

УДК 37.018.46

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И АКТИВИЗАЦИИ САМООБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

Д.И. Прохоров (Минск, Беларусь)

Н.В. Бровка (Минск, Беларусь)

## Аннотация

*Постановка проблемы.* Инновационный многовекторный процесс цифровой трансформации системы дополнительного педагогического образования ставит перед научным сообществом вопросы, связанные с разработкой, внедрением и методическим сопровождением использования веб-ориентированных ресурсов повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики. В статье представлен авторский взгляд на разрешение данной проблемы.

*Цель работы* – определение направлений разрешения несоответствия между потенциально эффективными дидактическими возможностями современных веб-ориентированных ресурсов как средств организации повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики и отсутствием теоретически обоснованной, внутренне целостной и логически непротиворечивой дидактической системы реализации этих возможностей в практике дополнительного образования учителей.

*Методология и методы исследования:* изучение философской, психолого-педагогической и методической литературы, историко-генетический подход к выявлению генезиса и определения этапов становления процесса повышения квалификации учителей математики, сравнительный анализ учебных математических апплетов, анкетирование.

*Результаты исследования.* Представлено описание дидактической системы повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики. Даны определения понятиям «мобильный учебный математический апплет» и «веб-ориентированный ресурс обучения». Показаны результаты сравнительного анализа мобильных апплетов, содержащих справочную информацию, позволяющих обрабатывать математические данные, решать математические задачи, учащимся проверять свои знания. Построена хронологическая линейка развития искусственного интеллекта как направления в науке. Приведен и проанализирован алгоритм работы GPT-чата с текстовой и графической информацией, проведения математических вычислений. Дано содержательное и функциональное описание авторского веб-ориентированного ресурса, предназначенного для сопровождения обучения учителей математики на повышении квалификации по теме «Дидактический дизайн в преподавании математики в учреждениях общего среднего образования» и активизации их самообразовательной деятельности. Ресурс включает глоссарий, форму обратной связи (форум и телеграм-бот), учебные материалы (структурированные в спиралевидную конструкцию из четырех витков), примеры фрагментов дидактических сценариев учебных занятий, коллекцию готовых учебных математических апплетов и методические указания по их использованию, фрагменты видеоуроков, материалы для текущей и итоговой аттестации (дифференцированные по трем уровням сложности).

*Заключение.* На данный момент еще не в полной мере разрешены психолого-педагогические и морально-этические проблемы, связанные с взаимодействием педагогических работников и особенно учащихся учреждений общего среднего образования с нейронными сетями. В этом контексте считаем перспективным внедрение разработанной дидактической системы, направленной на повышение уровня профессиональных компетенций учителей математики, в том числе в области цифровых технологий, в систему дополнительного педагогического образования.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, веб-ориентированный ресурс, GPT-чат, дидактическая система, методика обучения математике, повышение квалификации, самообразовательная деятельность, учителя математики.

**Прохоров Дмитрий Игоревич** – кандидат педагогических наук, доцент, Минский городской институт развития образования (Республика Беларусь); e-mail: prohorov@minsk.edu.by

**Бровка Наталья Владимировна** – кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор, Белорусский государственный университет (Минск); e-mail: n\_br@mail.ru

**П**остановка проблемы. В современных условиях курс на обеспечение высоких темпов роста национальных социально-экономических показателей Союзного государства требует выявления и мобилизации всех существующих ресурсов, важнейшим из которых является человеческий потенциал. При этом большое значение имеет система дополнительного образования взрослых, которая должна носить инновационный многовекторный характер. В XXI в. необходимы учителя, которые могут адаптировать содержание своей профессиональной деятельности к изменяющимся приоритетным запросам общества и государства. В Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 г.<sup>1</sup> указано, что «дополнительное образование взрослых становится основным связующим звеном между системой профессионального образования и рынка труда, обеспечивая непрерывную адаптацию выпускников учреждений профессионального образования к постоянно изменяющимся социально-экономическим условиям», при этом цель развития системы образования в контексте процессов цифровизации определена как «совершенствование национальной системы образования на основе развивающихся цифровых технологий, подготовка обучающихся к жизни в цифровом обществе».

В эпоху цифровизации и глобализации образование переживает трансформации, обретая новые высокоинтеллектуальные аспекты, включая внедрение различных цифровых инструментов, таких как нейросети, искусственный интеллект, GPT-чаты и другие технологии. В последние годы искусственный интеллект (далее – ИИ) все больше интегрируется в нашу повседневную жизнь, предоставляя социуму разнообразные возможности, улучшая качество жизни и способствуя самообразованию и самореализации. Сегодня можно с уверенностью сказать, что ИИ является сложным и

многогранным феноменом, который вызывает значительные социокультурные изменения, как положительного, так и отрицательного характера, влияя на человека и человеческую цивилизацию в целом.

ИИ и машинное обучение в настоящее время активно используются в образовательной сфере для организации и проверки контрольных работ, тестов, экзаменов, автоматического подбора учебных материалов для обучающихся, в том числе для построения индивидуальной траектории обучения, выявления и ликвидации пробелов в знаниях и т.д. Вместе с тем 28 марта 2023 г. более 1125 ведущих специалистов в области IT, в том числе глава Tesla, SpaceX и X Илон Маск, сооснователь Pinterest Эван Шарп и сооснователь Apple Стив Возняк, подписали открытое письмо с заголовком: «Мы призываем все лаборатории ИИ немедленно приостановить как минимум на 6 месяцев обучение систем ИИ, более мощных, чем GPT-4!»<sup>2</sup>. Авторы послания ставят следующие вопросы: «Должны ли мы позволять машинам заполнять наши информационные каналы пропагандой? Следует ли нам автоматизировать все рабочие места? Нужно ли развивать нечеловеческие интеллекты, которые в конечном итоге могут превзойти нас по численности, обмануть, сделать нас ненужными и заменить? Стоит ли рисковать утратой контроля над нашей цивилизацией?»<sup>2</sup>. Таким образом, возникает вопрос: если у руководителей лабораторий самого высокого ранга, занимающихся разработкой машинного обучения, возникают опасения в связи с развитием ИИ, то каково его влияние на функционирование системы дополнительного образования в целом и как ее неотъемлемой части, системы повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики (далее – ПКисД)?

*Цель работы* – определение направлений разрешения несоответствия между потенциально эффективными дидактическими возмож-

<sup>1</sup> Концепция развития системы образования Республики Беларусь до 2030 г., утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 30 ноября 2021 г. № 683.

<sup>2</sup> Pause Giant AI Experiments: An Open Letter. 2023. URL: <https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments> (дата обращения: 28.01.2025).

ностями современных веб-ориентированных ресурсов как средств организации повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики и отсутствием теоретически обоснованной, внутренне целостной и логически непротиворечивой дидактической системы реализации этих возможностей в практике дополнительного образования учителей.

*Методология и методы исследования.* В ходе исследования генезиса мы выделили ключевые этапы развития процесса повышения квалификации учителей математики за последние 150 лет, сосредоточив внимание на основных дидактических принципах, формах организации и методах представления учебного материала. Исследование показало актуальность задачи **проектирования и разработки дидактической системы повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики с использованием веб-ориентированных ресурсов** [Прохоров, 2021]. В ходе работы использовался комплекс *методов*: изучение философской, психолого-педагогической и методической литературы, сравнительный анализ учебных математических апплетов, анкетирование.

