

ПСИХОЛОГИЯ ОБРАЗОВАНИЯ EDUCATIONAL PSYCHOLOGY

Научная статья | Original paper

Проектирование цифровой образовательной системы индивидуальной работы над математическими ошибками младших школьников

Е.И. Исаев, А.А. Марголис, М.А. Сафонова , В.Л. Соколов

Московский государственный психолого-педагогический университет,

Москва, Российская Федерация

 maria.safronova@mgu.ru

Резюме

Контекст и актуальность. В настоящее время активно обсуждаются и исследуются возможности и ограничения использования цифровых технологий, в том числе искусственного интеллекта, в образовании. Одним из важных направлений исследований в данной области выступает разработка цифровых средств индивидуализации (персонализации) образовательного процесса в школе. **Цель.** Обосновать и разработать цифровую образовательную систему индивидуальной работы над математическими ошибками младших школьников. **Гипотеза.** Использование в учебном процессе цифровой образовательной системы, обеспечивающей младшим школьникам возможность контролировать процесс выполнения математического задания, позволит оперативно выявлять и исправлять возможные допущенные ошибки, повысит качество усвоения предметного материала, будет способствовать развитию интереса к математическому знанию. **Методы и материалы.** С педагогической позиции теоретическую основу разрабатываемой цифровой образовательной системы составляют исследования феномена математических ошибок, выделения их типов, причин появления, методики работы по их устранению. С психологической позиции теоретическую основу проектирования составляют учение Л.С. Выготского о зоне ближайшего развития и концепция Дж. Брунера о скваффолдинге. **Результаты.** Описана концепция проектируемой цифровой образовательной системы «Умная тетрадь». Этот инструмент будет способен провести анализ процесса решения обучающимся математического задания, обнаружить допущенные ошибки, соотнести их с базой ошибок, выявить причины ошибок, подобрать для конкретного обучающегося подсказки и вспомогательные задания, позволяющие устранить причины допущенной ошибки. Умная тетрадь будет учитывать возможности ученика, предлагая ему задания в зоне ближайшего развития. Помогать ученику будет сверстник — вирту-

альный ассистент — по запланированному сценарию с вариантами помощи. **Выводы.** Цифровая образовательная система может быть использована в педагогическом образовании при подготовке учителя начальных классов к работе над предметными математическими ошибками.

Ключевые слова: индивидуализация обучения, зона ближайшего развития, цифровая образовательная система, умная тетрадь, младшие школьники

Финансирование. Публикация подготовлена по проекту Программы развития МГППУ «Умная тетрадь: обучающая интеллектуальная система для работы над ошибками младших школьников» в рамках реализации Программы «Приоритет-2030».

Для цитирования: Исаев, Е.И., Марголис, А.А., Сафонова, М.А., Соколов, В.Л. (2025). Проектирование цифровой образовательной системы индивидуальной работы над математическими ошибками младших школьников. *Психологическая наука и образование*, 30(6), 5–20.
<https://doi.org/10.17759/pse.2025300601>

Digital educational system design for individual work on mathematical errors of primary school students

E.I. Isaev, A.A. Margolis, M.A. Safronova ✉, V.L. Sokolov

Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russian Federation
✉ maria.safronova@mgppu.ru

Abstract

Context and relevance. Currently, the possibilities and limitations of using digital technologies, including artificial intelligence, in education are being actively discussed and researched. One of the important areas of research in this field is the development of digital tools for individualization (personalization) of the educational process in schools. **Objective.** The goal is to justify and develop a digital educational system for individual work with primary school students on their mathematical errors. **Hypothesis.** The use of a digital educational system in the learning process, which allows primary school students to monitor the process of completing a mathematical task, will allow for the prompt identification and correction of possible errors, improve the quality of subject matter acquisition, and promote the development of interest in mathematical knowledge. **Methods and materials.** The pedagogical foundation of the digital educational system being developed is based on research into the phenomenon of mathematical errors, identifying their types, their causes, and methods for eliminating them. The psychological foundation of the design is based on L.S. Vygotsky's theory of the zone of proximal development and J. Bruner's concept of scaffolding. **Results.** The concept of the proposed digital educational system, "Smart Notebook," is described as follows: it will be able to analyze students' progress in solving math problems, detect errors, compare them with a database of common mistakes, identify its causes, and tailor hints and supporting tasks to each student's needs to eliminate these causes. The Smart Notebook will consider students' abilities

by offering tasks within their zone of proximal development. A peer, a virtual assistant, will aid the student according to a pre-planned scenario, with various support options. **Conclusions.** The digital educational system can be used in pedagogical education to prepare primary school teachers to work on subject-specific mathematical errors.

Keywords: individualization of learning, zone of proximal development, digital educational system, smart notebook, primary school students

Funding. The publication was prepared according to the project of the MSUPE Development Program "Smart Notebook: an Educational Intelligent System for Working on the Errors of Primary School Students" within the framework of the Priority-2030 Program.

For citation: Isaev, E.I., Margolis, A.A., Safronova, M.A., Sokolov, V.L. (2025). Digital educational system design for individual work on mathematical errors of primary school students. *Psychological Science and Education*, 30(6), 5–20. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/pse.2025300601>

Введение

В современной ситуации развития страны возрастает роль математического и естественно-научного образования в обеспечении технологического суверенитета. Однако анализ практики начального общего образования показывает, что значительная часть обучающихся испытывает трудности в освоении предметной области «Математика и информатика», формировании естественно-научной (научной) грамотности (Марголис, 2021). Многие школьники зачастую уже в самом начале обучения теряют интерес к изучению математики и естественных наук (Заседание Совета..., 2025), как следствие, снижается качество образования (Исаев, Марголис, 2023; Работа с детьми..., 2024). Свидетельством важности этой проблемы для государства и планов ее решения стало утверждение Правительством Российской Федерации комплексного плана мероприятий по повышению качества математического и естественно-научного образования до 2030 года (Комплексный план мероприятий..., 2024).

