

https://doi.org/10.51885/3134-8025_IICS_2026_1_12

MPNТИ 50.41.29

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ НАВЫКОВ ЦИФРОВОГО ПИСЬМА У ДОШКОЛЬНИКОВ

МЕКТЕП ЖАСЫНА ДЕЙІНГІ БАЛАЛАРДЫҢ ЦИФРЛЫҚ ЖАЗУ ДАҒДЫЛАРЫН БАҚЫЛАУ МЕН БАҒАЛАУДЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІ

AUTOMATED SYSTEM FOR MONITORING AND EVALUATING DIGITAL WRITING SKILLS IN PRESCHOOLERS

А.В. Шапорева ^{1*}, О.Л. Копнова ¹, К.Е. Икласова ¹, А.М. Айтымова ¹

¹НАО «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева», г. Петропавловск, Казахстан

*Автор-корреспондент: Шапорева Анна Васильевна, e-mail: annvolkova@mail.ru

Ключевые слова:

цифровое письмо,
графомоторные навыки,
дошкольное образование,
автоматизированная
система, анализ
траекторий, мониторинг,
оценка навыков,
адаптивное обучение.

АННОТАЦИЯ

В работе представлена автоматизированная система мониторинга и оценки навыков цифрового письма у дошкольников, интегрирующая методы педагогики, анализа графомоторных траекторий и современных цифровых технологий. Система фиксирует параметры, отражающие качество и динамику письма, включая точность начертания, время выполнения, силу нажатия и устойчивость линий. Реализован алгоритм, позволяющий сравнивать пользовательский ввод с эталонным образцом с учетом типа инструмента (стилус или палец). Разработан функционал формирования отчетов для педагогов и родителей, включающий количественные и качественные показатели, графики прогресса и рекомендации по коррекции. Проведенная апробация показала, что использование системы способствует более точной диагностике навыков письма, своевременному выявлению трудностей и подбору индивидуальных заданий. Внедрение инструмента в практику дошкольного образования обеспечивает персонализацию обучения и формирование цифровой среды для диагностики и коррекции.

Түйінді сөздер:

сандық жазу,
графомоторлық
дағдылар, мектепке
дейінгі білім беру,
автоматтандырылған
жүйе, траекторияларды
талдау, мониторинг,
дағдыларды бағалау,
бейімделген оқыту.

ТҮЙІНДЕМЕ

Жұмыста мектеп жасына дейінгі балалардың цифрлық жазу дағдыларын бақылау мен бағалаудың автоматтандырылған жүйесі, педагогика әдістерін, графомоторлық траекторияларды және заманауи цифрлық технологияларды талдауды біріктіреді. Жүйе жазудың сапасы мен динамикасын көрсететін параметрлерді, соның ішінде сызбаның дәлдігін, орындалу уақытын, басу күшін және сызықтардың тұрақтылығын түсіреді. Құралдың түрін (қалам немесе саусақ) ескере отырып, пайдаланушы енгізуін анықтамалық үлгімен салыстыруға мүмкіндік беретін алгоритм енгізілді. Сандық және сапалық көрсеткіштерді, прогресс кестелерін және түзету



бойынша ұсыныстарды қамтитын педагогтар мен ата-аналар үшін есептерді қалыптастыру функционалы әзірленді. Апробация жүйені қолдану жазу дағдыларын дәлірек диагностикалауға, қиындықтарды уақтылы анықтауға және жеке тапсырмаларды таңдауға ықпал ететіндігін көрсетті. Құралды мектепке дейінгі білім беру практикасына енгізу оқытуды дербестендіруді және диагностика мен түзету үшін цифрлық ортаны қалыптастыруды қамтамасыз етеді.

keywords:

digital writing,
graphomotor skills,
preschool education,
automated system,
trajectory analysis,
monitoring skills
assessment, adaptive
learning.

ABSTRACT

The paper presents an automated system for monitoring and evaluating digital writing skills in preschoolers, integrating methods of pedagogy, graphomotor trajectory analysis, and modern digital technologies. The system records parameters that reflect the quality and dynamics of writing, including spelling accuracy, execution time, pressing force, and line stability. An algorithm has been implemented that allows comparing user input with a reference sample, taking into account the type of instrument (stylus or finger). The functionality of generating reports for teachers and parents has been developed, including quantitative and qualitative indicators, progress charts and recommendations for correction. The conducted testing has shown that the use of the system contributes to a more accurate diagnosis of writing skills, timely identification of difficulties and selection of individual tasks. The introduction of the tool into the practice of preschool education ensures the personalization of learning and the formation of a digital environment for diagnosis and correction.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровое обучение письму и его анализ с использованием таких устройств, как планшет или сотовый телефон, представляет собой перспективное направление, объединяющее педагогику, нейротехнологии, искусственный интеллект и современные цифровые интерфейсы.