*Обзор научной литературы.* Проблеме научно-методического обеспечения профессионально-педагогического становления будущих учителей математики, последующему их сопровождению в процессе повышения квалификации, активизации самообразовательной деятельности, непрерывному повышению уровня их профессиональных компетенций и т.д. уделялось достаточно большое внимание. В Беларуси такие исследования проводили: Н.Б. Бровка [Бровка, 2009], М.В. Ильин [Ильин, 2002], А.В. Позняк [Позняк, 2022] и др., в России: Н.Ф. Ильина, А.С. Ильин, Е.Э. Хохлова [Ильина и др., 2020], Л.В. Шкерина, М.Б. Шашкина, О.А. Табинова [Шкерина и др., 2022] и др., в странах Западной Европы: М.В. Кларин [Кларин, 1995], J. Kotter [Kotter, 2005] и др.

Согласно Кодексу Республики Беларусь об образовании под повышением квалификации

руководителей и специалистов мы понимаем процесс «реализации образовательных программ, направленных на профессиональное совершенствование работников»<sup>3</sup>. Анализ психолого-педагогической литературы показывает, что проблемы самообразовательной деятельности учителя в основном рассматриваются с двух позиций: как «самостоятельная деятельность педагога по повышению своих профессиональных компетенций» (В.А. Адольф, 2021) и как «индивидуально-личностный процесс целенаправленного и систематического улучшения, развития себя и своей деятельности» (Кулюткин, 2022). В данной работе мы сосредоточимся на первом подходе, так как второй предполагает исключительно личностный аспект самообразования учителя (как его саморазвития), что не отвечает направлениям нашего исследования.

Несмотря на тщательное изучение методологических, методических и управленческих аспектов поддержки будущих учителей математики в ходе их обучения и профессионального развития, в исследованиях не были рассмотрены особенности и структурные элементы процесса ПКисД учителей математики, основанного на применении веб-ориентированных ресурсов.

Основу современной концепции развития системы ПКисД учителей математики составляют цифровые технологии интернета, мобильные сервисы, технологии Web 2.0, 3.0, ИИ, предусматривающие активное участие пользователей в формировании в учреждениях образования учебного контента. На сегодняшний день защищен ряд кандидатских и докторских диссертаций по философским<sup>4</sup>, онтологическим<sup>5</sup>,

<sup>3</sup> Кодекс Республики Беларусь об образовании 13 января 2011 г. № 243-З, принят Палатой представителей 2 декабря 2010 г., одобрен Советом Республики 22 декабря 2010 г., в редакции Закона Республики Беларусь от 8 июля 2024 г. № 22-З.

<sup>4</sup> Степанеко А.С. Социокультурные и технологические предпосылки искусственного интеллекта: дис. ... д-ра философ. наук. Ростов-на-Дону, 2007. 203 с.

<sup>5</sup> Смирнов Е.В. Проблема искусственного интеллекта: онтологические и гносеологические аспекты: дис. ... канд. филос. наук. Магнитогорск, 2012. 210 с.

социальным<sup>6</sup>, юридическим<sup>7</sup> аспектам, методике обучения информатике<sup>8</sup>, в которых представлены исследования различных направлений внедрения технологий ИИ. В целом нейронные сети представляют собой математические модели и мощные вычислительные алгоритмы, которые способны прогнозировать, решая интеллектуальные задачи на основе оценки критериев заданного вопроса. Они анализируют обширные объемы информации и баз данных, что позволяет ИИ формировать наиболее точные и актуальные ответы на запросы в GPT-чатах. Одним из главных преимуществ нейросетей является их способность к самообучению, что позволяет им развиваться без необходимости постоянного вмешательства IT-специалистов в область машинного обучения [Абламейко и др., 2023; Фирсов и др., 2020; Markova et al., 2021]. Важность роли учителя математики не просто как источника знаний, но организатора процесса их передачи, использующего потенциал современных технологий, подчеркивается в аналитической записке Института ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании: «эффективное применение искусственного интеллекта, данных и аналитики, а также машинного обучения может сделать процесс обучения более увлекательным, используя технологии для погружения в виртуальную среду»<sup>9</sup>. Искусственный интеллект выполняет задачи по изучению и сопоставлению данных, предоставляя рекомендации ученикам для освоения материала и позволяя учителю математики анализировать результаты, что помогает отслеживать уровень

подготовки каждого учащегося, корректировать его индивидуальную траекторию обучения, выявлять и ликвидировать пробелы в его знаниях.

Изучение исследований, касающихся проблемы использования образовательных сервисов интернета Е.Д. Патаракина [Патаракин, Ярмахов, 2021], S. Downes [Downes, 2024], Ed. Krol [Krol, 2022], T. Richardson [Richardson, John, 2023], J. Thompson [Thompson, 2021] и др., более чем пятнадцатилетний опыт проведения лекций и практических занятий, организации диалоговых площадок, научно-практических конференций и самообразовательной деятельности для учителей в ГУО «Минский городской институт развития образования», а также результаты анкетирования, в котором приняли участие 378 учителей математики, свидетельствуют о том, что современные педагоги проявляют интерес к систематическому повышению своей квалификации в сфере **цифровых компетенций**. Учителя математики осознают необходимость непрерывного самосовершенствования и самообразования в направлении повышения уровня знаний и способов деятельности по использованию ИКТ в повседневной и профессиональной деятельности, однако не имеют технического и методического инструментария. На вопрос «Какую форму представления информационно-обучающего ресурса Вы считаете наиболее эффективной в современных условиях?», 56 % – размещенный в интернете, 39 % – мобильные приложения, 5 % опрошенных учителей математики предпочитают ресурс, установленный на персональном компьютере. 83 % опрошенных учителей математики хотели бы повысить свои профессиональные компетенции и пройти повышение квалификации по теме «Дидактический дизайн в преподавании математики в учреждениях общего среднего образования».

*Результаты исследования.* Мы рассматриваем **дидактическую систему повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики с использованием веб-ориентированных ресурсов** как «теоретически обоснованную, внутренне целостную и логически непротиворечивую

<sup>6</sup> Бадмаева М.Х. Социально-философские проблемы и принципы применения систем искусственного интеллекта: дис. ... канд. филос. наук. Улан-Удэ, 2023. 237 с.

<sup>7</sup> Марченко А.Ю. Правовой анализ новейшего законодательства ЕС о применении технологий искусственного интеллекта: дис. ... канд. юрид. наук. М., 2022. 208 с.

<sup>8</sup> Меренкова П.А. Вариативное обучение системам искусственного интеллекта в рамках учебного предмета «Информатика» основной школы: дис. ... канд. пед. наук. М., 2023. 190 с.

<sup>9</sup> Даггэн С. Искусственный интеллект в образовании: изменение темпов обучения. Аналитическая записка ИИТО ЮНЕСКО. М.: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2020. 44 с.

систему, построенную на основе **полипарадигмального подхода** (взаимодополнение и взаимообогащение положений синергетического, системно-деятельностного, праксеологического, компетентностного, логистического, коннективистского, инструментального подходов в обучении) с учетом **методических условий цифровой дидактики, общедидактических принципов** (фундаментальности, гуманизации и гуманитаризации; опережающего характера обучения), **дополненных принципами, обусловленными спецификой процесса повышения квалификации и самообразовательной деятельности учителей математики** (партисипативности, фундирования, оптимальной информационной насыщенности), включающую **взаимосвязанные цели, содержание, формы, методы, средства, веб-ориентированные ресурсы, контрольно-измерительный инструментарий определения эффективности обучения**, функционирующую во **взаимодействии преподавателя и слушателей** для повышения уровня **профессиональных компетенций учителей математики**» [Прохоров, 2024, 32].