Одним из важных направлений решения проблемы трудностей в освоении математики и снижения мотивации обучающихся является разработка средств индивидуальной работы младших школьников над ошибками. Для учителя начальной школы способность оператив-

но диагностировать трудности в обучении и конкретных обучающихся, выявлять их причины и вести работу по устранению причин трудностей становится важнейшей составляющей профессиональной компетентности (Исаев, Марголис, Сафонова, 2023). Важность индивидуальной работы с математическими ошибками заключается в том, что такая работа позволяет не только исправить допущенные погрешности, но и сформировать у учеников более глубокое понимание изучаемой темы. Систематический анализ ошибок, классификация и разработка стратегий по их устранению могут значительно улучшить качество математического образования.

Однако в условиях традиционной классно-урочной системы с доминированием фронтальных форм проведение учителем индивидуальной работы крайне затруднительно, практически невозможно. Распространенная методика работы учителя с математическими ошибками заключается в повторном обращении обучающегося к изучаемой теме без выявления ее причин.

Подходы к индивидуализации, дифференциации, персонализации образовательного процесса предлагаются на протяжении длительного периода психологических и педагогических исследований в России и за рубежом (Сиротюк, 2004; Bernacki, Greene, Lobeckowski, 2021).

Спектр индивидуальных характеристик, которые предлагаются учитывать при организации обучения, выглядит довольно широким (потребности, интересы, субъектный опыт, стиль учения и др.), как и аспекты организации образовательного процесса, которые необходимо прорабатывать для их учета (темп, последовательность обучения, содержание заданий, методы оценки, поддержки и др.).

Одним из лидирующих направлений индивидуализации (персонализации) является разработка адаптивных технологий обучения, использующих данные о характеристиках обучающегося, включая предшествующие знания, ошибки и стратегии, используемые во время выполнения задания и др., для динамической адаптации учебного материала и форм взаимодействия с обучающимся (Aleven et al., 2017; Martin et al., 2020).

В последние десятилетия перспективы внедрения адаптивного обучения связываются с использованием цифровых технологий обучения, включая искусственный интеллект (Gligore et al., 2023; Tan et al., 2025). Существенно, что адаптивные инструменты демонстрируют особенный потенциал в повышении качества обучения в предметах с формализуемой структурой (математика, базовая естественно-научная грамотность).

Важной и развивающейся областью исследований, которая требует дальнейшего внимания, является использование цифровых систем адаптивного обучения для поддержки «selfregulated learning» (саморегулируемого обучения) (Khalil et al., 2024). «Knowledge tracing» (отслеживание знаний) — использование данных анализа учебных взаимодействий обучающихся (выполнение упражнений, ответы на задания) для оценки их состояния знаний (т.е. неизученных и изученных) (Liu, 2022; Shen et al., 2024).

Одним из наиболее многообещающих направлений научного поиска и прикладных решений является анализ ошибок обучающихся при выполнении заданий с последующим подбором заданий (упражнений, подсказок). За рубежом в массовой практике обучения реализуется уже значительное число таких решений разного типа и масштаба, проводящих диагностику ошибок, генерацию подсказок, подбор персонализированных заданий и упражнений (ALEKS, ASSISTments, DreamBox).

Получившая широкую известность Khan Academy¹ — образовательная платформа, на которой представлены задания, обучающие видео для ролей пользователей — ученик, учитель, родитель, подсказки, которые последовательно по шагам приводят ученика к ответу при ошибке.

В России такие решения также получили распространение в активно развивающемся секторе онлайн-обучения. Одним из наиболее интересных примеров является Яндекс Учебник² — отечественный сервис с занятиями для начальной и средней школы с автоматической проверкой ответов. При неверном решении можно открыть подсказку и решить задание еще раз. Подсказки могут содержать пошаговое пояснение, например, после 3 неверных решений с подсказкой можно перейти дальше или продолжить решать задачу. При решении заданий есть персонаж, который сопровождает текст и «реагирует» на правильное и неправильное решение задачи учеником.

Возможности и ограничения образовательных и технологических решений в данной области находятся в фокусе внимания исследователей (Stephens-Martinez, Fox, 2018; Munshi et al., 2023; Jangra et al., 2025; Zerkouk et al., 2025). Актуальной остается задача разработки таких методологических и технологи-

¹ Образовательная платформа Khan Academy. [б. г]. Khan Academy: Образовательная платформа. URL: <https://www.khanacademy.org/> (дата обращения: 13.11.2025).

² Образовательная платформа Яндекс Учебник. [б. г]. Яндекс Учебник: Образовательная платформа. URL: <https://education.yandex.ru/uchebnik/main> (дата обращения: 13.11.2025).

ческих решений, которые бы позволяли проводить типологизацию ошибок обучающихся и подбирать задания и подсказки таким образом, чтобы устранять причину ошибки.

Целью представленного здесь исследования стали психолого-педагогическое обоснование и разработка цифровой образовательной системы индивидуальной работы над математическими ошибками младших школьников, которая способна вести работу со всеми обучающимися в рамках урока и за его пределами посредством предоставления обратной связи от системы в режиме реального времени в процессе самостоятельного выполнения задания. Замысел состоит в проектировании такой цифровой системы, которая будет основываться на теоретических идеях культурно-исторической психологии и теории деятельности и базироваться на возможности выстраивания для ребенка зоны ближайшего развития при решении математических задач в цифровой среде. Цифровая система будет тем пространством, в котором зона ближайшего развития (ЗБР) будет выстроена посредством подсказок, которые будут соотноситься с типами помощи (скаффолдинг) и пошагово будут сопровождать ребенка в решении задания; виртуальный помощник будет тем сверстником, «более умным сотоварищем», который присутствует в определении Л.С. Выготского.

В основу проектирования цифровой образовательной системы положена следующая **гипотеза**: использование в учебном процессе цифровой образовательной системы, обеспечивающей младшим школьникам возможность контролировать процесс выполнения математического задания, позволит оперативно выявлять и исправлять возможные допущенные ошибки, повысит качество усвоения предметного материала, будет способствовать развитию интереса к математическому знанию и предметному мышлению.

Материалы и методы

С педагогической позиции теоретическую основу разрабатываемой цифровой образовательной системы индивидуальной работы

над математическими ошибками составляют исследования феномена погрешностей, выделения их типов, причин появления, методики работы по их устранению. Исследования математических ошибок имеют давнюю традицию в мировой педагогической, психологической и методической литературе (Санина, Соколов, 2021; Соколов, 2023).