Большое внимание в научной литературе уделено оценке развития навыков письма у дошкольников с помощью цифровых устройств. В статье (Rane et al., 2022) рассматривается платформа на базе планшета, разработанная для количественной оценки графомоторных навыков, ориентированная как на скорость движения пера, так и на качество вывода графики. В статье (Dinehart, 2014) представлены исследование развития почерка и мелкой моторики у дошкольников с помощью цифровых устройств и анализ влияния почерка на успехи в учебе.

В статье (Сессасци et al., 2024) обсуждается экспериментальное исследование, в ходе которого тестируется инновационное тактильное устройство, предназначенное для анализа навыков письма и координации движений в режиме реального времени. В статье (Šafárová et al., 2022) обсуждается оригинальный подход к диагностике нарушений письма у детей с помощью объективного анализа рукописного текста в Интернете. В ней представлена «Шкала оценки графомоторных нарушений и нарушений почерка» (GHDRS), которая позволяет детально оценить трудности с письмом у детей. В статье (Корнова et al., 2024) обсуждается оценка навыков письма у дошкольников и учащихся начальной школы с использованием графических планшетов. В статье (Devilleine et al., 2021) представлен анализ навыков письма с помощью графических планшетов, в котором основное внимание уделяется инструменту предварительной диагностики дистрофии.

В (Aitymova et al., 2023) представлена модель управления информационными процессами в информационно-образовательной среде организаций дошкольного образования. Внедрение разработанной модели позволило уменьшить затраты времени на корректировку индивидуальной работы с обучающимися на 30 % за счет автоматизации хранения, обработки и анализа данных о дошкольниках.

В (Iklassova et al., 2024) представлена информационная система оценки качества усвоения компетенций детей дошкольного возраста на основе онтологического подхода. Предложенный в статье метод интеграции данных существенно облегчил процесс анализа данных как по группе, так и по отдельному респонденту.

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что разработка автоматизированной системы мониторинга и оценки навыков цифрового письма у дошкольников при обучении письму с помощью цифровых устройств поможет своевременно подобрать корректирующие задания, что положительно скажется на подготовке к школе.

Цель исследования заключается в обосновании и апробации разработанной автоматизированной системы мониторинга и оценки навыков цифрового письма у дошкольников.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основной функцией автоматизированной системы мониторинга и оценки навыков цифрового письма у дошкольников является контроль прогресса навыков. Это ключевая функция, реализуемая автоматизированной системой, которая помогает педагогам оценить эффективность заданий. АИС реализует систематическую фиксацию взаимодействий ребенка с экраном во время выполнения развивающих заданий и написания букв на планшете. Для каждой попытки автоматически регистрируются следующие параметры: уникальные идентификаторы пользователя (UserID) и сессии (SessionID), метка времени (Timestamp), тип задания (ExerciseType), конкретная цель задания (ExerciseTarget), выбранный персонаж-помощник (CharacterMascot), количество допущенных ошибок (ErrorCount), рассчитанное на основе сопоставления пользовательской траектории с эталонной, а также время выполнения задания (WritingTimeMillis). Дополнительно могут учитываться такие показатели, как средняя сила нажатия на экран (AveragePressure) и количество резких изломов линии (JitterCount), отражающих моторную нестабильность. Статус завершенности задания (CompletedStatus) фиксирует, была ли попытка доведена до конца.

Апробация разработанной автоматизированной информационной системы (АИС) проводилась в период с января 2025 по июнь 2025 на базе КГУ «Ясли-сад № 1» г. Петропавловска. В исследовании приняли участие 148 детей старшего дошкольного возраста (от 5 до 6 лет). Выборка была сформирована на основе добровольного согласия родителей и отсутствия у детей выраженных когнитивных нарушений, препятствующих работе с планшетным компьютером. Собранные данные сохраняются в локальную базу (например, CSV-файл или SQLite). Первичный анализ производится на основе количества ошибок и времени выполнения, что позволяет оперативно оценить успешность попытки. Для более глубокой оценки прогресса и усвоения навыков реализован агрегированный анализ, включающий фильтрацию данных по конкретным параметрам. К параметрам фильтрации можно отнести: идентификатор пользователя и цель задания, что обеспечивает возможность отслеживания индивидуальной динамики развития мелкой моторики и качества выполнения заданий. На рисунке 1 представлен алгоритм анализа прогресса.

