Причинная сеть Temporal Convolutional Network (TCN) достигла значения Macro-F1 0,8699, что указывает на более высокую эффективность простой причинной агрегации в условиях исследуемого набора данных. Парный анализ показал среднее улучшение Macro-F1 на 0,0615 с 95%-ным доверительным интервалом [0,0308; 0,0921] и большим наблюдаемым размером эффекта (Cohen's d). Однако точные двусторонние тесты не достигли традиционного порога статистической значимости ($p < 0,05$), поскольку в исследовании было доступно только пять парных блоков. Полученные результаты показывают, что краткосрочный причинный контекст поз может предоставлять полезную информацию для распознавания фаз упражнений, сохраняя при этом совместимость с обработкой данных в режиме реального времени.

Ключевые слова: *оценка позы человека, распознавание упражнений, причинный контекст, позовое представление, временное моделирование, блочно-ориентированная валидация, TCN.*

Information about the authors

Gulnur Nagimetovna Kazbekova* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, International Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan; e-mail: gulnur.kazbekova@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2756-7926.

Yerlan Serdaliyev – PhD student in the educational program «Information systems», International Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan; e-mail: erlan.serdaliev@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0009-0007-5403-0423.

Авторлар туралы мәліметтер

Гулнур Нагиметовна Казбекова* – техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ., Қазақстан; e-mail: gulnur.kazbekova@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2756-7926.

Ерлан Утегенулы Сердалиев – «Ақпараттық жүйелер» ББ докторанты, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ., Қазақстан; e-mail: erlan.serdaliev@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0009-0007-5403-0423.

Сведения об авторах

Гулнур Нагиметовна Казбекова* – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, г. Туркестан, Казахстан; e-mail: gulnur.kazbekova@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2756-7926.

Ерлан Утегенулы Сердалиев – докторант ОП «Информационные системы», Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, г. Туркестан, Казахстан; e-mail: erlan.serdaliev@ayu.edu.kz. ORCID: https://orcid.org/0009-0007-5403-0423.

Received 18.06.2026
Revised 25.08.2026
Accepted 26.08.2026

https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-3(23)-25

МРНТИ: 20.53.19; 14.85.09

CC BY 4.0
Check for updates

А.К. Шайханова*, Г.А. Шангытбаева[2], Г.Б. Бекешова[1], Лили Нурлияна Абдулла[3]
[1]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
10000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2
[2]Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова,
030000, Актюбинская область, г. Актобе, пр. Алии Молдагуловой, ст-е 34
[3]Университет Путра Малайзия, Серданг, Селангор, Малайзия
*e-mail: aigul.shaikhanova@gmail.com

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В ПРОФЕССИОНАЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПЕДАГОГОВ

Аннотация**:** *В статье представлена разработанная информационно-аналитическая методика комплексной оценки эффективности внедрения цифровых инструментов в профессиональную деятельность педагогов. Актуальность исследования определяется необходимостью перехода от описательной самооценки цифровых компетенций к*

