок и рефлексии, что в условиях цифровой среды может реализовываться через комбинированную оценку: автоматическую проверку результата и экспертную оценку рассуждений преподавателем.

Отдельную группу проблем составляют риски утраты когнитивной самостоятельности, особенно выраженные при использовании AI-based Systems. Диалоговые модели, обладая высокой убедительностью, могут снижать у обучающихся готовность к интеллектуальному усилию, формируя зависимость от внешней интеллектуальной поддержки. Это ведет к снижению настойчивости в решении сложных задач и ослаблению навыков самоконтроля.

Решение данной проблемы требует введение дидактических ограничителей использования ИИ, включая регламентацию типов задач, для которых допустима работа с AI-системами, и обязательное последующее самостоятельное воспроизведение решения без цифровой поддержки. Важную роль играет и формирование у обучающихся метакогнитивных навыков – умения критически оценивать предложенные системой ответы и выявлять их ограничения.

Таким образом, проблемы применения цифровых технологий в обучении математике носят системный характер и не устраняются за счет усложнения самих технологий. Их преодоление возможно только в рамках продуманной методической интеграции, при которой цифровые средства рассматриваются как элементы педагогического сценария, подчиненные целям развития аналитического, исследовательского и рефлексивного компонентов математического мышления.

Выводы

Современные цифровые технологии оказывают глубокое и многогранное влияние на процесс обучения математике, трансформируя как структуру учебной деятельности, так и характер формирования математического мышления. Рассмотренная классификация – от систем типа «черного ящика» до интеллектуальных обучающих систем и технологий ИИ – позволяет выявить не только функциональные различия между цифровыми средствами, но и их принципиально различные педагогические эффекты.

Системы «черного ящика», обеспечивая быстрый доступ к готовым решениям, существенно сокращают объем мыслительной работы обучающегося, формируя риски утраты способности к анализу, интерпретации и построению рассуждений. Цифровые рабочие тетради, напротив, усиливают процедурную сторону математической подготовки, повышают регулярность выполнения заданий, но ограничивают пространство для вариативного мышления и исследовательской деятельности, ориентируя обучающихся преимущественно на репродуктивные стратегии. Интеллектуальные обучающие системы и адаптивные платформы демонстрируют высокую эффективность в формировании алгоритмических навыков и поддержке индивидуальных траекторий, однако также оказываются связанными с рамками встроенных моделей знаний, что сокращает возможности для развития творческой компоненты математической деятельности.

Появление систем, основанных на технологиях ИИ, открывает качественно новые перспективы: они способны анализировать рассуждения, вести диалоговую поддержку, генерировать объяснения и способствовать развитию рефлексии. Однако вместе с этим ИИ-среды воспроизводят и усиливают риски цифровой зависимости, подмены учебной деятельности автоматизированными решениями и формирования поверхностного понимания при отсутствии методической регуляции.

Полученные выводы подчеркивают, что педагогическая ценность цифровых технологий определяется не столько уровнем их технологического развития, сколько характером их включения в учебный процесс. Только в

сочетании с продуманными методическими стратегиями цифровые инструменты становятся ресурсом развития аналитического, исследовательского и формализующего мышления. Если же они используются автономно и лишены педагогического сопровождения, то способны привести к технизации учебной деятельности, снижению глубины понимания и подмене мыслительных процессов внешней автоматизированной поддержкой.

Таким образом, цифровизация математического образования требует взвешенного и научно обоснованного подхода. Стратегическая задача современных педагогов состоит в создании такой образовательной среды, в которой цифровые технологии будут не заменять, а усиливать интеллектуальную деятельность обучающихся, формируя у них не только вычислительные навыки, но и способность к рассуждению, анализу, обоснованию и самостоятельному поиску решения, тем самым обеспечивая полноценное развитие математического мышления в условиях стремительно меняющегося техносциума.