В данной статье мы рассмотрим технологический и методический аспекты взаимодействия учителей математики в рамках ПКисД с веб-ориентированными ресурсами, созданными на основе мобильных технологий с применением элементов GPT-чата, а также ИИ. Но прежде необходимо дать ряд определений.

**Мобильный учебный математический апплет** (апплет от англ. applet, application – приложение и -let – уменьшительный суффикс) (далее – мобильный апплет) – учебно-методическое средство, являющееся составной частью веб-ориентированного ресурса и/или самостоятельное средство обучения, требующее установки на мобильный носитель (смартфон, планшет и т.д.), предоставляющее возможность как линейного, так и нелинейного изучения содержания, сочетающее символьный и графический способы представления материала и включающее динамическую модель математического объекта, краткий теоретический материал, а также диагностический инструментарий

эффективности его усвоения. Мобильные апплеты – это программы, которые устанавливаются на операционные системы мобильных устройств, таких как Microsoft, iOS, Android и т.д. Они обеспечивают функционал для взаимодействия между пользователем и мобильным устройством, а также между пользователями. Эти апплеты позволяют реализовывать различные алгоритмы интерактивного взаимодействия участников образовательного процесса, включая использование технологий ИИ.

**Искусственный интеллект** (англ. artificial intelligence – AI) – способность цифровых компьютеров или контролируемых роботами компьютеров решать задачи, которые обычно связывают с человеческими<sup>10</sup>.

**Веб-ориентированный ресурс обучения** – гибкий и мобильный ресурс, который содержит учебно-методический и диагностический материал, коммуникационно-методический инструментарий, позволяющий в режиме реального времени обучающемуся выстраивать свою индивидуальную траекторию обучения (самостоятельно и/или под руководством преподавателя) [Прохоров, 2024, с. 31].

В ходе исследования нами проведен анализ востребованности педагогической ответственностью содержательного, методического, учебно-методического, информационного и ресурсного обеспечения построения обучения математике учащихся II–III ступеней учреждений общего среднего образования на основе веб-ориентированных ресурсов, включающего мобильные апплеты и поддерживающего коммуникацию с ИИ. Интерес к таким разработкам со стороны пользователей интернета (по объективным причинам выделить среди них категорию «учитель математики» не представляется технически возможным) подтверждается динамикой популярности соответствующих запросов в интернет-поисковиках. Шкала частоты запросов, построенная на основе инструмента ИИ Google Trends (<https://trends.google.com>),

<sup>10</sup> Encyclopedia Britannica 2023. URL: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> (дата обращения: 28.01.2025).

представлена виде графика динамики соответствующих обращений (рис. 1), где 100 баллов означают самый высокий уровень популярно-

сти соответствующего запроса по отношению к аналогичным в Республике Беларусь в периода с 01.01.2019 по 01.01.2025.



Рис. 1. Частота запросов в интернете по данным Google Trends  
Fig. 1. Frequency of Internet queries according to Google Trends

Таким образом, на графиках четко прослеживается постоянный интерес пользователей интернета к мобильным апплетам, содержащим справочную информацию, позволяющим обрабатывать математические данные, решать математические задачи, учащимся проверять свои знания. Запрос общественности к возможностям использования ИИ в процессе обучения математике постоянно растет с конца 2021 г.

На сегодняшний день в русскоязычном сегменте интернета мобильных учебных приложений по математике для платформ Microsoft, iOS и Android насчитывается более 50. Анализ их содержания и качества представленного контента позволил классифицировать их по основным направлениям с точки зрения решаемых педагогических задач: математические справочники и тестовые среды, мобильные апплеты для решения математических задач, мобильные ма-

тематические тренажеры и математические симуляторы. Наибольшей популярностью (рейтинг приложений в AppStore и GooglePlay выше 4,5 из 5,0) пользуются мобильные апплеты с математическим содержанием, которые представлены в табл. 1. *Примечание:* некоторые из представленных мобильных апплетов содержат рекламу, авторы статьи не являются разработчиками данных апплетов и не несут ответственности за их содержания. Содержание табл. 1 выполняет исключительно информационную функцию.


Следует отметить, что многие мобильные апплеты созданы на основе технологий нейросетей, в частности приложения для решения математических задач и математические симуляторы. Технология обработки текстовой, графической и мультимедийной информации нейросетями достаточно подробно описана У. Холмсом, М. Бялик, Ч. Фейделом [Холмс и др., 2022].

Таблица 1

Примеры мобильных учебных математических апплетов

Table 1

Examples of mobile educational math applets

Название	QR-код доступа	Описание
1	2	3
Математические справочники и тестовые среды		
Математика: формулы + тесты		Мобильный апплет предназначен для школьников и студентов, охватывает школьный курс алгебры, геометрии и начал анализа
Формулы по алгебре с тестом		Апплет содержит справочную информацию по алгебре, тестовые задания для проверки знаний учащимися формул
Учебники по математике		Приложение содержит пошаговые уроки по арифметике, алгебре, дробям, геометрии, тригонометрии и т.д.
Мобильные апплеты для решения математических задач		
Photomath		Приложение с помощью камеры мобильного устройства мгновенно сканируется печатный текст, разбивает решение на шаги
Mathway		Мобильный апплет предназначен для решения алгебраических задач, построения графиков, математического анализа

Окончание табл. 1

1	2	3
Maple Калькулятор: решатель		Приложение является универсальным калькулятором на основе Maple, решает математические задачи, визуализирует двухмерные и трехмерные графики выражений и предоставляет пошаговые решения
Мобильные математические тренажеры		
Математика – игры для ума		Апплет способствует развитию логического и математического мышления, содержит головоломки, тренажеры и тесты по математике
Мышление и логика для взрослых и детей		Приложение содержит более 1000 заданий, способствующих развитию логического мышления и пространственного воображения
Математические загадки		Тренажер позволяет закрепить навыки устного счета, арифметических вычислений задач, установления математических закономерностей
Математические симуляторы		
GeoGebra		Мобильные апплеты, позволяющие проводить онлайн-вычисления арифметических, алгебраических и геометрических задач, содержат элементы 3D моделирования математических объектов

В. Юрченковым и Д. Кургановым проведен анализ ключевых этапов зарождения и развития алгоритмов машинного обучения, GPT-часов и ИИ [Юрченков, Курганов, 2022]. Основываясь на данных работах, рассмотрим хронологию истории становления ИИ как направления в науке (рис. 2).