©А.К. Шайханова, Г.А. Шангытбаева, Г.Б. Бекешова, Лили Нурлияна Абдулла, 2026

формализованному анализу данных, позволяющему измерять степень практического применения рекомендаций и динамику профессиональной деятельности. Методологическую основу составляет разработанная модель DTDC, включающая четыре уровня: осведомлённость, применение, интеграцию и визуализацию, проектирование и инновации. Исходные данные сформированы по результатам первоначального анкетирования 916 педагогов. На их основе разработан комплекс дифференцированных рекомендаций, направленных на развитие навыков выбора, применения, интеграции и создания цифровых образовательных решений. Рекомендации направлены педагогам для практической апробации продолжительностью 12 недель. Для последующей оценки разработана система нормированных показателей, охватывающая ознакомление с рекомендациями, факт их применения, регулярность использования, изменение уровня DTDC и воспринимаемое влияние цифровых инструментов на качество профессиональной деятельности. Предложенный алгоритм предусматривает сбор итоговых анкетных данных, кодирование ответов, нормирование значений, вычисление частных индексов по компонентам DTDC, расчёт интегрального индекса и коэффициентов внедрения, а также статистическую проверку полученных зависимостей. Надёжность шкал будет оцениваться с использованием коэффициента α Кронбаха, взаимосвязи категориальных переменных – критерия Пирсона χ^2. Текущий результат исследования состоит в разработке формализованной методики, инструментария итогового опроса и процедуры информационно-аналитической обработки данных. Окончательные выводы об эффективности рекомендаций будут сформулированы после завершения апробации. Предлагаемый подход обеспечивает воспроизводимость оценивания и создаёт основу для автоматизации мониторинга внедрения цифровых инструментов в образовательный процесс. Практическая значимость методики заключается в возможности её использования образовательными организациями для сопоставления результатов различных групп педагогов, выявления проблемных компонентов цифровой деятельности, обоснования управленческих решений и корректировки программ профессионального развития на основе количественно измеряемых данных, полученных в динамике.

Ключевые слова: *цифровые инструменты, информационно-аналитическая методика, модель DTDC, оценка эффективности, обработка данных, образовательный процесс.*

Введение

Цифровая трансформация образования сопровождается расширением спектра информационных технологий, применяемых при проектировании учебных занятий, создании образовательного контента, организации коммуникации, визуализации информации и оценивании результатов обучения. Облачные платформы, системы управления обучением, средства совместной работы, технологии искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности изменяют содержание профессиональной деятельности педагога и предъявляют новые требования к его цифровой компетентности. При этом результативность цифровой трансформации определяется не количеством доступных программных средств, а способностью педагога выбирать их в соответствии с образовательной задачей, интегрировать в структуру занятия, анализировать полученные данные и создавать собственные цифровые ресурсы.

Цифровая компетентность педагога рассматривается в современных исследованиях как многокомпонентное образование, объединяющее технологические, педагогические, когнитивные, этические и профессиональные характеристики. Проведённый Peters et al. обзор систематических обзоров показал, что данное понятие охватывает не только навыки работы с технологиями, но и способность безопасно, продуктивно и педагогически обоснованно действовать в цифровой образовательной среде [1]. Аналогичный вывод представлен в систематическом обзоре Heine et al., где выявлена неоднородность определений цифровых ресурсов и способов их включения в структуру профессиональной цифровой компетентности педагога [2]. Это свидетельствует о необходимости формализации исследуемых компонентов и установления измеримых связей между уровнем цифровой подготовленности и реальной практикой применения технологий.

Наиболее распространённым основанием для оценки цифровой компетентности педагогов остаются компетентностные рамки и инструменты самооценивания. Анализ инструментов на основе DigComp, выполненный Mattar et al., показал значительное разнообразие измерительных шкал, индикаторов и способов интерпретации результатов [3]. Tzafilkou et al. предложили инструмент, объединяющий педагогические и профессиональные аспекты цифровой деятельности учителей начального и среднего образования, и

подтвердили необходимость учитывать не только общетехнические умения, но и характер применения технологий в обучении [4]. Исследование Cattaneo et al. также показало, что цифровизация деятельности педагогов зависит от совокупности индивидуальных и организационных факторов, а уровень владения технологиями неодинаков в разных компонентах профессиональной деятельности [5].

Вместе с тем преобладание самооценочных инструментов создаёт методологическое ограничение. Ответ педагога о знании или использовании технологии не всегда подтверждает её системное внедрение в образовательный процесс. Самооценка может отражать осведомлённость, уверенность или намерение применять цифровое средство, но не фиксировать частоту использования, полноту реализации, наличие созданного продукта и устойчивость сформированной практики. Систематический обзор количественных исследований цифровой компетентности работающих школьных педагогов, проведённый Claro et al., подтвердил неоднородность способов измерения и необходимость совершенствования методологии оценки, включая более чёткое определение компонентов, показателей и контекста применения цифровых технологий [6].