Регистрация действий. АИС фиксирует каждое взаимодействие ребенка с экраном во время выполнения заданий. Сохраняются следующие параметры для каждой попытки. UserID: идентификатор ребенка. SessionID: идентификатор текущей игровой сессии.

Timestamp: точное время совершения попытки. ExerciseType: тип упражнения «Буква» или «Дорожка». ExerciseTarget: конкретная буква (например, «А», «Б») или название «Дорожки». CharacterMascot: выбранный персонаж-помощник. ErrorCount: ключевой показатель – количество ошибок, выявленных алгоритмом анализа при сравнении траектории пользователя с эталоном (детали см. в описании алгоритма анализа ошибок на основе схемы). WritingTimeMillis: время, затраченное на выполнение данной конкретной попытки, в миллисекундах. AveragePressure (опционально): Средний нажим на экран. JitterCount (опционально): количество резких изломов линии («дрожание»).

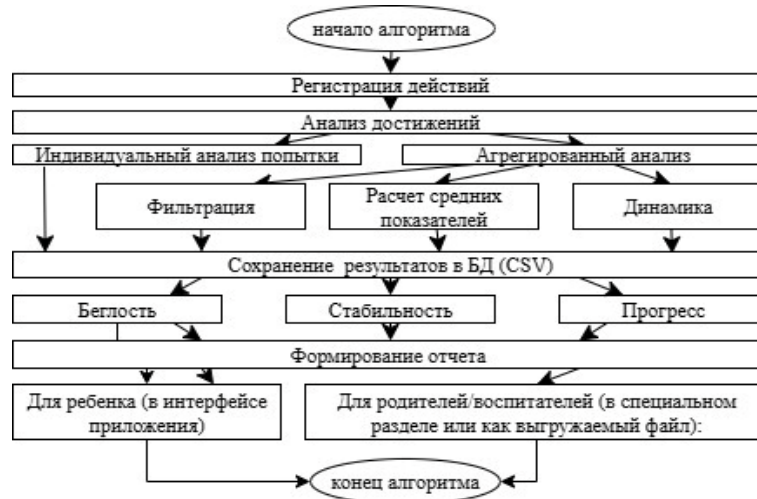


Рисунок 1. Алгоритм анализа прогресса

Примечание – составлено авторами

CompletedStatus: Статус (завершено/не завершено). Сохранение: Эти данные записываются в базу данных (например, в локальный CSV-файл или базу данных SQLite на устройстве).

Анализ достижений начинается с индивидуального анализа попытки. Сразу после выполнения задания ErrorCount и WritingTimeMillis дают первичную оценку.

Агрегированный анализ (для оценки усвоения и прогресса) включает фильтрацию. Для анализа конкретной буквы (например, «А») или навыка система отбирает все попытки данного UserID для соответствующего ExerciseTarget.

Расчет средних показателей. За определенный период (например, последняя неделя, все время) или для последних N попыток вычисляются: среднее количество ошибок, среднее время написания.

Определяем динамику (личный рост) – система сравнивает текущие средние показатели с предыдущими периодами или отслеживает их изменение во времени.

Математическое описание для вычисления качества усвоения

Пусть $A_{u,l,k}$ – k-я попытка пользователя и для буквы l.

$e_{u,l,k}$ – ErrorCount для этой попытки.

$t_{u,l,k}$ – WritingTimeMillis для этой попытки.

Среднее количество ошибок для пользователя и по букве l за N попыток (1):

$$\bar{e}_{u,l} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N e_{u,l,k}. \quad (1)$$

Среднее время написания для пользователя и по букве l за N попыток (2):

$$\bar{t}_{u,l} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N t_{u,l,k}. \quad (2)$$

Качество усвоения написания буквы ($Q_{u,l}$). Качество усвоения является комплексной метрикой. На основе ErrorCount (отклонение от эталона). Можно ввести показатель точности ($P_{u,l}$). Если ErrorCount ($e_{u,l,k}$) представляет собой ненормированное количество ошибок, то точность можно определить относительно некоторой «сложности» или «максимально допустимого числа ошибок» ($E_{max,l}$) для буквы l (3):

$$P_{u,l} = \max\left(0,1 - \frac{\bar{e}_{u,l}}{E_{max,l}}\right) \times 100\%. \quad (3)$$

Если $E_{max,l}$ не определено, можно использовать пороговые значения $\bar{e}_{u,l}$ для качественной оценки.