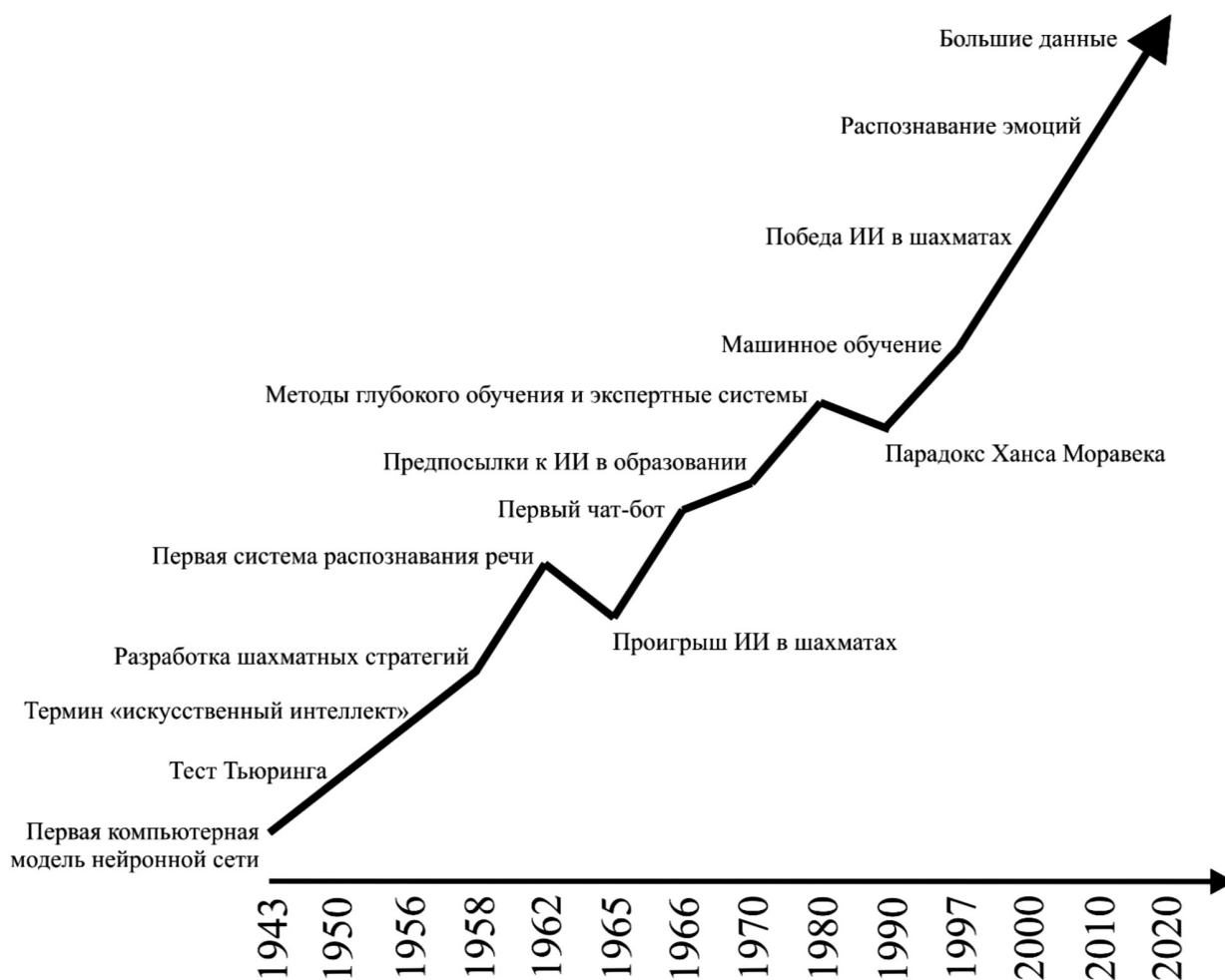


Рис. 2. Хронологическая линейка развития искусственного интеллекта  
Fig. 2. Chronological timeline of Artificial Intelligence development

1943 г. – Н. Винер, У. Питтс и У. Мак-Каллок теоретически обосновывают возможности создания ИИ на основе биологических нейронных сетей.

1950-е гг. – А. Тьюринг публикует ряд работ о том, может ли мыслить машина, предлагает идею эмпирического теста (тест Тьюринга: исследователь взаимодействует с одним компьютером и одним человеком. Исходя из полученных ответов на заданные вопросы, ему необходимо решить, общается ли он с программным обеспечением или с человеком. Основная цель программы – запутать исследователя, чтобы он принял неверное решение. Все испытуемые не имеют возможности видеть друг друга. Если исследователь не может однозначно определить, кто из участников является человеком, значит, машина успешно прошла данный тест.).

1956 г. – в работах Д. Маккарти, М. Мински, Н. Рочестера и К. Шеннона появляется термин «искусственный интеллект». Представлена первая программа ИИ – Logic Theorist.

1958 г. – Г. Саймон предполагает, что ИИ в ближайшие десять лет может обыграть чемпионов мира по шахматам.

1962 г. – IBM демонстрирует систему распознавания речи Shobox (16 слов – цифры и команды для арифметических операций сложения и вычитания чисел).

1965 г. – ИИ проигрывает матч в соревнованиях по шахматам участникам возраста 10 лет.

1966 г. – создан первый ГПТ-чат «Элиза», который ведет беседу на естественном языке.

1970-е гг. – Дж. Карбонеллом создана программа SCHOLAR – интеллектуальная обучающая система.

1980-е гг. – Д. Хопфилд и Д. Румельхарт представили методы «глубокого обучения», позволяющие компьютерам учиться на основе опыта. Э. Фейгенбаум представил системы, имитирующие принятие решений человеком.

1990-е гг. – Х. Моравек сформулировал парадокс: «достичь уровня взрослого в таких активностях, как тестирование на IQ или игра в шашки, достаточно просто. Однако освоить навыки, характерные для младенца, в области восприятия или познавательной активности либо сложно, либо вовсе невозможно».

1997 г. – разработаны алгоритмы Machine Learning, по которым компьютеры могут накапливать знания и обучаться на основе собственного опыта. Суперкомпьютер DEEP BLUE побеждает мировых чемпионов по шахматам.

2010-е гг. – появляется новое направление в исследованиях ИИ – аффективные, или эмоциональные, вычисления (англ. affective computing), анализирующие реакции и их воспроизведение.

2020-е гг. – появляются алгоритмы обработки Больших данных (англ. Big Data), методы глубокого обучения нейронных сетей [Юрченков, Курганов, 2022].

Рассмотрим алгоритм обработки текстовой информации на основе GPT-3-чата, размещенного для бесплатного использования в интернете (<https://botprofi.ru>). GPT-чат при обработке текста опирается на те данные, которые уже размещены в интернете, оперируя при этом более чем 175 миллиардами параметров. Например, при обращении к ИИ с просьбой дополнить фразу «методика обучения математике – это...» GPT-чат создаст список из возможных слов, просчитывая вероятность их присутствия в данном месте. Можно предположить, что следующим словом во фразе будет то, которое имеет самую высокую вероятность, однако создатели ИИ высказывают другое мнение: «... по какой-то причине (возможно, однажды мы ее узнаем), если всегда будет выбираться слово с самым высоким рейтингом, т.е. для которого определена самая высокая вероятность, мы получим очень гладкий текст, без малейшего признака креативности, который будет

слово в слово повторять множество других текстов» [Вольфра, 2024, с. 17]. Нейросеть выбирает нужное слово для продолжения фразы случайным образом из всех возможных, имеющих вероятность примерно 0,8, при этом имея достаточно большой объем текста на русском языке, ИИ может определить вероятность выбора подходящих букв, слов, словосочетаний, предложений, фрагментов текста и т.д. На первый взгляд, технология достаточно простая, однако в интернете содержится несколько миллиардов слов, в книгах, которые были оцифрованы, еще 100 миллиардов. Но при наличии 200 тысяч общеупотребительных слов в русском языке (данные Национального корпуса русского языка) число возможных словосочетаний из двух слов составляет примерно 32 миллиарда, а число возможных комбинаций из трех слов – 160 триллионов и т.д. Для разрешения этой проблемы была разработана Большая языковая модель (англ. Large Language Model – LLM), она специально сконструирована для оценки вероятностей выбора слов и лежит в основе работы GPT-чатов.

Анализ графических данных происходит схожим образом: целое изображение распределяется на слои, происходит анализ отдельных объектов на каждом из слоев, высчитывается вероятность правильной интерпретации, корректности преобразования рисунка в векторную графику и последующей обработки.