Принципиальное значение для разрабатываемой цифровой системы индивидуальной работы над математическими ошибками имеет включение в нее их типологии, разработанной Р. Эшлоком и другими (Ashlock, 2010; Radatz, 1979; Brown..., 2016; Watson..., 2018; Kakoma..., 2021; Fiori..., 2025), которая представляет собой системный подход к классификации погрешностей, совершаемых учениками при изучении новой темы по математике. Понимание этих ошибок помогает учителю разрабатывать более эффективные стратегии обучения и корректировать методы преподавания. Их анализ является важным этапом в работе учителя, позволяющим выявлять не только систематические погрешности, но и заблуждения обучающихся относительно математических концепций. Этот этап может быть использован для разработки диагностических инструментов, помогающих учителям выявлять пробелы в знаниях младших школьников. Упомянутая выше типология может быть адаптирована для различных уровней обучения и различных областей математики.

При разработке цифровой образовательной системы индивидуальной работы над математическими ошибками в начальном общем образовании были учтены два их типа: концептуальные и процедурные ошибки. Первые — это неправильное понимание обучающимися основных понятий или неправильное применение понятий и правил. Вторые — это погрешности использования математических формул. Основная работа над математическими ошибками в цифровой системе проводится над первым их типом.

С психологической позиции теоретическую основу разрабатываемой цифровой образовательной системы индивидуальной

работы над математическими ошибками составляют учение Л.С. Выготского о зоне ближайшего развития (Выготский, 1991; Марголис, 2020) и концепция Дж. Брунера о скаффолдинге (Марголис, 2020).

В статье И.А. Котляр, М.А. Сафоновой был представлен анализ трех понятий культурно-исторической психологии и культурно-исторической теории деятельности: зона ближайшего развития, обучаемость и скаффолдинг, описывающих реальность детского развития ребенка, взаимодействующего со взрослым. Описаны связи трех понятий и границы их применения для решения задач обучения. Скаффолдинг — это действия взрослого по отношению к ребенку (Wood, 1976), выстраивающего пространство ЗБР ребенка. Обучаемость — возможность для ребенка учить новое, продвигаясь в зоне своего ближайшего развития при помощи взрослого, в построенном им скаффолдинге, при этом обучаемость выступает важной характеристикой актуального развития ребенка (Котляр, Сафонова, 2011).

Авторы понимают сложность переноса процессов общения и взаимодействия в цифровую среду (не весь спектр взаимодействия может быть воспроизведен в цифровой системе). Вместе с тем поскольку «Умная тетрадь» проектируется как инструмент обучения, живое общение ученика и учителя не заменяется работой в ней. Такой инструмент изначально проектируется как способ индивидуальной помощи младшему школьнику в решении математических заданий и овладении им необходимыми арифметическими операциями, как пространство, выстроенное для него и в его зоне ближайшего развития.

Цифровая система «Умная тетрадь» (веб-приложение) позволит решить проблему индивидуализации процесса обучения младших школьников при работе над предметными математическими ошибками. Она даст возможность оперативно контролировать процесс решения задания и проводить в индивидуальном формате развивающее оценивание не только тогда, когда процесс решения завершен, но и тогда, когда он осу-

ществляется, что открывает большие перспективы повышения качества обучения.

Результаты

Пилотный вариант (прототип) цифровой системы «Умная тетрадь» (см. рис. 1), разрабатываемый в МГППУ, построен на предметном содержании темы «Вычитание» курса начальной школы. Арифметические действия традиционно являются одной из основных линий курса «Математика» начального общего образования. Неотъемлемая часть программы по математике — тема «Вычитание» (Об утверждении федерального..., 2021; Об утверждении федеральной..., 2023). В результате изучения данной темы выпускник начальной школы должен научиться выполнять письменно действие вычитания с многозначными числами в пределах миллиона с использованием таблиц сложения, алгоритма письменного вычитания.

Обучение приемам письменных вычислений (в столбик) должно базироваться наочно усвоенных понятиях разрядов чисел и приемах устных вычислений. Переход к письменным вычислениям, в том числе к письменному вычитанию, должен иметь предметную основу, сопровождаться разбором примеров для формирования содержательного обобщения и построением алгоритма выполнения действия с привлечением самих учеников. Если при изучении приема письменного вычитания акцент будет сделан на формировании навыка пошагового исполнения алгоритма без установления адекватной связи его шагов с математической сущностью выполняемых действий, то неизбежно будут возникать в большом количестве ошибки. Другими словами, необходимо обеспечить понимание сущности алгоритма, дающей ключ к его осознанному применению.

Тему «Вычитание» мы разбили на дидактические единицы, соответствующие традиционным подходам к изучению арифметической линии курса математики начального общего образования. Под дидактической единицей мы понимаем часть учебного материала, которая представляет собой целостный по смыслу

Рис. 1. Скриншот прототипа веб-приложения «Умная тетрадь»
Fig. 1. Screenshot of the “Smart Notebook” web app prototype

ловому значению и выполняющий конкретную функцию по реализации поставленных целей в освоении учебного предмета элемент.

При проектировании заданий по каждой дидактической единице мы придерживались общих правил. Задания предъявляются ученику последовательно по нарастающей сложности. Дадим краткую характеристику каждому заданию.

Задание 1 — традиционное задание базового уровня сложности на непосредственное применение осваиваемого приема вычисления. Задание требует от школьника прямого применения правила. Вместе с тем задание 1 является важным для диагностики дефицитов в умениях ученика. В зависимости от совершающейся при выполнении задания ошибки можно сделать предположение о той или иной сложности, связанной с пробелом в усвоении одной из предыдущих тем. В некото-

рых случаях, как правило, когда выполнение приема вычисления состоит из нескольких операций, задание 1 делится на два этапа. Сначала предлагается задание 1.1, в котором ученик должен совершить действие в развернутом виде, показав умение верно выполнять каждую отдельную операцию. Затем предлагается задание 1.2, в котором ученик должен совершить действие в свернутом виде. Оба этапа рассматриваются нами как единое задание 1 базового уровня сложности.

Задание 2 требует от школьника **применения осваиваемого правила в несколько измененной ситуации**. Задание может потребовать от ученика выполнения обратного действия вместо прямого. Например, задание базового уровня «Вычисли $40 - 7$ » может быть преобразовано в задание «Вставь пропущенное число так, чтобы равенство стало верным $40 - \square = 33$ или $\square - 7 = 33$ ».