Уровни точности:

Высокий: $\bar{e}_{u,l} \leq 1-2$, средний: $3 \leq \bar{e}_{u,l} \leq 8$, низкий $\bar{e}_{u,l} \geq 9$. Эти пороги должны быть откалиброваны для приложения в целом.

Беглость: учитывается $\bar{t}_{u,l}$. Снижение времени при сохранении или улучшении точности указывает на рост мастерства.

Стабильность: оценивается через дисперсию $\bar{e}_{u,l}$ и $\bar{t}_{u,l}$ по нескольким попыткам. Низкая дисперсия при хорошей точности – признак стабильного навыка.

Прогресс (личный рост): $\Delta Q_{u,l}$ оценивается как разность значений $Q_{u,l}$ последней попытки и предыдущей. Положительная динамика $\Delta Q_{u,l}$ или снижение $\bar{e}_{u,l}$ свидетельствует о развитии навыка.

После каждой завершённой (или прерванной) попытки выполнения упражнения новая строка с данными (UserID, SessionID, Timestamp, ExerciseTarget, ErrorCount, WritingTimeMillis и др.) добавляется в конец CSV-файла. Рассчитываются средние показатели (ErrorCount, WritingTimeMillis) по сессиям или временным окнам (например, по дням, неделям) для построения графиков прогресса. Для оценки динамики выбираются данные за текущий и предыдущий отчетные периоды, после чего сравниваются агрегированные показатели.

Для количественной и качественной оценки навыков ребенка разработана система параметров, отражающих ключевые характеристики процесса письма. Эти параметры позволяют зафиксировать и интерпретировать особенности начертания линий, обеспечивая объективную диагностику отклонений и динамики развития. Методы анализа основаны на математических представлениях траекторий и учете временных характеристик. В таблице 1 приведены основные параметры, используемые в алгоритме анализа письма, соответствующие методы их вычисления и семантика параметров с педагогической точки зрения на основании анализа источников (Tony et al., 1988; Kong. et al., 2025; Yu et al., 2024; Lyu et al., 2014; Steve Marschner .Cornell, 2020).

Таблица 1. Ключевые параметры для анализа письма

Параметр	Метод анализа	Семантика параметра
Кривизна и углы поворота	Полигональная цепь	Частота и резкость изменения направления
Длина и регулярность отрезков	Кусочно-линейная функция	Стабильность темпа письма
Плавность и непрерывность	Сплайн Кэтмулл-Рома	Оценка моторной координации, выявление дрожаний
Скорость написания	Все методы (по времени точек)	Связана с уверенностью и опытом
Колебания и рывки	Сплайн + фильтрация скорости	Индикаторы моторных нарушений или переутомления

Примечание – составлено авторами

Сравнительный анализ характеристик различных способов ввода позволяет повысить точность интерпретации графомоторных данных и адаптировать алгоритмы обработки с учетом специфики устройства. Особое внимание уделяется различиям между стилусом и пальцем как основными инструментами взаимодействия пользователя с экраном. Эти различия затрагивают как физико-технические параметры (точность, чувствительность, поддержка давления), так и особенности начертания, что влияет на выбор методов фильтрации, сглаживания и интерпретации результатов. В таблице 2 представлены ключевые различия между стилусом и пальцем, учитываемые в процессе анализа на основании анализа источников (Li et al., 2024; Begum et al., 2021; Rahim et al., 2024; Mekyska et al., 2023).

Таблица 2. Ключевые различия стилуса и пальца

Параметр	Стилус	Палец
Точность позиционирования	Высокая (до ~0.1 мм)	Средняя/низкая (~2-4 мм)
Частота сенсора	Выше (60-240 Гц)	Ниже (30-60 Гц)
Поддержка давления (pressure)	Да (у многих моделей)	Нет
Наличие наклона (tilt)	Да (у некоторых моделей)	Нет
Толщина линии	Переменная (в зависимости от давления)	Статическая или сильно ограниченная
Естественность письма	Ближе к бумаге	Менее контролируемая, более округлая
<i>Примечание – составлено авторами</i>		

При анализе кривой, нарисованной пальцем, увеличиваются допустимые отклонения при сравнении с эталоном. Для стилуса допускается меньшая погрешность, выше требования к точности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Занятия с использованием АИС проводились в первой половине дня в специально оборудованном кабинете. Каждое тестирование носило индивидуальный характер и занимало от 10 до 15 минут, что соответствует санитарно-эпидемиологическим нормам работы дошкольников с цифровыми устройствами. Перед началом работы проводился краткий инструктаж (2–3 минуты) по использованию стилуса и навигации в приложении. Мониторинг осуществлялся в течение 4 недель с периодичностью 2 раза в неделю, что позволило отследить динамику формирования графомоторного навыка.