Список литературы

1. Апатова Н. В., Гапонов А. И., Смирнова О. Ю. Возможности искусственного интеллекта в обучении высшей математике // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. 2021. Том 7 (73). № 2. С. 27-39. DOI 10.37279/2413-1709-2021-7-2-27-39. EDN BFXWFF

2. Бабкина А. А., Андрюшечкина Н. А. Применение искусственного интеллекта в математике // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. Том 11-2. № 86. С. 178-181. DOI 10.24412/2500-1000-2023-11-2-178-181. EDN NBTUZZK

3. Булан И. Г. Цифровые возможности повышения эффективности обучения математике // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. 2024. № 1(67). С. 167-171. DOI 10.46845/2071-5331-2024-1-67-167-171. EDN CUUDIU

4. Власов Д. А., Синчуков А. В., Качалова Г. А. Использование WOLFRAMALPHA при обучении решению задач с параметрами // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2014. № 1. С. 64-72. EDN QAOVAR

5. Головина И. В., Александрова Т. Я. Цифровизация образования: риски и последствия // Образовательные ресурсы и технологии. 2024. № 1 (46). С. 17-22. DOI 10.21777/2500-2112-2024-1-17-22. EDN OUXVHP

6. Гундина М. А., Каменко Д. А. Компьютерная математика в образовательном процессе // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : материалы VI Международной научной конференции: в трех частях (Красноярск, 20–23 сентября 2022 г.). Часть 3. Красноярск : Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, 2022. С. 23-26. EDN AUUGZS

7. Караказьян С. А., Уразаева Л. Ю. Эффективное использование образовательных интернет-ресурсов по математике при дистанционном формате обучения // Мир науки. Педагогика и психология. 2020. Том 8. № 6. С. 5. EDN PMOTSM

8. Кожевников М. В., Корнеева Н. Ю., Леушканова О. Ю., Мокина Е. А., Мурзина Т. С., Шкерина Т. А. Адаптивные модели дистанционного обучения в профессиональном образовании: интеграция информационных технологий и методологических подходов // Информатика и образование. 2025. Том 40. № 4. С. 63-75. DOI 10.32517/0234-0453-2025-40-4-63-75. EDN IMZZKL

9. Котов С. О. Интерактивные 3D объекты в образовательных ресурсах среды Moodle // Дистанционное и виртуальное обучение. 2015. № 5 (95). С. 57-63. EDN TPSTNZ

10. Садовничий Ю. В., Туркменов Р. М. Методические особенности использования интерактивной геометрической среды GeoGebra при изучении темы «Решение нестандартных уравнений» // Вестник Российского

университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2015. № 2. С. 78-85. EDN TUVQUX

11. Сосновская О. П. Система управления обучением MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) в современном образовании студентов // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 2. С. 27-28. EDN KZKUZZ

12. Abramovich S., Malyutin E., Pozdniakov S. Mathematization Through Application and Common Sense: Motivating Intellectual Activities of Schoolchildren with Digital Tools // Digital. 2025. Vol. 5. No. 3. Art. 41. DOI 10.3390/digital5030041. EDN GYBALV

13. Ginns P., Ellis R. Quality in blended learning: Exploring the relationships between on-line and face-to-face teaching and learning // The Internet and Higher Education. 2007. Vol. 10. P. 53-64. DOI 10.1016/j.iheduc.2006.10.003

14. Pozdniakov S., Posov I., Chukhnov A. Interaction of Human Cognitive Mechanisms and “Computational Intelligence” in Systems that Support Teaching Mathematics // Lecture Notes in Computer Science. 2021. Vol. 12677 LNCS. P. 259–266. DOI 10.1007/978-3-030-80421-3_28. EDN GRFNMW

15. Pozdniakov S. Computers in the productive learning of mathematics // Technology and Psychology for Mathematics Education : proceedings of the PME and Yandex Russian conference (Moscow, March 18–21, 2019). Moscow : National Research University “Higher School of Economics”, 2019. P. 77-92. EDN QTWBAC

16. Vanlehn K. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems // Educational Psychologist. 2011. Vol. 46. No. 4. P. 197-221. DOI 10.1080/00461520.2011.611369

17. Zhai X. ChatGPT: Artificial Intelligence for Education // Review of Educational Research. 2022. DOI 10.13140/RG.2.2.35971.37920