В задании 2 может быть предложено найти несложную закономерность в ряду решаемых примеров. Мы предполагаем, что спротивившийся с заданием 1 ученик в достаточной мере смог устраниить имеющиеся у него проблемы в умениях. Таким образом, задание 2 является менее значимым с точки зрения выявления дефицитов в умениях школьника. Скорее всего, ошибки в этом задании будут связаны с недостаточно сформированным навыком использования осваиваемого приема вычисления. Если ошибки в задании не будут исправлены, то сначала предлагается подсказка, а затем в одних случаях — правильный ответ к заданию или его решение, а в других — переход к помощи.

Задание 3 требует от ученика проявления обобщения осваиваемого приема вычисления. Это может быть задание, содержащее «сказочные» цифры, задание, для решения которого нужно реконструировать осваиваемый способ действия или заметить более сложную закономерность в ряду решаемых примеров. Если школьник не может решить задание 3 или решает его ошибочно, значит, он не демонстрирует выхода на обобщение. В этом случае ему предлагается сначала подсказка, а затем — правильный ответ к заданию или его решение.

При выполнении заданий ребенок неизбежно будет совершать ошибки. По каждому заданию мы описываем наиболее вероятные виды ошибок. В зависимости от того, какую ошибку совершил ребенок, мы проводим анализ процесса решения — устанавливаем связь между ошибкой и тем проблемом в умениях, который и приводит к совершению ошибки, выявляя таким образом причины возникновения ошибки.

Процесс скраффолдинга при взаимодействии ученика с цифровой системой происходит следующим образом. Если ребенок попадает в прогнозируемую ошибку, то он направляется на отработку этой ошибки в одну из предыдущих тем. Если это первое задание, в котором мы проверяем базовые вычислительные умения, то мы направляем ученика в ту тему, в которой мы обнаруживаем у него

проблему. Если это более сложное задание, то мы даем ему сначала подсказку, а если подсказка не работает, даем верное решение. Именно такая поддержка ученика при взаимодействии с «Умной тетрадью» отличает ее от существующих обучающих цифровых систем.

Основные ошибки обучающихся на материале курса «Математика» начального общего образования на примере темы «Вычитание» рассмотрены нами в статье (Соколов, 2023). «Умная тетрадь» содержит в себе систему подсказок и помощи ученику в зависимости от уровня сложности задания.

Первый вид помощи при выполнении задания 1 базового уровня сложности состоит в том, что после ввода ответов на задание, содержащее, как правило, несколько отдельных примеров, ученик получает обратную связь в виде информации, какие примеры решены верно, а какие — ошибочно. Если есть ошибки, их предлагается исправить. Если была всего одна ошибка, и она исправлена, то мы предполагаем, что ошибка носит случайный характер, и школьник может переходить к выполнению следующих заданий.

Если ошибок было больше, и они исправлены, то помощь заключается в том, что школьнику предлагается повторно выполнить аналогичное задание с целью формирования у него более устойчивого умения действовать с осваиваемым приемом вычисления.

Если ученик не может самостоятельно исправить ошибки в задании, то ему предлагается совершить ошибочно сделанное им действие с опорой на динамическую числовую модель. **Динамическая числовая модель** представляет собой программный функционал, который предъявляет ребенку для данного числа его визуально-объектную модель в виде наглядного изображения количества разрядных единиц, с которой ребенок может взаимодействовать, то есть совершить арифметическое действие с опорой на его предметную основу. Если такого рода подсказка не приводит к исправлению ошибки, предусмотрена помощь в виде развернутого описания правила, на основе которого совершается тот

или иной прием арифметического действия. Правило сопровождается примером, а в большинстве случаев — контрольным заданием, выполнение которого будет подтверждать понимание школьником приема вычисления. После этого вида помощи ученику снова предлагаются исправить ошибки в задании, а затем выполнить повторно аналогичное задание.

В тех случаях, когда ученик совершает ошибку, находящуюся в реестре возможных ошибок, он направляется в тему, соответствующую допущенной им ошибке.

Первый вид помощи при выполнении более сложных заданий 2 и 3 аналогичен случаю с заданием 1: ученику дается информация о верных и неверных ответах и предлагается исправить ошибки. Поскольку более сложные задания предлагаются ученику после успешного решения базового задания, мы считаем нецелесообразным использовать помощь в виде предъявления правила. В некоторых случаях при выполнении задания 2 могут быть обнаружены дополнительные пробелы в умениях, не выявленные в задании 1. Тогда ученик направляется в соответствующую пробелу тему. В остальных случаях школьнику предлагается сначала подсказка, а затем — правильный ответ к заданию или его решение.

Описанная нами система поддержки при выполнении заданий «Умной тетради» позволяет, с одной стороны, выполнить ученику те задания, которые ему по силам, с другой стороны, обращает его внимание на допущенные ошибки, обеспечивая их устранение или в некоторых случаях демонстрируя правильное решение. Иными словами, цифровая система обеспечивает обучение школьника в зоне его ближайшего развития.

Рассмотрим возможности цифровой системы «Умная тетрадь» проводить анализ процесса решения задания, выявлять причины возникновения ошибок, подбирать подсказки и дополнительные задания для ликвидации пробелов в умениях на примере прохождения учеником дидактической единицы курса математики второго класса «Приемы вычислений для случаев вида 60 – 24». Для успешного выполнения заданий по данной

теме школьник должен владеть в первую очередь умениями, сформированными при изучении некоторых предыдущих тем: тема 1 «Счет десятками. Вычитание вида 50 – 20»; тема 2 «Вычитание вида 35 – 30, 35 – 5» (на основе представления числа в виде суммы разрядных слагаемых); тема 5 «Приемы вычислений для случаев вида 30 – 7».

Задание 1.1.

Запиши вычисления по образцу:

$$90 - 43 = (90 - 40) - 3 = 50 - 3 = 47:$$

$$70 - 28 = (70 - \square) - \square = \square - \square = \square$$

$$60 - 36 = (60 - \square) - \square = \square - \square = \square$$

Решение:

$$70 - 28 = (70 - 20) - 8 = 50 - 8 = 42$$

$$60 - 36 = (60 - 30) - 6 = 30 - 6 = 24$$

Как видим, верное выполнение приема вычисления состоит из нескольких операций: 1) представить число 28 в виде суммы разрядных слагаемых 20 + 8 (умение, формируемое в теме 2); 2) выполнить вычитание 70 – 20 (тема 1); 3) выполнить вычитание 50 – 8 (тема 5). Выполняя задание 1.1, ученик должен совершить действие в развернутом виде и показать умение верно выполнять каждую из операций.