Таким образом, для анализа цифровой трансформации недостаточно определить только общий уровень компетентности. Процесс внедрения может быть представлен как последовательность взаимосвязанных состояний: ознакомление с рекомендацией, её выбор, первоначальная апробация, повторное применение и формирование устойчивой цифровой практики. Такая формализация позволяет преобразовать результаты опроса в структурированные данные и использовать их для расчёта частных и интегральных показателей (рис. 1).



Рисунок 1 – Логика перехода от цифровой осведомлённости к устойчивому внедрению цифровых практик

Особую актуальность данная задача приобретает в связи с распространением искусственного интеллекта. Ng et al. обосновывают необходимость включения компетенций, связанных с искусственным интеллектом, в структуру цифровой подготовки педагогов и связывают их с навыками XXI века [7]. Результаты исследования Velander et al. показывают, что понимание педагогами возможностей и ограничений искусственного интеллекта существенно влияет на характер его интеграции в образовательную практику [8]. В систематическом обзоре Tan et al. установлено, что исследования применения искусственного интеллекта в преподавании развиваются быстрее, чем исследования профессионального развития педагогов, необходимого для ответственного и методически обоснованного использования таких технологий [9]. Следовательно, современные модели оценки должны учитывать не только базовые цифровые операции, но и способность педагога проектировать, проверять и безопасно применять инновационные решения.

Результаты современных исследований также показывают, что наличие цифровых знаний не гарантирует их практической реализации. Peng et al. установили взаимосвязь между отношением педагогов к технологиям, самоэффективностью, цифровой компетентностью и фактической интеграцией информационно-коммуникационных технологий [10]. Это означает, что оценка внедрения должна учитывать не только итоговый уровень, но и условия его формирования: доступность оборудования, качество интернет-соединения, наличие методической поддержки, сложность цифровых средств и готовность педагога продолжать их использование. В этой связи рекомендации по цифровому развитию целесообразно сопровождать информационно-аналитической методикой, позволяющей измерять охват, степень практической реализации, регулярность и устойчивость применения.

Существующие подходы обеспечивают развитую концептуальную основу для измерения цифровой компетентности, однако не в полной мере решают задачу комплексной оценки внедрения конкретных рекомендаций. Как правило, отдельно рассматриваются уровень компетентности, отношение к технологиям, интенсивность использования или результаты программ повышения квалификации. При этом отсутствует единая информационная схема, связывающая рекомендацию, действие педагога, степень реализации, полученный цифровой продукт, профессиональный результат и возникшие ограничения. Данный исследовательский разрыв определяет необходимость разработки методики, в которой процесс внедрения будет представлен как последовательность формализованных и количественно оцениваемых состояний.

В рамках настоящего исследования в качестве концептуальной основы применяется авторская модель DTDC (Digital Technology Development and Competence), представляющая собой многоуровневую модель оценки развития компетентности педагогов в области цифровых технологий. Данная модель DTDC включает четыре уровня цифрового развития профессиональной деятельности: Awareness – осведомлённость; Application - применение; Integration & Visualization - интеграция и визуализация; Design & Innovation - проектирование и инновации (рис. 2). В отличие от подходов, ограничивающихся общей оценкой владения технологиями, модель отражает последовательное усложнение цифровой деятельности: от понимания возможностей инструментов до их системной интеграции и создания собственных инновационных решений [11].



Рисунок 2 – Последовательность уровней цифрового развития профессиональной деятельности педагогов в модели DTDC

Первоначальная диагностика была проведена на основе опроса 916 педагогов. Полученные данные позволили определить основные характеристики использования цифровых инструментов, выявить профессиональные затруднения и сформировать рекомендации, дифференцированные по уровням DTDC. Рекомендации включают целевой выбор цифровых средств, цифровое оценивание, организацию совместной деятельности, визуализацию, анализ образовательных данных, создание цифрового контента, применение искусственного интеллекта, AR/VR, соблюдение требований безопасности и обмен профессиональным опытом. Подготовленные материалы были направлены педагогам для практической апробации.