По такому алгоритму работает, например, мобильный апплет Photomath (табл. 1). Приложение, получив изображение от камеры смартфона, разбивает его на отдельные части (цифры, буквенные символы, арифметические действия и т.д.), преобразует его в цифровой вид, понятный для программных средств вычисления, проводит математические действия и представляет последовательность вычислений, выдает ответ. Пример такой последовательности шагов, выполняемых приложением при решении дробно-рационального уравнения

$$\frac{9x^2 - 4}{x - 1} = \frac{5 - 10x}{1 - x}, \text{ представлен в табл. 2.}$$

Таблица 2

Последовательность некоторых действий мобильного приложения Photomath  
при решении дробно-рационального уравнения

Table 2

Sequence of actions of the Photomath mobile applet when solving a fractional rational equation

№ шага	Скриншот	№ шага	Скриншот
1	2	3	4
1		2	Сканирование и преобразование изображения в цифровой формат
3	$\frac{9x^2 - 4}{x - 1} = \frac{5 - 10x}{1 - x}$ Найдите все значения $x$ , при которых знаменатель дроби $\frac{9x^2 - 4}{x - 1}$ равен 0 $x - 1 = 0$	...8	$x = 1$ Чтобы найти область допустимых значений, нужно удалить недопустимые значения $\frac{9x^2 - 4}{x - 1} = \frac{5 - 10x}{1 - x}, x \neq 1$
9	$\frac{9x^2 - 4}{x - 1} = \frac{5 - 10x}{1 - x}, x \neq 1$ Упростите уравнение путем перекрестного умножения $(9x^2 - 4) \times (1 - x) = (5 - 10x) \times (x - 1)$	...18	$19x^2 - 9x^3 + 1 - 11x = 0$ Использовать переместительный закон, чтобы изменить порядок членов $-9x^3 + 19x^2 - 11x + 1 = 0$
19	$-9x^3 + 19x^2 - 11x + 1 = 0$ Запишите $19x^2$ в виде суммы $-9x^3 + 9x^2 + 10x^2 - 11x + 1 = 0$	...23	$-9x^3 + 9x^2 + 10x^2 - 10x - x + 1 = 0$ Вынести знак минус за скобки $-9x^2 \times (x - 1) + 10x \times (x - 1) - (x - 1) = 0$
24	$-9x^2 \times (x - 1) + 10x \times (x - 1) - (x - 1) = 0$ Вынести за скобки общий множитель $-(x - 1)$ $-(x - 1) \times (9x^2 - 10x + 1) = 0$	...30	$-(x - 1)^2 \times (9x - 1) = 0$ Изменить знаки обеих частей уравнения $(x - 1)^2 \times (9x - 1) = 0$

1	2	3	4
31	$(x-1)^2 \times (9x-1) = 0$ <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Если произведение равно 0, то как минимум один из множителей равен 0</p> <p style="text-align: center;">↓</p> $(x-1)^2 = 0$ $9x-1 = 0$	...34	$x = 1$ $x = \frac{1}{9}, x \neq 1$ <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Проверить, принадлежит ли решение заданному интервалу</p> <p style="text-align: center;">↓</p> $x = \frac{1}{9}$

Безусловно, представленный в табл. 2 алгоритм решения уравнения  $\frac{9x^2 - 4}{x-1} = \frac{5-10x}{1-x}$  (состоящий из 34 шагов!!!), выполненный при помощи Photomath, не является рациональным, недоступен для понимания подавляющему большинству учащихся учреждений общего

среднего образования. Платная версия мобильного приложения «Maple Калькулятор: решатель» проводит вычисления этого же уравнения за 12 шагов, однако предлагаемое подробное решение также сильно отличается от того алгоритма решения дробно-рациональных уравнений и его оформления, которое предлагается учащимся на уроках по математике<sup>11</sup>:

$$\frac{9x^2 - 4}{x-1} = \frac{5-10x}{1-x}; \quad \frac{9x^2 - 4}{x-1} - \frac{5-10x}{1-x} = 0; \quad \frac{9x^2 - 4}{x-1} + \frac{5-10x}{x-1} = 0;$$

$$\frac{9x^2 - 4 + 5 - 10x}{x-1} = 0; \quad \frac{9x^2 - 10x + 1}{x-1} = 0; \quad \begin{cases} 9x^2 - 10x + 1 = 0, \\ x-1 \neq 0; \end{cases} \quad \begin{cases} x = \frac{1}{9}, \\ x = 0, \\ x-1 \neq 0; \end{cases} \quad x = \frac{1}{9}.$$

Очевидно, что такое решение значительно более рационально в сравнении с выполняемыми мобильными приложениями. Однако последние версии GPT-4-чат (выпущенные в 2024 г., но работающие пока только в тестовом режиме) уже способны предлагать решения математических задач (алгебраические, из математического анализа и теории вероятностей и т.д.) и их оформления, неотличимые от проводимых человеком.

Нами разработан веб-ориентированный ресурс (далее – авторский ресурс) для сопровождения обучения учителей математики на повышении квалификации по теме «**Дидактический дизайн в преподавании математики в учреждениях**

**общего среднего образования**»<sup>12</sup>. Разработка учебной программы ПКисД была обусловлена необходимостью комплексной модернизации образовательного процесса посредством использования цифровых инструментов, формирования у учителей математики навыков работы со специальными онлайн-сервисами и приложениями

<sup>11</sup> Арефьева И.Г., Пирютко О.Н. Учебное пособие для 9 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения. Минск: Народная асвета, 2019. 328 с.

<sup>12</sup> Прохоров Д.И. Дидактический дизайн в преподавании математики в учреждениях общего среднего образования: методическое обеспечение учебной программы повышения квалификации, 2024. URL: <https://do.minsk.edu.by/course/view.php?id=8832#section-12> (дата обращения: 28.01.2025).

по созданию дидактических многомерных инструментов и информационно емких визуальных материалов. Учебная программа ПКисД учителей математики направлена на совершенствование их профессиональной компетентности в области структурирования и визуализации учебной информации с использованием современных компьютерных приложений. В ходе обучения слушатели осваивают технологии построения дидактических многомерных инструментов, а также методику их использования на учебных занятиях. Авторский ресурс рекомендован к использованию в процессе ПКисД учителей математики Научно-методическим советом государственного учреждения образования «Минский городской институт развития образования» (протокол от 27.01.2025 № 1) и **включает**:

- глоссарий (более 180 понятий и терминов);
- следующие формы установления взаимодействия преподавателя со слушателями (учителями математики): форум «Вопрос-ответ» (обсуждение заданий, методическая поддержка, техническая поддержка), чат-бот «Профессор МГИРО» (@professorMGIRO\_bot) – телеграм-чат на основе ИИ;

- материалы для освоения содержания программы ПКисД учителями математики «Дидактический дизайн в преподавании математики в учреждениях общего среднего образования»: вопросы государственной политики в сфере цифровизации образования (2 темы), научно-теоретические основания структурирования содержания обучения математике (5 тем), основы работы со специализированным программным обеспечением (11 тем);

- примеры фрагментов дидактических сценариев учебных занятий, отражающих методику использования дидактических многомерных инструментов при обучении математике (база постоянно пополняется материалами, разработанными учителями математики в процессе ПКисД);

- коллекцию готовых учебных математических апплетов и методические указания по их использованию на учебных занятиях по математике на II–III ступенях общего среднего образования;

- фрагменты видео лекций и практических занятий, где даются инструкции по работе с компьютерными программными средствами: редакторами векторной графики, динамическими программными средами, конструкторами инфографики, учебными математическими апплетами, GPT-чатами и т.д., а также алгоритмы разработки собственных веб-ориентированных ресурсов;

- материалы для текущей и итоговой аттестации (дифференцированные по трем уровням сложности).