Рассмотрим возможные ошибки при выполнении задания 1.1. При составлении реестра ошибок мы опирались на типологию математических ошибок Р. Эшлока и на результаты апробации заданий на обучающихся начальной школы.

1) **Концептуальная ошибка** — неумение разложить двузначное число на сумму разрядных слагаемых.

Например, $70 - 28 = (70 - 2) - 8$.

Маркером данной ошибки будут стоящие в записи решения любые числа, кроме верных: 20 и 8. Если после сообщения цифровой системы о неверно выполненной операции ошибка не будет исправлена, ученик будет направлен в тему 2 для ликвидации обнаруженного пробела.

2) **Концептуальная ошибка в вычитании вида 50 – 20.**

Например, $70 - 28 = (70 - 20) - 8 = 68 - 8$.

Маркером данной ошибки будет стоящее в записи решения любое число, кроме вер-

ного: 50. При этом все числа, записанные левее, — верные. Если после сообщения цифровой системы о неверно выполненной операции ошибка не будет исправлена, ученик будет направлен в тему 1 для ликвидации обнаруженного пробела.

3) Концептуальная ошибка. Ошибки в вычитании вида $50 - 8$.

Например, $70 - 28 = (70 - 20) - 8 = 50 - 8 = 30$.

Маркером данной ошибки будет стоящее в записи решения любое число, кроме верного: 42. При этом все числа, записанные левее, — верные. Если после сообщения цифровой системы о неверно выполненной операции ошибка не будет исправлена, ученик будет направлен в тему 5.

Если после отработки всех тем, по которым были выявлены пробелы, ученик по-прежнему не может исправить свои ошибки, ему будет предложено совершить действие с использованием динамической модели числа. Появится изображение числа 70 в виде 7 десятков, из которого в интерактивном режиме ученик должен вычесть 2 десятка и 8 единиц.

Наконец, последним видом помощи будет описание в развернутом виде правила вычитания из одного круглого двузначного числа другого двузначного числа, содержащее также пример и контрольное задание.

После всей проделанной работы над ошибками ученику будет предложено повторное задание 1.1.

Запиши вычисления по образцу:

$$90 - 43 = (90 - 40) - 3 = 50 - 3 = 47$$

$$80 - 42 = (80 - \square) - \square = \square - \square = \square$$

$$50 - 27 = (50 - \square) - \square = \square - \square = \square$$

Задание 1.2.

Вычисли:

$$80 - 47 = \square$$

$$70 - 32 = \square$$

$$60 - 56 = \square$$

$$100 - 24 = \square$$

В задании 1.2 ученик должен совершить действие в свернутом виде.

Рассмотрим возможные ошибки при выполнении задания 1.2.

1) Ошибки в знании таблицы сложения:

Например, $80 - 47 = 34$ или $80 - 47 = 23$.

Мы исходим из того, что наиболее частым проявлением вычислительной ошибки является расхождение введенного ответа с правильным на одну единицу. В данном примере это $10 - 7 = 4$ или $8 - 4 = 3$. В таких случаях мы предполагаем наличие вычислительной ошибки и отправляем ученика в тренажер по отработке состава числа, где ему будет предложено несколько заданий вида: $10 = 8 + \square$, $10 = \square + 3$ (состав числа 10) или $8 = 4 + \square$, $8 = \square + 2$ (состав числа 8).

2) Процедурная ошибка: $80 - 47 = 47$.

Ребенок считает: $80 - 47 = 80 - 40 + 7 = 47$.

Ученик делает ошибку в применении приема вычитания из одного круглого двузначного числа другого двузначного числа: вместо вычитания числа 7 прибавляет его. Эта ошибка связана с текущей дидактической единицей, ученику будет предложено исправить ее с помощью динамической модели числа.

Если выполненное задание 1.2 содержит ошибки, то после их исправления ученику будет предложено повторное задание 1.2.

Вычисли:

$$70 - 36 = \square$$

$$60 - 43 = \square$$

$$80 - 74 = \square$$

$$100 - 52 = \square$$

Задание 2.

Догадайся, по какому правилу составлена таблица 1.

Используя это правило, заполни пустые клетки числами.

Таблица 1 / Table 1

Задание для ученика

Assignment for the student

Уменьшаемое / Minuend	90	80	70		50		
Вычитаемое / Subtrahend	68	57	46	35			
Разность / Difference				25	26		

Ответ (табл. 2):

Таблица 2 / Table 2

Ответ

Answer

Уменьшаемое / Minuend	90	80	70	60	50	40	30
Вычитаемое / Subtrahend	68	57	46	35	24	13	2
Разность / Difference	22	23	24	25	26	27	28

Данное задание требует от ученика выполнить не только прямое действие, но и обратное: найти уменьшаемое, найти вычитаемое, а также установить несложную закономерность в ряду предложенных примеров. В данном случае каждое следующее уменьшаемое уменьшается на 10, а вычитаемое — на 11, что приводит к увеличению разности на единицу.

Возможные ошибки при выполнении задания 2.

1) Ошибки в знании таблицы сложения:

Например, $90 - 68 = 23$ (ребенок считает: $10 - 8 = 3$) или $90 - 68 = 12$ (ребенок считает: $90 - 60 = 20$).

Ученик будет отправлен в тренажер по отработке состава числа 10 или 9.

2) Все остальные возможные ошибки отработаны в заданиях 1.1 и 1.2. Если все же в первых пяти столбцах будут присутствовать неисправленные ошибки, ученику будет предложена работа с динамической моделью числа и предъявлено правило вычитания из одного круглого двузначного числа другого двузначного числа.

3) При наличии неисправленных ошибок в двух последних столбцах ученику предъявляется сначала подсказка, затем верное решение.

Подсказка: «Обрати внимание, как изменяется уменьшаемое, и как изменяется вычитаемое».

Задание 3.