В АИС предусмотрено несколько вариантов формирования отчета. Для ребенка (в интерфейсе) сформирована мгновенная, мотивирующая обратная связь. Визуализация успеха – путем появления звездочек и фейерверков. Звуковое сопровождение также играет немаловажную роль в поддержании интереса ребенка. Вместо акцента на ошибках – мягкое предложение попробовать снова или небольшая подсказка (мигание начальной точки штриха, показ правильного начертания цветом).

Для родителей/воспитателей (в специальном разделе или как выгружаемый файл): информирование о динамике развития, сильных и слабых сторонах, предоставление данных для принятия решений. Имеет структурированный формат с текстом и графиком роста баллов. Общая сводка содержит: Имя ребенка, отчетный период. Общая активность (количество занятий, время). Средняя точность по всем освоенным буквам – процент и качественный уровень: отлично, хорошо, удовлетворительно, плохо и очень плохо.

Динамика общей точности и среднего количества ошибок по сравнению с предыдущим периодом (например, «Точность выросла на 10 %, среднее число ошибок снизилось с 2,5 до 1,8»).

Для сохранения конфиденциальности личных данных каждому ребенку присваивается личный id, который используется для внешних отчетов, например для отдела образования или общего отчета по детскому саду. Файл child_id содержит список соответствий id детей и их данных.

Все отчеты по цифровому обучению письму хранятся СУБД SQLite и могут быть импортированы в Excel согласно рисункам ниже. На рисунке 2 представлен отчет по анализу цифрового обучения написанию букв по подгруппе.

Дата	Подгруппа 1	Буквы					Средний процент индивидуальный	Освоение навыка
10.04.2025		Выполнение заданий в %. Написание букв.						
	ФИО ребенка	"А"	"Б"	"В"	"Г"	"Д"		
	С001	100	80	80	100	70	86	отлично
	С002	100	45	45	48	25	53	удовлетворительно
	С003	100	70	45	100	64	76	хорошо
	С004	45	30	30	80	60	49	удовлетворительно
	С005	100	84	80	100	80	89	отлично
	С006	100	88	84	100	91	93	отлично
	С007	100	95	100	100	100	99	отлично
	С008	100	50	63	100	78	78	хорошо
	С009	100	70	73	100	76	84	отлично
	С010	95	90	100	100	84	94	отлично
	Средний % по группе	94	70	70	93	73		
			Наилучшая буква	"А"				
	К-во обучающихся, набравших средний процент выполнения заданий более 81%					6		

Рисунок 2. Отчет по анализу цифрового обучения написанию букв по подгруппе

Примечание – составлено авторами

Для каждого ребенка были сгенерированы логин и пароль для работы в электронном приложении. В конце недели или после каждого занятия воспитатель может импортировать отчет, в котором отражается уровень освоения навыков письма по каждой букве или по каждому ребенку отдельно. Такой отчет помогает понять, написание каких букв дается детям наиболее сложно. В дальнейшем воспитатель может запланировать дополнительные занятия и отработать написание сложных букв.

Отчет, который формируется по каждому ребенку отдельно, дает понимание об индивидуальном освоении навыка письма. Дети, имеющие низкие проценты, например менее 41 %, нуждаются в дополнительных занятиях и коррекции по постановке навыков письма. Дети, имеющие 81 % и выше, в коррекции навыков не нуждаются и полностью освоили написание предложенных букв и дорожек.

Подобный отчет формируется и при выполнении элементов письма. Отчет представлен на рисунке 3.

В АИС предусмотрена возможность импорта полного отчета по освоению написания букв и элементов письма, который представлен на рисунке 4. Отчет содержит

полный анализ по выполнению заданий и комментарии для каждого ребенка. Комментарий поможет воспитателям и родителям подобрать корректирующие задания.