Для последующей оценки разработана информационно-аналитическая методика, включающая структуру входных данных, систему показателей, алгоритмы определения уровней DTDC, коэффициенты ознакомления, апробации, внедрения и устойчивости, а также инструментарий итогового электронного опроса. Методика предусматривает преобразование ответов в нормализованные показатели, расчёт частных индексов и формирование интегральной оценки. Такой подход создаёт основу для автоматизации обработки данных и построения системы мониторинга цифрового развития педагогов.

На момент подготовки статьи практическая апробация рекомендаций продолжается. Поэтому исследование не ставит задачей представить окончательные показатели их эффективности. Основным результатом работы является разработка информационно-аналитической методики и подготовка технологической схемы последующего сбора, обработки и интерпретации данных.

Цель исследования состоит в разработке информационно-аналитической методики оценки эффективности внедрения рекомендаций по использованию цифровых инструментов в профессиональную деятельность педагогов.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. формализовать уровни цифровой профессиональной деятельности в модели DTDC;
2. разработать рекомендации, соответствующие выделенным уровням;
3. определить измеримые показатели ознакомления, апробации, внедрения и устойчивости применения рекомендаций;
4. сформировать структуру входных и выходных данных;
5. разработать алгоритмы расчёта частных и интегральных показателей;
6. подготовить инструментарий итогового опроса и процедуру практической апробации.

Научная новизна исследования заключается в формализации полного цикла внедрения рекомендаций – от ознакомления педагога с предложенным цифровым решением до его регулярного применения и отражения в показателях DTDC. Практическая значимость состоит в возможности использования разработанной методики для организации мониторинга, автоматизированной обработки результатов и определения направлений методической и технической поддержки педагогов.

Обзор существующих подходов

Современные подходы к исследованию цифровой профессиональной деятельности педагогов можно объединить в четыре группы: компетентностные модели, инструменты самооценивания, контекстно-практические методы и модели оценки новых цифровых компетенций, связанных с искусственным интеллектом.

Первая группа основывается на компетентностных рамках, среди которых наиболее широко применяется DigCompEdu. Такие модели структурируют цифровую деятельность по направлениям профессионального взаимодействия, работы с цифровыми ресурсами, организации обучения, оценивания и развития цифровых компетенций обучающихся. Обзор Peters et al. показал, что цифровая компетентность педагога представляет собой совокупность знаний, навыков и установок, необходимых для продуктивной, безопасной и этичной работы в цифровой образовательной среде [1]. Вместе с тем Heine et al. установили существенные различия в трактовке цифровых ресурсов и их роли в структуре профессиональной компетентности, что затрудняет сопоставление результатов разных исследований [2].

Вторую группу составляют самооценочные и психометрические инструменты. Mattar et al. проанализировали инструменты, построенные на основе DigComp, и выявили различия в составе индикаторов, шкалах и правилах интерпретации [3]. Tzafilkou et al. разработали инструмент, объединяющий педагогические и профессиональные компоненты цифровой деятельности учителей начального и среднего образования [4]. Аналогично Nguyen и Habók показали, что существующие средства диагностики чаще оценивают общие цифровые умения, тогда как применение технологий для оценивания и расширения возможностей обучающихся представлено значительно слабее [12]. Преимуществами самооценочных методов являются доступность, масштабируемость и возможность автоматизированного сбора данных. Их основное ограничение заключается в том, что субъективно заявленная компетентность не всегда соответствует фактической частоте и качеству применения цифровых технологий.