References

1. Apatova, N. V., Gaponov, A. I., Smirnova, O. Yu. (2021). Possibilities of artificial intelligence in teaching higher mathematics. Official notes of the V. I. Vernadsky

Crimean Federal University. Sociology. Pedagogy. Psychology, 7(73)(2), 27-39. EDN: BFXWFF. <https://doi.org/10.37279/2413-1709-2021-7-2-27-39>

2. Babkina, A. A., Andryushechkina, N. A. (2023). Application of artificial intelligence in mathematics. International Journal of Humanities and Natural Sciences, 11-2(86), 178-181. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2023-11-2-178-181>. EDN: NBTUZZ

3. Bulan, I. G. (2024). Digital opportunities to improve the effectiveness of mathematics teaching. The tidings of the Baltic State Fishing Fleet Academy. Psychological and pedagogical sciences, 1(67), 167-171. EDN: CUUDIU. <https://doi.org/10.46845/2071-5331-2024-1-67-167-171>

4. Vlasov, D. A., Sinchukov, A. V., Kachalova, G. A. (2014). Wolframalpha use when training in the solution of tasks with parameters. RUDN journal of informatization in education, 1, 64-72. EDN QAOVAR

5. Golovina, I. V., Alexandrova, T. Ya. (2024). Digitalization of education: risks and consequences. Educational resources and technologies, 1(46), 17-22. EDN: OUXBHP. <https://doi.org/10.21777/2500-2112-2024-1-17-22>

6. Gundina, M. A., Kamenka, D. A. (2022). Computer mathematics in the educational process. Informatization of education and e-learning methods: digital technologies in education: proceedings of the VI International Scientific Conference: in three parts (Krasnoyarsk, September 20-23, 2022), Part 3, 23-26. EDN: AUUGZS

7. Karakazian, S. A., Urazaeva, L. Yu. (2020). Effective use of online educational resources in mathematics for distance learning. The world of science. Pedagogy and psychology, 8(6), 5. EDN: PMOTSM

8. Kozhevnikov, M. V., Korneeva, N. Yu., Leushkanova, O. Yu., Uvarina, N. V., Gnatyshina, E. V. (2025). Adaptive models of distance learning in professional education: integration of information technologies and methodological approaches. Informatics and education, 40(4), 63-75. EDN: IMZZKL. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2025-40-4-63-75>

9. Kotov, S. O. (2015). Interactive 3D objects in educational resources MOODLE. *Distance and virtual learning*, 5(95), 57-63. EDN: TPSTNZ
10. Sadovnichy, U. V., Turkmenov, R. M. (2015). Methodical features of using an interactive geometric environment geogebra in studying topics “Solution of non-standard equations”. *RUDN journal of informatization in education*, 2, 78-85. EDN: TUVQUX
11. Sosnovskaya, O. P. (2010). The MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) learning management system in modern student education. *Modern science-intensive technologies*, 2, 27-28. EDN: KZKUZZ
12. Abramovich, S., Malyutin, E., Pozdniakov, S. (2025). Mathematization through application and common sense: Motivating intellectual activities of schoolchildren with digital tools. *Digital*, 5(3), Art. 41. <https://doi.org/10.3390/digital5030041>. EDN: GYBALV
13. Ginns, P., Ellis, R. (2007). Quality in blended learning: Exploring the relationships between on-line and face-to-face teaching and learning. *The Internet and Higher Education*, 10, 53-64. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2006.10.003>
14. Pozdniakov, S., Posov, I., Chukhnov, A. (2021). Interaction of Human Cognitive Mechanisms and “Computational Intelligence” in Systems that Support Teaching Mathematics. *Lecture Notes in Computer Science*, 12677 LNCS, 259-266. EDN: GRFNMW. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80421-3_28.
15. Pozdniakov, S. (2019). Computers in the productive learning of mathematics. *Technology and Psychology for Mathematics Education: proceedings of the PME and Yandex Russian conference (Moscow, March 18–21, 2019)*, 77-92. EDN: QTWBAC
16. Vanlehn, K. (2011). The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197-221. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
17. Zhai, X. (2022). ChatGPT: Artificial intelligence for education. *Review of Educational Research*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35971.37920>