Каждая учебная тема, размещенная на авторском ресурсе, состоит из основного материала, дополнительной литературы, заданий для самостоятельного выполнения. Содержательный блок авторского ресурса, обеспечивающего повышение ПКисД учителей математики, имеет **спиралевидную конструкцию из четырех витков**:

- 1) учителя математики под руководством преподавателя осваивают алгоритмы структурирования учебной информации для учащихся II–III ступеней общего среднего образования с использованием возможностей дидактического дизайна (таблицы, блок-схемы и т.д.) и простых веб-ориентированных ресурсов (веб-презентации, онлайн-интерактивные доски и т.д.). Например: «Используя возможности Google Disk, создайте электронную таблицу «Свойства тригонометрической функции  $f(x) = \sin x$ » (область определения/значения, четность/нечетность, периодичность, промежутки возрастания/убывания, достижение максимального/минимального значения, интервалы положительных/отрицательных значений, нули функций);

- 2) учебная информация предыдущего витка обогащена алгоритмами решения педагогических задач на основе использования различных существующих веб-ориентированных ресурсов, применения на учебных занятиях по математике информационно емких визуальных изображений (учебные математические апплеты, инфографика, структурно-логические схемы и т.д.) по отдельным учебным темам в готовом виде. Например: «Используя созданную ранее электронную таблицу и возможности онлайн-редактора

<https://canva.com>, создайте инфографику по теме «Свойства тригонометрической функции  $f(x) = \sin x$ ». Дополните созданную инфографику ссылками на учебные математические апплеты библиотеки сайта <https://urok.1c.ru.>»;

3) содержание обучения дает возможность учителям математики под руководством преподавателя самостоятельно разрабатывать веб-ориентированные ресурсы, рассматривать различные методические аспекты обучения учащихся навыкам обобщения и структурирования учебной информации по укрупненным темам (логико-смысловые модели, учебные математические апплеты и т.д.), прогнозировать свою педагогическую деятельность в конкретном классе на перспективу. Например: «Используя возможности динамического программного онлайн-сервиса 1С: “Математический конструктор” создайте учебный математический апплет “Тригонометрическая функция (синус)”, в котором отображается график тригонометрической функции вида  $f(x) = a \cdot \sin(bx + c) + d$ , где  $a$ ,  $b$ ,  $d$  – параметры со значениями от  $-5$  до  $5$ , шаг изменения  $0,1$ ,  $c$  – параметр со значением от  $-\frac{\pi}{2}$  до  $\frac{\pi}{2}$ , шаг изменения  $\frac{\pi}{12}$ . Настройте апплет так, чтобы в записи тригонометрической функции  $f(x) = a \cdot \sin(bx + c) + d$  отображались значения параметров (коэффициентов)  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ . Например:

$$f(x) = -\sin\left(2 \cdot x + \frac{\pi}{3}\right) + 1.»;$$

4) предназначен преимущественно для самостоятельного освоения учителями математики способов построения процесса обучения математике с использованием веб-ориентированных ресурсов, что позволяет слушателям самостоятельно обобщить и транслировать свой педагогический опыт коллегам. Например: «Дополните учебный математический апплет  $f(x) = a \cdot \sin(bx + c) + d$  еще одним параметром вида  $x = e$ , где  $e$  – параметр со значениями от  $-5$  до  $5$ , шаг изменения  $0,1$ . Оформите апплет так, чтобы с его помощью можно было визуализировать решение тригонометрического уравнения вида  $a \cdot \sin(bx + c) + d = e$ , где  $a$ ,  $b$ ,  $d$ ,  $e$  – действительные числа от  $-5$  до  $5$ , шаг

изменения  $0,1$ ,  $c$  – параметр со значением от  $-\frac{\pi}{2}$  до  $\frac{\pi}{2}$ , шаг изменения  $\frac{\pi}{12}$ . Разработайте сценарий проведения учебного занятия с использованием данных апплетов. Перешлите коллегам для экспертизы разработанный вами апплет и сценарий учебного занятия».

Каждый виток спирали включает в себя несколько слоев: содержательный слой, который представляет собой теоретическое обобщение укрупненных дидактических единиц математического, дидактического и методического знания; информационно-технический слой, содержащий инструкции и алгоритмы работы с доступными ресурсами, а также рекомендации по самостоятельной разработке веб-ориентированных ресурсов, и методический слой, который охватывает методику и технологии использования веб-ориентированных ресурсов на учебных занятиях по математике.

Структурно-логическая схема освоения содержания обучения при ПКисД учителей математики, представлена на рис. 3.

Телеграм-бот «Профессор МГИРО» разработан на основе технологии нейросетей GPT-4, свободно ведет диалог по содержанию учебной программы повышения квалификации учителей математики по теме «Дидактический дизайн в преподавании математики в учреждениях общего среднего образования». Кроме общедоступных баз методической литературы и цифровых образовательных технологий, в телеграм-бот добавлены дополнительные векторные базы: 12 пособий по методике преподавания математики и внешние базы данных, касающиеся применения ИКТ в образовательном процессе.

В целях безопасности и противодействия нарушению нормативных правовых положений, распространению фейков и деструктивной информации, а также с целью соблюдения морально-этических норм педагога алгоритм ИИ телеграм-бота «Профессор МГИРО» жестко ограничен рамками содержания методики обучения математике, психолого-педагогическими требованиями к разработке и внедрению цифровых технологий в образовательный процесс.

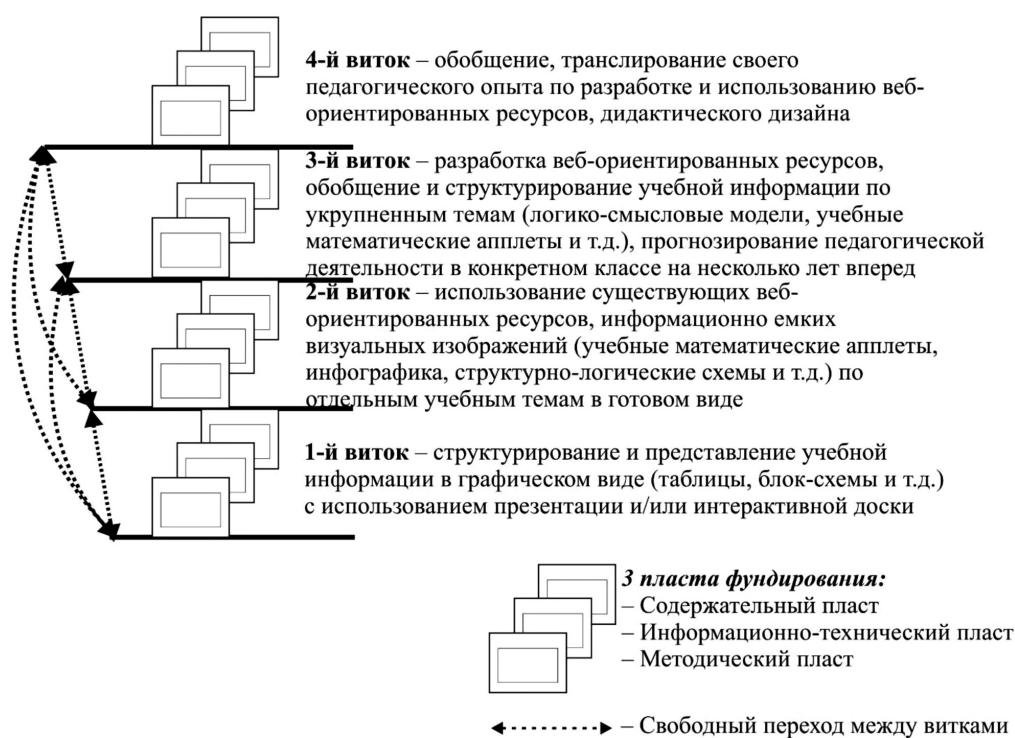


Рис. 3. Структурно-логическая схема освоения содержания обучения учителями математики на веб-ориентированном ресурсе