Третья группа подходов ориентирована на анализ практического и организационного контекста. Авторы установили, что уровень цифровизации профессиональной деятельности зависит не только от технических навыков педагога, но и от его опыта, условий работы и характеристик образовательной среды [5]. Исследователи показали, что практическая интеграция информационно-коммуникационных технологий связана с отношением педагога к технологиям, цифровой самоэффективностью и уровнем компетентности [10]. Систематический обзор Claro et al. подтвердил, что количественные исследования цифровой компетентности работающих педагогов характеризуются неоднородностью определений, измерительных инструментов и объясняющих факторов [6]. Следовательно, оценка должна включать не только итоговый балл, но также условия внедрения, частоту применения, методическую поддержку и технические барьеры.

Четвёртая группа связана с расширением традиционных моделей за счёт компетенций в области искусственного интеллекта. Ng et al. предложили рассматривать AI-компетентность

педагогов в связи с профессиональными цифровыми навыками и навыками XXI века [7]. Tan et al. в систематическом обзоре исследований применения искусственного интеллекта в преподавании и профессиональном развитии педагогов выявили необходимость усиления подготовки учителей к ответственному и методически обоснованному применению AI-инструментов [9]. Современные модели, таким образом, должны учитывать не только использование готовых цифровых сервисов, но и способность педагога критически проверять результаты работы алгоритмов, защищать данные и оценивать педагогическую целесообразность автоматизированных решений.

Обобщение существующих подходов показывает, что большинство исследований сосредоточено на измерении сформированного уровня цифровой компетентности. Значительно реже формализуется сам процесс внедрения рекомендаций: от ознакомления педагога с предложенным решением до его апробации, повторного и регулярного применения. Недостаточно представлены информационно-аналитические модели, объединяющие уровень цифровой деятельности, интенсивность внедрения, устойчивость практики и возникающие ограничения.

Для устранения данного методического разрыва в настоящем исследовании предлагается авторская модель DTDC, включающая уровни Awareness – осведомлённость; Application - применение; Integration & Visualization – интеграция и визуализация; Design & Innovation - проектирование и инновации. В отличие от подходов, ограничивающихся самооценкой цифровых навыков, разрабатываемая методика предусматривает формализованную оценку ознакомления, апробации, регулярности и устойчивости применения рекомендаций. Это позволит преобразовывать результаты электронного опроса в структурированный массив данных, рассчитывать частные и интегральные показатели и создавать основу для последующей автоматизации мониторинга цифрового развития педагогов.

Материалы и методы

Последовательность разработки и апробации информационно-аналитической методики представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Последовательность разработки и апробации информационно-аналитической методики

Для последующей оценки разработан итоговый электронный опрос, включающий показатели ознакомления, продолжительности и регулярности применения рекомендаций, количества проведённых занятий и созданных цифровых материалов, а также индикаторы четырёх уровней DTDC. Поскольку обеспечить повторное участие всех первоначально опрошенных педагогов невозможно, результаты первоначального и итогового этапов будут рассматриваться как данные независимых выборок из одной целевой профессиональной совокупности.

Степень применения каждой рекомендации будет оцениваться по шкале от 0 до 4, где 0 означает отсутствие ознакомления, 1 – ознакомление без применения, 2 – однократное применение, 3 – повторное применение, 4 – регулярное использование. Индивидуальный коэффициент внедрения будет рассчитываться по формуле:

$$K_{\text{ВН},i} = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} r_{ij}}{4m_i},$$

где r_{ij} – оценка применения j -й рекомендации i -м педагогом, m_i – количество рекомендаций, доступных для оценивания, а число 4 соответствует максимальному значению шкалы. Значение коэффициента будет находиться в диапазоне от 0 до 1.

Для каждого компонента DTDC будет рассчитан нормализованный частный индекс, а общий показатель будет определяться как среднее значение четырёх компонентов:

$$I_{\mathrm{DTDC},i} = \frac{I_{iA} + I_{iP} + I_{iIV} + I_{iDI}}{4},$$

где I_{iA} – индекс осведомлённости, I_{iP} – индекс применения, I_{iIV} – индекс интеграции и визуализации, I_{iDI}– индекс проектирования и инноваций.