Дата	Подгруппа 1	Дорожки						Средний процент	Освоение навыка
10.04.2025		Выполнение заданий в %. Написание дорожек							
	ФИО ребенка	Мышка	Обезьяна	Медведь	Бабочка	Кролик	Котенок		
	C001	90	80	100	95	100	90	93	отлично
	C002	40	25	64	42	80	54	51	удовлетворительно
	C003	70	60	100	70	95	61	76	хорошо
	C004	43	25	70	51	80	50	53	удовлетворительно
	C005	90	82	100	80	92	86	88	отлично
	C006	100	94	100	90	100	80	94	отлично
	C007	100	100	100	90	100	92	97	отлично
	C008	71	65	100	70	76	85	78	хорошо
	C009	80	80	100	86	89	82	86	отлично
	C010	100	95	100	90	98	90	96	отлично
	Средний % по группе	78	71	93	76	91	77		
		Наилучшая дорожка Медведь							
	К-во обучающихся, набравших средний процент выполнения заданий более 81%								6

Рисунок 3. Отчет по анализу цифрового обучения написанию элементов письма по подгруппе

Примечание – составлено авторами

Дата	Подгруппа 1	Выполнение заданий в %, уровень			
10.04.2025		Буквы	Уровень	Дорожки	Уровень
	ФИО ребенка				
	C001	86	отлично	93	отлично
	C002	52,6	удовлетворительно	51	удовлетворительно
	C003	75,8	хорошо	76	хорошо
	C004	49	удовлетворительно	53	удовлетворительно
	C005	88,8	отлично	88	отлично
	C006	92,6	отлично	94	отлично
	C007	99	отлично	97	отлично
	C008	78,2	хорошо	78	хорошо
	C009	83,8	отлично	86	отлично
	C010	93,8	отлично	96	отлично
		График			

Рисунок 4. Отчет по анализу цифрового обучения письму (полный)

Примечание – составлено авторами

Для анализа эффективности алгоритмов оценки данные, полученные в ходе апробации, были разделены. Массив данных, включающий траектории написания элементов, был разбит на две выборки: обучающую (70 %), на которой производилась калибровка пороговых значений точности и скорости, и тестовую (30 %), используемую для верификации автоматических оценок. Проверка достоверности системы осуществлялась путем сравнения автоматических баллов с экспертными оценками педагогов-дефектологов.

Для оценки преимуществ цифрового мониторинга был проведен сравнительный анализ с традиционным методом педагогической диагностики (бумажные пробы «Графический диктант» и копирование фигур). Результаты показали, что:

1. Объективность: АИС исключает субъективный фактор педагога при оценке «ровности» линий, фиксируя отклонение от эталона в пикселях.

2. Информативность: в отличие от бумажных тестов, система фиксирует латентные показатели (силу нажатия, скорость на разных участках, время пауз), которые недоступны для визуального наблюдения.

3. Эффективность: время на обработку результатов и формирование отчета для родителей сократилось с 15-20 минут при ручном анализе до мгновенного вывода в интерфейсе системы.

На форме предусмотрена кнопка «График», при нажатии на которую информация из отчета будет представлена в виде графика с указанием процента освоения навыка, в соответствии с рисунком 5.

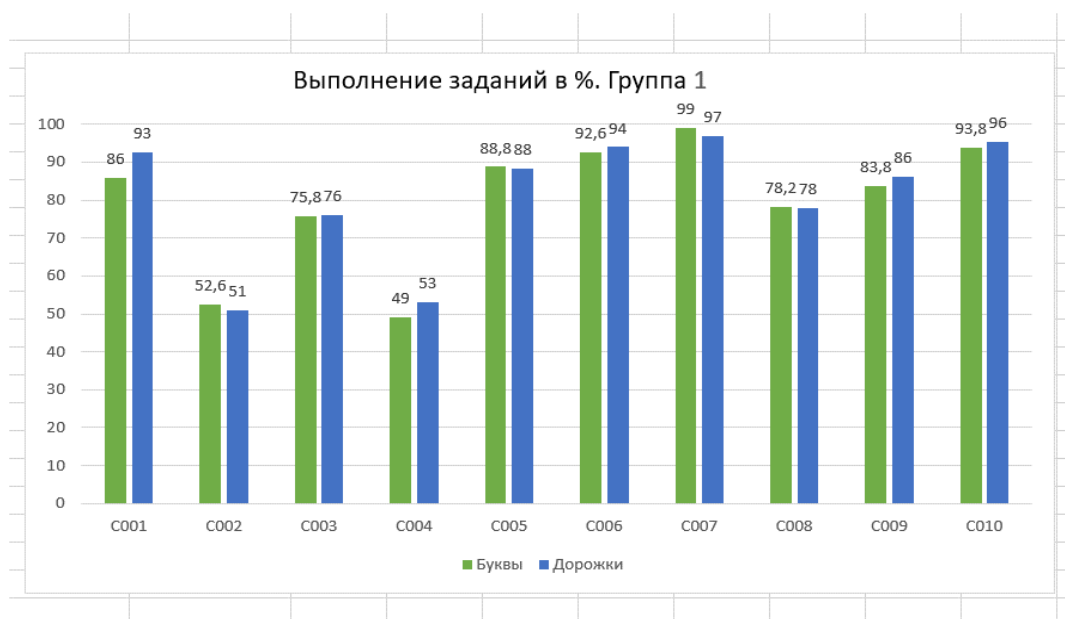


Рисунок 5. График по анализу цифрового обучения письму (полный)