На рисунке 3 изображен фрагмент идущих подряд сказочных цифр:



Рис. 2. «Сказочные» цифры
Fig. 2. Fairy-tale numbers

Вычисли:

$$\psi 0 - 26 = \square$$

$$\omega 0 - \gamma 3 = \square$$

$$\phi 0 - \omega 4 = \square$$

Решение:

$$\psi 0 - 26 = \beta 4$$

$$\omega 0 - \gamma 3 = 7$$

$$\phi 0 - \omega 4 = 16$$

«Сказочные» цифры — прием, часто встречающийся в учебниках математики по системе Д.Б. Эльконина — В.В. Давыдова (Александрова, 2023; Давыдов, 1996). Он позволяет оценить, смог ли ученик освоить тот или иной способ действия на уровне содержательного обобщения. Задания такого вида, безусловно, являются заданиями повышенного уровня сложности. Решение заданий со «сказочными» цифрами позволяет ученику выйти на более высокую образовательную траекторию, так как дает возможность обнаружить закономерности, скрытые при совершении арифметических действий с обычными цифрами. В данной теме таким обобщением является факт, что количество десятков разности всегда будет на $n + 1$ меньше, чем количество десятков уменьшаемого, где n — количество десятков вычитаемого. Если школьник дает ошибочный ответ, ему предлагается подсказка, а затем — верное решение.

Подсказка:

$$\psi 0 - 26 = \psi 0 - 20 - 6 = \gamma 0 - 6 = \dots$$

Цифра ψ на 2 больше цифры γ , поэтому ψ десятков минус 2 десятка будет γ десятков.

Продолжи решение самостоятельно».

Обсуждение результатов

Нами была описана концепция проектируемой цифровой образовательной системы «Умная тетрадь». Можно сделать вывод,

что она будет способна провести анализ процесса решения обучающимся математического задания, обнаружить допущенные ошибки, соотнести их с базой ошибок, выявить причины ошибок, подобрать для конкретного обучающегося подсказки и вспомогательные задания, позволяющие устранить причины допущенной ошибки.

Умная тетрадь будет учитывать возможности ученика, предлагая ему задания в зоне ближайшего развития. Помогать ученику будет сверстник — виртуальный ассистент — по запланированному сценарию с вариантами помощи. Если ребенок будет испытывать постоянные трудности при выполнении сложных заданий, то в дальнейшем такие задания либо не будут предлагаться, либо будут предлагаться на основе его собственного выбора.

Заключение

1. Цифровая образовательная система «Умная тетрадь», разрабатываемая в виде веб-приложения, является решением в области адаптивного обучения, направленным на обеспечение индивидуализации обучения младших школьников математике. Теоретическими основами системы выступают типология математических ошибок Р. Эшлока, понятие зоны ближайшего развития Л.С. Выготского, концепция скафандрина Дж. Брунера.

2. Система анализирует процесс решения задач, выявляет ошибки и предоставляет ученикам помочь через интерактивного виртуального помощника. Виртуальный помощник предлагает подсказки ученику при решении задачи. Для учителей система предоставляет подробную статистику по каждому ученику, включая типы ошибок и прогресс, что позволяет выстраивать индивидуальную траекторию обучения и реализовывать дифференцированный подход при работе в группах.

Список источников / References

1. Александрова, Э.И. (2023). Математика. Учебник для 1 класса в 2-х кн. М.: Просвещение-Союз.
Aleksandrova, E.I. (2023). Mathematics. Textbook for grade 1 in 2 books. Moscow: Prosveshchenie-Soyuz. (In Russ.).
2. Выготский, Л.С. (1991). Педагогическая психология. М.: Педагогика.
Vygotsky, L.S. (1991). Pedagogical Psychology. Moscow: Pedagogy. (In Russ.).
3. Давыдов, В.В. (1996). Теория развивающего обучения. М.: Интор.

3. «Умная тетрадь» может быть использована в учебном процессе как помощник (ассистент) учителя, в том числе в процессе самостоятельного выполнения заданий по математике младшими школьниками. Она будет способствовать реализации дифференцированного подхода в обучении, позволяя учителю оперативно адаптировать учебный процесс под индивидуальные особенности решения математической задачи младшим школьником как во время урока, включая деление обучающихся по уровням на группы, так и при самостоятельной работе.

4. Такая цифровая образовательная система может быть использована в педагогическом образовании при подготовке учителя начальных классов к работе над предметными математическими ошибками.

Ограничения. Ограничения методологических, методических и технологических аспектов цифровой системы — веб-приложения «Умная тетрадь» — будут определены по результатам текущего pilotажного исследования в начальной школе. В частности, будут выявлены возможности определения наиболее актуальных тем для расширения банков задач, оптимизации функционала системы и типов оказываемой помощи со стороны виртуального помощника.

Limitations. The limitations of the methodological, teaching, and technological aspects of the digital system — the “Smart Notebook” web application — will be determined based on the results of the ongoing pilot study in primary schools. Specifically, opportunities will be identified for identifying the most relevant topics for expanding the task banks, optimizing the system’s functionality, and the types of assistance provided by the virtual assistant.