Fig. 3. Structural and logical diagram of mastering the content of teaching by mathematics teachers on a web-oriented resource

В случае если пользователь попытается задать вопрос, выходящий за рамки ограничений, телеграм-бот выдаст ответ: «Извините, но я не могу обсуждать вопросы, не связанные с методикой обучения математике и цифровыми технологиями. Если у Вас есть вопросы по дидактическому дизайну, преподаванию математики или внедрению цифровых технологий в образовательный процесс, я с радостью помогу Вам!».

**Заключение.** Искусственный интеллект все прочнее входит во все социально-экономические аспекты жизни человека, в том числе определяет вектор развития цифровизации процессов системы образования. На данный момент еще не в полной мере разрешены психолого-педагогические и морально-этические проблемы, связанные с взаимодействием педагогических работников и особенно учащихся учреждений

общего среднего образования с нейронными сетями. В статье представлено авторское видение возможного разрешения несоответствия между запросом общества в обогащении методического инструментария учителей математики веб-ориентированными ресурсами обучения, включающими современные возможности нейросетей, ИИ, GPT-чатов и мобильных учебных математических апплетов, и недостаточной разработанностью методологического, методического, технологического и технического аспектов данного процесса. Считаем перспективным внедрение разработанной дидактической системы ПКисД учителей математики, направленной на повышение их уровня профессиональных компетенций, в том числе в области цифровых технологий, в систему дополнительного педагогического образования.

## Библиографический список

1. Абламейко С.В. Преподавание и использование искусственного интеллекта в высшей школе // Абламейко С.В., Журавков М.А., Бровка Н.В., Абламейко М.С. Вышэйшая школа. 2023. № 3. С. 9–14.
2. Бровка Н.В. Интеграция теории и практики обучения математике как средство повышения качества подготовки студентов. Минск: БГУ, 2009. 242 с.

3. Вольфра С. Как устроен ChatGPT? Полное погружение в принципы работы и спектр возможностей самой известной нейросети в мире. М.: МИФ, 2024. 192 с.
4. Ильин М.В. Проектирование содержания профессионального образования: теория и практика. Минск: РИПО, 2002. 338 с.
5. Ильина Н.Ф., Ильин А.С., Хохлова Е.Э. Посткурсовое сопровождение профессиональной деятельности педагога как условие становления его профессиональных компетенций // Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров. 2020. № 2. С. 24–32.
6. Кларин М.В. Инновации в мировой педагогике: обучение с использованием исследования, игр, дискуссии. Анализ зарубежного опыта. Рига: Пед. центр «Эксперимент», 1995. 176 с.
7. Патаракин Е.Д., Ярмахов Б.Б. Выращивание данных для школьных виртуальных лабораторий // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Информатизация образования. 2021. Т. 18, № 4. С. 347–359. DOI: 10.34612/pres.2021.4.18
8. Позняк А.В. Концептуальные основы и научно-методическое сопровождение формирования у будущих педагогов компетенций для устойчивого профессионального самоопределения. Минск: БГПУ, 2022. 206 с.
9. Прохоров Д.И. История и перспективы развития системы повышения квалификации педагогических работников // Збірник наукових прац Академії післядипломної адукації. 2021. Вып. 19. С. 345–359.
10. Прохоров Д.И. Основные положения дидактической системы повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2024. № 4 (36). С. 29–46. DOI: 10.24888/2500-1957
11. Фирсов М.В., Филатова О.Н., Гушин А.В. Опережающие обучение навыкам будущего (Future Skills) посредством разработки компьютерных тренажеров и цифровых ассистентов с искусственным интеллектом // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота. 2020. № 3 (53). С. 11–16.
12. Холмс У., Бялик М., Фейдел Ч. Искусственный интеллект в образовании: перспективы и проблемы для преподавания и обучения. М.: Альпина ПРО, 2022. 304 с.
13. Шкерина Л.В., Шашкина М.Б., Табинова О.А. Выявление и преодоление предметных дефицитов студентов – будущих учителей математики // Перспективы науки и образования. 2022. № 4 (58). С. 173–192. DOI: 10.32744/pse.2022.4.11
14. Юрченков В., Курганов Д. Что такое искусственный интеллект и где мы встречаемся с ним сегодня? // EduTech. 2022. № 4 (49). С. 5–11.
15. Downes, S. (2024). Bantin’s Speech: Learning Objects. *International Journal of Educational Technologies and Distance Learning*, 1 (11), 3–14. DOI: 10.2472/ijetdl-2024-0001
16. Kotter, J. (2005). *Accelerating change: How to Give Your Organization the Strategic Agility to Succeed in a Fast-Changing World*. Harvard Business Review Press, London. URL: <https://www.perlego.com/book/837130/accelerate-building-strategic-agility-for-a-fastermoving-world-pdf> (access date: 27.01.2025).
17. Krol, E. (2022). *The whole Internet: User’s Guide & Catalog*. Sebastopol (Calif.). URL: <https://www.jstor.org/stable/41308820> (access date: 27.01.2025).
18. Markova, S.M., Tsyplakova, S.A., Sedhuh, E.P., Filatova, O.N., & Khizhnyi, A.V. (2021, January 1 – December 31). University modernization in the conditions of industrialization of production and intelligent machines. In: *Current problems and ways of industry development: equipment and technologies* (Volume 200, pp. 940–947). Springer, Warsaw. DOI: 10.1007/978-3-030-69421-0\_104
19. Richardson, T., & John, R. (2023). *Mental Images: A Cognitive Approach*. Taylor & Francis, UK. DOI: 10.1080/14640749108400972b
20. Thompson, J. (2021). *Books in the Digital Age: The Transformation of Academic and Higher Education Publishing in Britain and the United States*. UK. DOI: 9780-74568-326-3



# APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY IN THE PROCESS OF IMPROVING THE QUALIFICATION AND ENHANCEMENT OF SELF-EDUCATIONAL ACTIVITIES OF MATHEMATICS TEACHERS

**D.I. Prokhorov (Minsk, Belarus)**

**N.V. Brovka (Minsk, Belarus)**

## **Abstract**

*Statement of the problem.* The innovative multi-vector process of digital transformation of the system of further pedagogical education poses questions to the scientific community related to the development, implementation, and methodological support of the use of web-oriented resources for advanced training and activation of self-educational activities of mathematics teachers. The article presents the authors' view on the solution of this problem.

*The purpose of the article* is to determine the directions for resolving the discrepancy between the potentially effective didactic capabilities of modern web-oriented resources as a means of organizing advanced training and activation of self-educational activities of mathematics teachers and the lack of a theoretically sound, internally holistic and logically consistent didactic system for implementing these capabilities in the practice of further training of teachers.

*Methodology and research methods:* study of philosophical, psychological, pedagogical and methodological literature, historical and genetic approach to identifying the genesis and determining the stages of development of the process of improving the qualifications of mathematics teachers, comparative analysis of educational mathematical applets, questionnaires.