Информационная обработка будет включать проверку полноты данных, удаление дубликатов, кодирование категориальных признаков, нормализацию шкал и формирование аналитического массива. Надёжность шкал будет проверяться с помощью коэффициента α Кронбаха. Для сравнения независимых выборок будут применяться t-критерий Стьюдента или критерий Манна -Уитни, а для анализа распределения по уровням DTDC - критерий χ^2. Связь степени внедрения с показателями профессиональной деятельности будет оцениваться с использованием корреляционного и регрессионного анализа при уровне статистической значимости $p < 0{,}05$.

Результаты разработки информационно-аналитической методики

Основным результатом исследования стала информационно-аналитическая методика оценки внедрения рекомендаций по использованию цифровых инструментов в профессиональной деятельности педагогов.

В основу методики была положена модель DTDC, отражающая последовательное усложнение цифровой профессиональной деятельности. Уровень Awareness характеризует осведомлённость педагога о возможностях цифровых технологий и требованиях безопасности. Application отражает самостоятельное использование готовых цифровых инструментов. Integration & Visualization соответствует системной интеграции технологий в образовательный процесс и применению визуализации. Design & Innovation характеризует проектирование собственных цифровых ресурсов и использование инновационных технологий.

Для каждого уровня были определены измеримые индикаторы (табл. 1).

Таблица 1 – Измеримые индикаторы модели

Уровень DTDC	Основное содержание	Измеримые индикаторы
Awareness	Понимание возможностей и ограничений технологий	Знание инструментов, обоснованность выбора, цифровая безопасность
Application	Практическое применение готовых решений	Частота использования, цифровое оценивание, создание и адаптация материалов
Integration & Visualization	Системное включение технологий в обучение	Интеграция в этапы занятия, визуализация, использование данных оценивания
Design & Innovation	Создание новых цифровых решений	Авторские ресурсы, искусственный интеллект, AR/VR, распространение опыта

На основе модели был подготовлен комплекс из 14 рекомендаций. Они охватили целевой выбор цифровых инструментов, освоение новых сервисов, цифровую безопасность, электронное оценивание, совместную работу, формирование цифровой библиотеки, интеграцию технологий в структуру занятия, визуализацию, анализ результатов оценивания, создание авторских ресурсов, применение искусственного интеллекта, AR/VR, цифровую рефлексию и обмен профессиональным опытом. Каждая рекомендация была представлена в формате «проблема – действие – ожидаемый эффект – измеримый показатель», что обеспечило возможность её последующей количественной оценки.

Подготовленный пакет рекомендаций был направлен педагогам образовательных организаций для практической апробации. Участникам было предложено выбрать не менее трёх рекомендаций, соответствующих их профессиональным задачам и техническим возможностям, и применить их в своей деятельности. Такой подход позволил сохранить

вариативность цифровых средств и одновременно установить единые критерии оценки процесса внедрения.

В разработанной методике процесс внедрения был представлен в виде последовательности пяти состояний:

$$S_0 \rightarrow S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3 \rightarrow S_4,$$

где (S_0) означает отсутствие ознакомления с рекомендацией, (S_1) – ознакомление без применения, (S_2) – однократное применение, (S_3) – повторное применение, (S_4) – регулярное использование. Данная шкала позволяет отделить формальное получение материалов от их фактического внедрения.

Для количественного анализа был разработан индивидуальный коэффициент внедрения:

$$K_{\text{вн},i} = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} r_{ij}}{4m_i},$$

где r_{ij} – оценка применения j -й рекомендации i -м педагогом, m_i – количество рекомендаций, доступных для оценивания, а число 4 соответствует максимальному значению шкалы. Значение коэффициента находится в диапазоне от 0 до 1. Предусмотрено выделение низкой, частичной, достаточной и высокой степени внедрения.