Примечание – составлено авторами

Разработанная автоматизированная система позволяет проводить агрегированный анализ, фильтруя данные по идентификатору пользователя и цели задания, что обеспечивает отслеживание индивидуальной динамики развития мелкой моторики и качества выполнения заданий по написанию букв и их элементов. Прогресс оценивается как разность значений между попытками, свидетельствуя о развитии навыка. Это позволяет динамически изменять сложность и тип заданий в зависимости от текущего прогресса и выявленных проблем ребенка, обеспечивая адаптивную коррекцию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отличие от многих существующих программ, которые дают лишь индикацию «правильно/неправильно» или базовую оценку точности, представленная АИС обеспечивает детализированный анализ ошибок по критериям.

Для родителей и педагогов генерируются подробные, структурированные отчеты, включающие общую сводку, среднюю точность по освоенным буквам и динамику общей точности и среднего количества. Эти отчеты своевременно информируют взрослых о динамике развития ребенка и помогают принимать обоснованные решения относительно дальнейшей стратегии обучения или необходимости консультации со специалистами.

Внедрение подобного цифрового инструмента в образовательную практику позволяет не только персонализировать обучение, но и закладывает основу для формирования гибкой цифровой среды диагностики и коррекции. В перспективе возможна интеграция данной системы с платформами адаптивного обучения, развитие автоматизированной классификации нарушений письма и расширение функциональности за счет нейросетевых методов анализа данных.

Таким образом, представленная в работе автоматизированная система мониторинга и оценки навыков цифрового письма у дошкольников может быть использована как эффективный диагностический и развивающий инструмент в практике дошкольного образования и начального обучения.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Rane, D., Verma, P., & Lahiri, U. (2022). How Good is your Drawing? Quantifying Graphomotor Skill Using a Portable Platform (pp. 409–422). https://doi.org/10.1007/978-3-031-22131-6_31
- Dinehart, L. H. (2014). Handwriting in early childhood education: Current research and future implications. *Journal of Early Childhood Literacy*, 15(1), 97-118. <https://doi.org/10.1177/1468798414522825>
- Ceccacci, S., Taddei, A., Del Bianco, N., Giacconi, C., Forteza Forteza, D., & Moreno-Tallón, F. (2024). Preventing Dysgraphia: Early Observation Protocols and a Technological Framework for Monitoring and Enhancing Graphomotor Skills. *Information*, 15(12), 781. <https://doi.org/10.3390/info15120781>
- Šafářová, K., Mekyska, J., Urbánek, T., Galáž, Z., Mucha, J., Zvončák, V., & Bednářová, J. (2022). Grafomotorické dovednosti. <https://doi.org/10.5817/cz.muni.m280-0257-2022>
- Kopnova, O. L., Aitymova, A. M., Abildinova, G., Safaraliev, B. S., Koleva, N. S., & Panova, M. (2024). Assessment of the level of formation of graphomotor skills of preschool and primary school students using graphic tablets. *Sovremennye Naukoëmkie Tehnologii*, 1(5), 154–159. <https://doi.org/10.17513/snt.40021>
- Devillaine, L., Lambert, R., Boutet, J., Aloui, S., Brault, V., Jolly, C., & Labyt, E. (2021). Analysis of Graphomotor Tests with Machine Learning Algorithms for an Early and Universal Pre-Diagnosis of Dysgraphia. *Sensors*, 21(21), 7026. <https://doi.org/10.3390/S21217026>
- Aitymova, A., Iklassova, K., Abildinova, G., Shaporeva, A., Kopnova, O., Kushumbayev, A., Smolyaninova, S., Aitymov, Z., Karymsakova, A. (2023). Development of a model of information process management in the information and educational environment of preschool education organizations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (3 (122)), 95–105. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276253>
- Iklassova, K., Aitymova, A., Kopnova, O., Shaporeva, A., Abildinova, G., Nurbekova, Z., Almagambetova, L., Gorokhov, A., Aitymov, Z. (2024). Ontology modeling for automation