*Research results.* The article presents a description of the didactic system for improving the qualifications and activating the self-educational activities of mathematics teachers. Definitions are given for the concepts of 'mobile educational mathematical applet' and 'web-oriented learning resource'. The article shows the results of a comparative analysis of mobile applets containing reference information that allow processing mathematical data, solving mathematical problems, and help students to test their knowledge. A chronological line of development of Artificial Intelligence as a direction in science is constructed. The algorithm for working with GPT chat with text and graphic information and performing mathematical calculations is presented and analyzed. A substantive and functional description of the authors' web-oriented resource is given. It is intended to support the training of mathematics teachers during advanced training on the topic "Didactic design in teaching mathematics in general secondary education institutions" and to activate their self-educational activities. It includes a glossary, a feedback form (forum and telegram bot), educational materials (structured in a spiral structure of four turns), examples of fragments of didactic scenarios, a collection of ready-made educational mathematical applets and methodological instructions for their use, fragments of video lessons, materials for current and final certification (differentiated by three levels of complexity).

*Conclusion.* At the moment, psychological, pedagogical and moral-ethical problems related to the interaction of teaching staff and, especially, students of general secondary education institutions with neural networks have not yet been fully resolved. In this context, we consider it promising to introduce the developed didactic system aimed at increasing the level of professional competencies of mathematics teachers (including the field of digital technologies), into the system of further pedagogical education.

**Keywords:** *Artificial Intelligence, web-oriented resource, GPT chat, didactic system, mathematics teaching methods, advanced training, self-educational activities, mathematics teachers.*

---

**Prokhorov, Dmitry I.** – PhD (Pedagogy), Associate Professor, Minsk City Institute for Education Development (Minsk, Belarus); e-mail: prohorov@minsk.edu.by

**Brovka, Natalia V.** – DSc (Pedagogy), PhD (Physics and Mathematics), Professor, Belarusian State University (Minsk, Belarus); e-mail: n\_br@mail.ru

---

## **References**

1. Ablameiko, S.V., Zhuravkov, M.A., Brovka, N.V., & Ablameiko, M.S. (2023). Teaching and using artificial intelligence in higher education. *Vysheishaia shkola* [Higher School], 3, 9–14.

2. Brovka, N.V. (2009). *Integratsiya teorii i praktiki obucheniya matematike kak sredstvo povysheniya kachestva podgotovki studentov* [Integration of Theory and Practice of Teaching Mathematics as a Means of Improving the Quality of Student Training]. Minsk.
3. Wolfra, S. (2024). *Kak ustroen ChatGPT? Polnoe pogruzhenie v printsipy raboty i spektr vozmozhnostey samoy izvestnoy neyroseti v mire* [How ChatGPT Works? Full Immersion in the Operating Principles and Range of Capabilities of the World's Most Famous Neural Network]. Moscow.
4. Ilyin, M.V. (2002). *Proektirovanie soderzhaniya professionalnogo obrazovaniya: teoriya i praktika* [Designing the Contents of Professional Education: Theory and Practice]. Minsk.
5. Ilyina, N.F., Ilyin, A.S., Khokhlova, Ye. E. (2020). Post-course support for a teacher's professional activity as a condition for the development of his professional competencies. *Nauchnoe obespechenie sistemy povysheniya kvalifikatsii kadrov* [Scientific Support for the Personnel Advanced Training System], 2, 24–32.
6. Klarin, M.V. (1995). *Innovatsii v mirovoy pedagogike: obuchenie s ispolzovaniem issledovaniya, igr, diskussii. Analiz zarubezhnogo opyta* [Innovations in World Pedagogy: Teaching Using Research, Games, and Discussion. Analysis of Foreign Experience]. Riga.
7. Patarakin, E.D., & Yarmakhov, B.B. (2021). Growing data for school virtual laboratories. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Informatizatsiya obrazovaniya* [Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization of Education], 18, 347–359. DOI: 10.34612/pres.2021.4.18
8. Poznyak, A.V. (2022). *Kontseptualnye osnovy i nauchno-metodicheskoe soprovozhdenie formirovaniya u budushchikh pedagogov kompetentsiy dlya ustoychivogo professionalnogo samoopredeleniya* [Conceptual Foundations and Scientific and Methodological Support for the Formation of Competencies for Sustainable Professional Self-Determination in Future Teachers]. Minsk.
9. Prokhorov, D.I. (2021). History and prospects of development of the system of advanced training of teaching staff. In: *Zbornik navukovykh prats Akademii posliadyplomnai adukatsyi* [Collection of scientific works of the Academy of Postgraduate Education], 19, 345–359.
10. Prokhorov, D.I. (2024). Basic provisions of the didactic system for advanced training and activation of self-educational activities of mathematics teachers. *Continuum. Matematika. Informatika. Obrazovanie* [Continuum. Mathematics, Computer Science. Education], 4 (36), 29–46. DOI: 10.24888/2500-1957
11. Firsov, M.V., Filatova, O.N., & Gushchin, A.V. (2020). Advancing learning of future skills through the development of computer simulators and digital assistants with artificial intelligence. *Izvestiya Baltyskoy gosudarstvennoy akademii rybopromyslovogo flota* [Bulletin of the Baltic State Academy of the Fishing Fleet], 3 (53), 11–16.
12. Holmes, W., Byalik, M., & Feidel, Ch. (2022). *Iskusstvennyy intellekt v obrazovanii : perspektivy i problemy dlya prepodavaniya i obucheniya* [Artificial Intelligence in Education: Prospects and Challenges for Teaching and Learning]. Moscow.
13. Shkerina, L.V., Shashkina, M.B., & Tabinova, O.A. (2022). Identifying and overcoming subject deficits of students – future mathematics teachers. *Perspektivy nauki i obrazovaniya* [Prospects of Science and Education], 4 (58), 173–192. DOI: 10.32744/pse.2022.4.11
14. Yurchenkov, V., & Kurganovym, D. (2022). What is Artificial Intelligence and where do we meet it today? *EduTech*, 4 (49), 5–11.
15. Downes, S. (2024). Bantin's Speech: Learning Objects. *International Journal of Educational Technologies and Distance Learning*, 1 (11), 3–14. DOI: 10.2472/ijetdl-2024-0001
16. Kotter, J. (2005). *Accelerating change: How to Give Your Organization the Strategic Agility to Succeed in a Fast-Changing World*. Harvard Business Review Press, London URL: <https://www.perlego.com/book/837130/accelerate-building-strategic-agility-for-a-fastermoving-world-pdf> (access date: 27.01.2025).

17. Krol, E. (2022). The whole Internet: User's Guide & Catalog. Sebastopol (Calif.). URL: <https://www.jstor.org/stable/41308820> (access date: 27.01.2025).
18. Markova, S.M., Tsyplakova, S.A., Seduh, E.P., Filatova, O.N., & Khizhnyi, A.V. (2021, January 1 – December 31). University modernization in the conditions of industrialization of production and intelligent machines. In: Current problems and ways of industry development: equipment and technologies (Volume 200, pp. 940–947). Springer, Warsaw. DOI: 10.1007/978-3-030-69421-0\_104
19. Richardson, T., & John, R. (2023). Mental Images: A Cognitive Approach. Taylor & Francis, UK. DOI: 10.1080/14640749108400972b
20. Thompson, J. (2021). Books in the Digital Age: The Transformation of Academic and Higher Education Publishing in Britain and the United States. UK. DOI: 9780-74568-326-3