Дополнительно были сформированы групповые показатели:

$$K_{\text{оз}} = \frac{N_{\text{ознакомившихся}}}{N_{\text{итог}}} \times 100\%,$$

$$K_{\text{апр}} = \frac{N_{\text{применивших}}}{N_{\text{ознакомившихся}}} \times 100\%,$$

$$K_{\text{уст}} = \frac{N_{\text{регулярно применяющих}}}{N_{\text{применивших}}} \times 100\%.$$

Коэффициент ознакомления $K_{\text{оз}}$ характеризует охват педагогов рекомендациями, коэффициент апробации $K_{\text{апр}}$ – переход от изучения материалов к практическому применению, коэффициент устойчивости $K_{\text{уст}}$ – долю педагогов, перешедших к регулярному использованию.

Для оценки профессиональной деятельности была сформирована система из четырёх частных индексов. Значения ответов по пятибалльной шкале будут нормализованы:

$$z_{ijk} = \frac{x_{ijk} - 1}{4},$$

Общий индекс DTDC будет рассчитываться по формуле:

$$I_{\text{DTDC},i} = \frac{I_{iA} + I_{iP} + I_{iIV} + I_{iDI}}{4}$$

где I_{iA} – индекс осведомлённости Awareness, I_{iP} – индекс применения Application, I_{iIV} – индекс интеграции и визуализации Integration & Visualization, I_{iDI} – индекс проектирования и инноваций Design & Innovation.

В рамках методики была определена структура аналитического набора данных. Она включает обезличенный идентификатор участника, тип образовательной организации, педагогический стаж, предметную область, продолжительность апробации, код рекомендации, степень её применения, показатели компонентов DTDC, сведения о созданных цифровых материалах, выявленных барьерах и намерении продолжать использование рекомендаций.

Обработка данных организована по схеме «входные данные – предварительная обработка – расчёт показателей – классификация – аналитическое представление». На вход будут поступать ответы итоговой электронной анкеты. На этапе предварительной обработки предусматриваются проверка полноты, удаление дубликатов, кодирование категориальных признаков и нормализация шкал. Далее будут рассчитываться коэффициенты внедрения и индексы DTDC. Выходными данными станут распределение педагогов по уровням, степень

внедрения отдельных рекомендаций, перечень основных барьеров и статистические связи между интенсивностью внедрения и профессиональными показателями.

Для сбора данных был разработан итоговый электронный опрос, включающий 16 основных вопросов. Анкета содержит блоки общей информации, ознакомления с рекомендациями, степени их практического применения, показателей DTDC, профессиональных изменений и барьеров. Сокращённая структура формы снижает нагрузку на респондентов и одновременно сохраняет показатели, необходимые для информационно-аналитической обработки.

Разработанная методика позволяет получить несколько уровней результатов: оценить общий охват рекомендациями, определить наиболее и наименее востребованные направления, рассчитать индивидуальную интенсивность внедрения, установить уровни DTDC и выявить организационные и технические ограничения. При этом она не зависит от конкретных программных продуктов: педагог может использовать разные цифровые сервисы, если они обеспечивают выполнение соответствующей профессиональной функции.

Таким образом, в рамках исследования были подготовлены все основные компоненты информационно-аналитической методики: модель уровней, система индикаторов, пакет рекомендаций, шкала состояний внедрения, расчётные коэффициенты, структура данных и итоговый опрос. Практическая апробация рекомендаций продолжается, поэтому окончательные значения показателей эффективности в настоящей статье не приводятся. Разработанная методика представляет самостоятельный результат и создаёт технологическую основу для последующего сбора, автоматизированной обработки и интерпретации данных.

Обсуждение

Разработанная информационно-аналитическая методика расширяет традиционные подходы к оценке цифровой компетентности педагогов. В отличие от инструментов, основанных преимущественно на самооценке знаний и умений, предложенный подход учитывает последовательные стадии внедрения рекомендаций: ознакомление, однократную апробацию, повторное и регулярное применение. Это позволяет отделить формальную готовность использовать технологии от их фактического включения в профессиональную деятельность.