- of questionnaire data processing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (2 (131)), 36–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.314129>
- Tony D. DeRose and Brian A. Barsky. 1988. Geometric continuity, shape parameters, and geometric constructions for Catmull-Rom splines. *ACM Trans. Graph.* 7, 1 (Jan. 1988), 1–41. <https://doi.org/10.1145/42188.42265>
- C. Kong, A. Luo, S. Wang, H. Li, A. Rocha, and A. Kot, “Pixel-inconsistency modeling for image manipulation localization,” *IEEE Trans. Pattern Anal. and Mach. Intell.*, vol. 47, no. 6, pp. 4455–4472, 2025. <https://arxiv.org/abs/2310.00234>
- C. Yu, X. Zhang, Y. Duan, S. Yan, Z. Wang, Y. Xiang, S. Ji, and W. Chen, “Diff-id: An explainable identity difference quantification framework for deepfake detection,” *IEEE Trans. Dependable Secure Comput.*, pp. 1–18, 2024. <https://arxiv.org/abs/2303.18174>
- Lyu, S., Pan, X. & Zhang, X. Exposing Region Splicing Forgeries with Blind Local Noise Estimation. *Int J Comput Vis* 110, 202–221 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11263-013-0688-y>
- Steve Marschner .Cornell CS4620 Fall 2020. CS 4620 Lecture 14. <https://www.cs.cornell.edu/courses/cs4620/2020fa/slides/14splines.pdf>
- Li, Q., Gong, R., & Hase, K. (2024). A Comprehensive Objective Evaluation Method for Handwriting Assistive Devices Using a Tablet and Digital Pen for Individuals with Upper Limb Dysfunction. *Applied Sciences*, 14(23), 11190. <https://doi.org/10.3390/app142311190>
- Begum, N., Akash, M. A. H., Rahman, S., Shin, J., Islam, M. R., & Islam, M. E. (2021). User Authentication Based on Handwriting Analysis of Pen-Tablet Sensor Data Using Optimal Feature Selection Model. *Future Internet*, 13(9), 231. <https://doi.org/10.3390/fi13090231>
- Rahim, M.A., Farid, F.A., Miah, A.S.M., Puza, A.K., Alam, M.N. et al. (2024). An Enhanced Hybrid Model Based on CNN and BiLSTM for Identifying Individuals via Handwriting Analysis. *Computer Modeling in Engineering & Sciences*, 140(2), 1689–1710. <https://doi.org/10.32604/cmescs.2024.048714>
- Mekyska, J. et al. (2023). Assessment of Developmental Dysgraphia Utilising a Display Tablet. In: Parziale, A., Diaz, M., Melo, F. (eds) *Graphonomics in Human Body Movement. Bridging Research and Practice from Motor Control to Handwriting Analysis and Recognition*. IGS 2023. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 14285. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45461-5_2

Авторлар туралы мәліметтер
Информация об авторах
Information about authors



Шапорева Анна Васильевна – PhD, «Құрылыс және дизайн» кафедрасының доценті; М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ. Қазақстан Республикасы

Шапорева Анна Васильевна – PhD, доцент кафедрасы «Строительство и дизайн», Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан

Shaporeva Anna Vasilyevna – PhD, Associate Professor of the Department of Construction and Design; M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: annvolkova@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6211-5634>



Копнова Оксана Леонидовна – PhD, «Математика және физика» кафедрасының аға оқытушысы; М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ. Қазақстан Республикасы

Копнова Оксана Леонидовна – PhD, старший преподаватель кафедры «Математика и физика»; Северо-Казакстанский университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, Республика Казахстан

Kopnova Oxana Leonidovna – PhD, Senior Lecturer of the Department of Mathematics and Physics; M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: okopnova@ku.edu.kz , ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6299-3728>



Икласова Кайнижамал Есемсеитовна – PhD, «Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» кафедрасының доценті; М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ. Қазақстан Республикасы

Икласова Кайнижамал Есемсеитовна PhD, доцент кафедры «Информационно-коммуникационные технологии»; Северо-Казакстанский университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, Республика Казахстан

Iklassova Kainizhamal Yesemseitovna – PhD, Associate Professor of the Department of Information and Communication Technologies; M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: kiklasova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8330-4282>



Айтымова Алия Муратовна – PhD, «Бастауыш, мектепке дейінгі және арнайы білім беру» кафедрасының аға оқытушысы; М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ. Қазақстан Республикасы

Айтымова Алия Муратовна – PhD, старший преподаватель кафедры «Начальное, дошкольное и специальное образование»; Северо-Казакстанский университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, Республика Казахстан

Aitymova Aliya Muratovna – PhD, Senior Lecturer of the Department of Primary, Preschool and Special Education; M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: amakasheva@ku.edu.kz , ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1128-6924>