- Davydov, V.V. (1996). Theory of developmental learning. Moscow: Intor. (In Russ.).
4. Заседание Совета при Президенте по науке и образованию от 06 февраля 2025 г. (2025). M. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/76222> (дата обращения: 17.09.2025). Meeting of the Presidential Council for Science and Education on February 6, 2025 (2025). Moscow. (In Russ.). URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/76222> (viewed:17.09.2025).
5. Isaev, E.I., Margolis, A.A. (2023). Трудности в обучении: диагностика, профилактика, преодоление. *Психологическая наука и образование*, 28(5), 7–20. <https://doi.org/10.17759/pse.2023280501>
- Isaev, E.I., Margolis, A.A. (2023). Difficulties in Learning: Diagnostics, Prevention, and Overcoming. *Psychological Science and Education*, 28(5), 7–20. <https://doi.org/10.17759/pse.2023280501>
6. Isaev, E.I., Margolis, A.A., Safronova, M.A. (2023). Психологический анализ компетентности учителя начальной школы в работе над предметными ошибками обучающихся. *Психологическая наука и образование*, 28(1), 5–24. <https://doi.org/10.17759/pse.2023000002>
- Isaev, E.I., Margolis, A.A., Safronova, M.A. (2023). Psychological Analysis of the Competence of a Primary School Teacher in Working on Students' Subject Mistakes. *Psychological Science and Education*, 28(1), 5–24. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/pse.2023000002>
7. Комплексный план мероприятий по повышению качества математического и естественно-научного образования до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2024 года № 3333-р. (2024). M. URL: <http://government.ru/docs/53427> (дата обращения: 06.11.2025). Comprehensive action plan to improve the quality of mathematics and natural science education until 2030: Order of the Government of the Russian Federation of November 19, 2024 No. 3333-r. (2024). Moscow. (In Russ.). URL: <http://government.ru/docs/53427> (viewed: 06.11.2025).
8. Котляр, И.А., Сафонова, М.А. (2011). Три понятия о реальности детского развития: обучаемость, зона ближайшего развития и скаффолдинг. *Культурно-историческая психология*, 7(2), 74–83. URL: https://psyjournals.ru/journals/chp/archive/2011_n2/44482 (дата обращения: 17.09.2025). Kotliar, I.A., Safronova, M.A. (2011). Three Concepts Reflecting the Reality of Child Development: Ability to learn, Zone of Proximal
- Development and Scaffolding. *Cultural-Historical Psychology*, 7(2), 74–83. (In Russ.). URL: https://psyjournals.ru/en/journals/chp/archive/2011_n2/44482 (viewed: 18.09.2025).
9. Марголис, А.А. (2020). Зона ближайшего развития (ЗБР) и организация учебной деятельности учащихся. *Психологическая наука и образование*, 25(4), 6–27. <https://doi.org/10.17759/pse.2020250402>
- Margolis, A.A. (2020). Zone of Proximal Development (ZPD) and Organization of Students Learning Activity. *Psychological Science and Education*, 25(4), 6–27. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/pse.2020250402>
10. Марголис, А.А. (2020). Зона ближайшего развития, скаффолдинг и деятельность учителя. *Культурно-историческая психология*, 16(3), 15–26. <https://doi.org/10.17759/chp.2020160303>
- Margolis, A.A. (2020). Zone of Proximal Development, Scaffolding and Teaching Practice. *Cultural-Historical Psychology*, 16(3), 15–26. <https://doi.org/10.17759/chp.2020160303>
11. Марголис, А.А. (2021). Новая научная грамотность: проблемы и трудности формирования. *Психологическая наука и образование*, 26(6), 5–24. <https://doi.org/10.17759/pse.2021260601>
- Margolis, A.A. (2021). New Science Literacy: Problems and Difficulties of Formation. *Psychological Science and Education*, 26(6), 5–24. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/pse.2021260601>
12. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования: приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 286. (2021). M. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400807193/> (дата обращения: 17.09.2025). On approval of the federal state educational standard for primary general education: Order of the Ministry of Education of the Russian Federation of May 31, 2021 no. 286. (2021). Moscow. (In Russ.). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400807193/> (viewed: 18.09.2025).
13. Обутверждениифедеральнойобразовательной программы начального общего образования: приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 372. (2023). M. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307130044> (дата обращения: 17.09.2025). On approval of the federal educational program for primary general education: Order of the Ministry of Education of the Russian Federation

- dated May 18, 2023 No. 372. (2023). Moscow. (In Russ.). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307130044> (viewed: 18.09.2025).
14. Работа с детьми младшего школьного возраста, испытывающими трудности при изучении учебных предметов: методическое пособие для учителя начальной школы. (2024). Н.Ф. Виноградова, М.И. Кузнецова, О.А. Рыдзе / под ред. Н.Ф. Виноградовой. 2-е издание, перераб. и доп. М.: ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения». Working with Primary School-Age Children Who Have Difficulties in Learning Subjects: A Methodological Handbook for Primary School Teachers. (2024). N.F. Vinogradova, M.I. Kuznetsova, O.A. Rydze / edited by N.F. Vinogradova. 2nd edition, revised and enlarged. M.: Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Content and Methods of Teaching". (In Russ.).
15. Санина, С.П., Соколов, В.Л. (2021). Подходы к типологии основных ошибок младших школьников при освоении математических понятий. *Современная зарубежная психология*, 10(4), 138–146. <https://doi.org/10.17759/jmpf.2021100413>
- Sanina, S.P., Sokolov, V.L. (2021). Approaches to the typology of the common mistakes of younger schoolchildren in the development of mathematical concepts. *Journal of Modern Foreign Psychology*, 10(4), 138–146. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/jmpf.2021100413>
16. Сиротюк, А.Л. (2004). Дифференцированное обучение младших школьников с учетом индивидуально-психологических особенностей: Дис. ... д-ра психол. наук. М. Sirotyuk, A.L. (2004). Differentiated teaching of primary school students taking into account individual psychological characteristics: Diss. Dr. Sci. (Psychol.). Moscow. (In Russ.).
17. Соколов, В.Л. (2023). Психолого-педагогические приемы работы над ошибками младших школьников при освоении математических понятий. *Вестник практической психологии образования*, 20(1), 46–60. <https://doi.org/10.17759/bppe.2023200105>
- Sokolov, V.L. (2023). Psychological and Pedagogical Methods of Working on the Mistakes of Younger Schoolchildren in the Development of Mathematical Concepts. *Bulletin of Practical Psychology of Education*, 20(1), 46–60. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/bppe.2023200105>
18. Яндекс Учебник. URL: <https://education.yandex.ru/uchebnik/main> (дата обращения: 17.09.2025). Yandex Textbook. URL: <https://education.yandex.ru/uchebnik/main> (viewed: 17.09.2025).
19. Aleven, V., McLaughlin, E.A., Glenn, R.A., Koedinger, K.R. (2017). Instruction based on adaptive learning technologies. In R.E. Mayer, P. Alexander (Eds.), *Handbook of Research on Learning and Instruction* (2nd ed., pp. 522–560).
20. Ashlock, R.B. (2010). Error patterns in computation (10th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
21. Bernacki, M.L., Greene, M.J., Lobczowski, N.G. (2021). A Systematic Review of Research on Personalized Learning: Personalized by Whom, to What, How, and for What Purpose(s)? *Educational Psychology Review*, 33, 1675–1715.
22. Brown, J., Skow, K. Mathematics: Identifying and Addressing Student Errors. [Nashville, TN]: Iris center, 2016. 34 p. URL: https://iris.peabody.vanderbilt.edu/wp-content/uploads/pdf_case_studies/ics_matherr.pdf (viewed: 17.09.2025).
23. Fiori, C., Zuccheri, L. (2025). An experimental research on error patterns in written subtraction. *Educational Studies in Mathematics*, 60, 323–331. DOI:10.1007/s10649-005-7530-6
24. Gligorean, I., Cioca, M., Oancea, R., Gorski, A.T., Gorski, H., Tudorache, P. (2023). Adaptive Learning Using Artificial Intelligence in e-Learning: A Literature Review. *Education Sciences*.
25. Jangra, A., Mozafari, J., Jatowt, A., Muresan, S. (2025). Navigating the landscape of hint generation research: From the past to the future. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 13, 505–528. https://doi.org/10.1162/tacl_a_00751
26. Kakoma, L., Themane, K.M. (2021). Misconceptions and associated errors in the learning of mathematics place value in south african primary schools: a literature review, Preprints, 24 p. DOI:10.20944/preprints202105.0456.v1
27. Khan Academy. URL: <https://www.khanacademy.org/> (viewed: 17.09.2025).
28. Khalil, M., Wong, J., Wasson, B., Paas, F. (2024). Adaptive support for self-regulated learning in digital learning environments. *British Journal of Educational Technology*, 55(4), 1281–1289. <https://doi.org/10.1111/bjet.13479>
29. Liu, T. (2022). Knowledge tracing: A bibliometric analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, Article 100090. <https://doi.org/10.1016/j.caeari.2022.100090>
30. Martin, F., Chen, Y., Moore, R.L., Westine, C. (2020). Systematic review of adaptive learning research designs, context, strategies, and technologies from 2009 to 2018. *Educational Technology Research & Development*, 68(4), 1903–1929. DOI:10.1007/s11423-020-09793-2
31. Munshi, A., Biswas, G., Baker, R., Ocumpaugh, J., Hutt, S., Paquette, L. (2023). Analysing adaptive scaffolds that help students develop self-regulated

- learning behaviours. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(2), 351–368. <https://doi.org/10.1111/jcal.12761>
32. Radatz, H. (1979). Error analysis in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 10(3), 163–172. <https://doi.org/10.5951/jresematheduc.10.3.0163>
33. Shen S. et al. (2024). A Survey of Knowledge Tracing: Models, Variants, and Applications. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1858–1879. DOI:10.1109/TLT.2024.3383325
34. Stephens-Martinez, K., Fox, A. (2018). Giving hints is complicated: Understanding the challenges of an automated hint system based on frequent wrong answers. In Proceedings of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (pp. 45–50). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3197091.3197102>
35. Tan, L.Y., Hu, S., Yeo, D.J., Cheong, K.H. (2025). Artificial Intelligence-Enabled Adaptive Learning Platforms: A Review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*.
36. Watson, S.M.R., Lopes, J., Oliveira, C., Judge, S. (2018). Error patterns in Portuguese students' addition and subtraction calculation tasks: Implications for teaching. *Journal for Multicultural Education*, 12(1), 67–82. <https://doi.org/10.1108/JME-01-2017-0002>
37. Wood, D., Bruner, J., Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89–100.
38. Zerkouk, M., Mihoubi, M., Chikhaoui, B. (2025). A comprehensive review of AI-based intelligent tutoring systems: Applications and challenges. *arXiv* preprint arXiv:2507.18882. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.18882>

Информация об авторах

Евгений Иванович Исаев, доктор психологических наук, профессор, профессор кафедры «Педагогическая психология имени профессора В.А. Гуружапова», факультет «Психология образования», Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4652-5780>, e-mail: isaevei@mgppu.ru

Аркадий Аронович Марголис, кандидат психологических наук, доцент, ректор, профессор кафедры «Педагогическая психология имени профессора В.А. Гуружапова», факультет «Психология образования», Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9832-0122>, e-mail: margolisaa@mgppu.ru

Мария Александровна Сафонова, кандидат психологических наук, декан факультета «Психология образования», Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3597-6375>, e-mail: maria.safronova@mgppu.ru

Владимир Леонидович Соколов, кандидат психологических наук, доцент кафедры «Педагогическая психология имени профессора В.А. Гуружапова», факультет «Психология образования», Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6180-7567>, e-mail: sokolovvl@mgppu.ru

Information about the authors

Evgeny I. Isaev, Grand PhD in Psychology, Professor, Professor of the Chair of Pedagogical Psychology named after Professor V.A. Guruzhapov, Department of Psychology of Education, Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4652-5780>, e-mail: isaevei@mgppu.ru

Arkadiy A. Margolis, PhD in Psychology, Associate Professor, Rector, Professor of the Chair of Pedagogical Psychology named after Professor V.A. Guruzhapov, Department of Psychology of Education, Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9832-0122>, e-mail: margolisaa@mgppu.ru

Maria A. Safronova, PhD in Psychology, Dean of the Department of Psychology of Education, Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3597-6375>, e-mail: maria.safronova@mgppu.ru

Vladimir L. Sokolov, PhD in Psychology, Associate Professor of the Chair of Pedagogical Psychology named after Professor V.A. Guruzhapov, Department of Psychology of Education, Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6180-7567>, e-mail: sokolovl@mgppu.ru

Вклад авторов

Исаев Е.И. — аннотирование; анализ литературы; написание рукописи.

Марголис А.А. — идеи исследования; анализ литературы; написание рукописи.

Сафонова М.А. — анализ литературы; анализ цифровых систем; написание и оформление рукописи.

Соколов В.Л. — анализ литературы; написание рукописи; описание модели.

Все авторы приняли участие в обсуждении результатов и согласовали окончательный текст рукописи.

Contribution of the authors

Evgeny I. Isaev — annotation; literature review; manuscript writing.

Arkadiy A. Margolis — ideas; literature review; manuscript writing.

Maria A. Safronova — literature review; digital systems analysis; writing and design of the manuscript.

Vladimir L. Sokolov — literature review; manuscript writing; model description.

All authors participated in the discussion of the results and approved the final text of the manuscript.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 20.09.2025

Received 2025.09.20

Поступила после рецензирования 10.11.2025

Revised 2025.11.10

Принята к публикации 08.12.2025

Accepted 2025.12.08

Опубликована 24.12.2025

Published 2025.12.24