Модель DTDC обеспечивает структурирование цифрового развития по четырём уровням – от осведомлённости до проектирования инновационных решений. Преимуществом методики является связь каждого уровня с наблюдаемыми показателями: частотой использования инструментов, интеграцией в структуру занятия, созданием цифровых материалов, применением искусственного интеллекта и AR/VR, а также распространением профессионального опыта. Формализация показателей создаёт основу для автоматизации обработки анкетных данных и последующего мониторинга цифровой трансформации.

Практическая ценность методики состоит в её независимости от конкретных программных продуктов. Она оценивает не владение отдельным сервисом, а характер и устойчивость цифровой деятельности. Получаемые результаты могут использоваться для определения востребованных рекомендаций, выявления технических и методических барьеров и формирования адресной поддержки педагогов.

Вместе с тем исследование имеет ряд ограничений. Первоначальная и итоговая выборки будут независимыми, что позволит оценить различия на групповом уровне, но не индивидуальную динамику каждого педагога. Кроме того, часть показателей основывается на самоотчётах участников. В дальнейшем целесообразно дополнить их анализом цифровых продуктов, журналов активности и экспертными оценками.

Таким образом, разработанная методика представляет собой основу для воспроизводимой оценки внедрения цифровых рекомендаций. Следующий этап исследования будет включать завершение апробации, статистическую проверку показателей и уточнение пороговых значений модели DTDC.

Заключение

На основе результатов опроса 916 педагогов разработана информационно-аналитическая методика оценки внедрения цифровых инструментов. Она включает модель DTDC, практические рекомендации, систему измеримых показателей, структуру данных, алгоритмы расчёта и инструментарий итогового опроса.

Предложенная методика позволяет оценивать не только цифровую компетентность, но и последовательные стадии внедрения рекомендаций – от ознакомления до регулярного применения. Формализация показателей создаёт основу для автоматизированного мониторинга цифрового развития педагогов. После завершения апробации будут рассчитаны фактические показатели внедрения, проверена их связь с уровнями DTDC и уточнены параметры методики.

Список литературы

1. Teacher digital competence development in higher education: Overview of systematic reviews / M. Peters et al // Australasian Journal of Educational Technology. – 2022. – Vol. 38, № 3. – P. 122-139. https://doi.org/10.14742/ajet.7543.
2. Heine S. Digital resources as an aspect of teacher professional digital competence: One term, different definitions – a systematic review / S. Heine, M. Krepf, J. König // Education and Information Technologies. – 2023. – Vol. 28. – P. 3711-3738. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11321-z.
3. Mattar J. DigComp-based digital competence assessment tools: Literature review and instrument analysis / J. Mattar, D.K. Ramos, M.R. Lucas // Education and Information Technologies. – 2022. – Vol. 27. – P. 10843-10867. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11034-3.
4. Tzafilkou K. Assessing teachers' digital competence in primary and secondary education: Applying a new instrument to integrate pedagogical and professional elements for digital education / K. Tzafilkou, M. Perifanou, A.A. Economides // Education and Information Technologies. – 2023. – Vol. 28. – P. 16017-16040. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11848-9.
5. Cattaneo A.A.P. How digitalised are vocational teachers? Assessing digital competence in vocational education and looking at its underlying factors / A.A.P. Cattaneo, C. Antonietti, M. Rauseo // Computers & Education. – 2022. – Vol. 176. – Article 104358. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104358.
6. Systematic review of quantitative research on digital competences of in-service school teachers / M. Claro et al // Computers & Education. – 2024. – Vol. 215. – Article 105030. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105030.
7. Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world / D.T.K. Ng et al // Educational Technology Research and Development. – 2023. – Vol. 71. – P. 137-161. https://doi.org/10.1007/s11423-023-10203-6.
8. Artificial intelligence in K–12 education: Eliciting and reflecting on Swedish teachers' understanding of AI and its implications for teaching and learning / J. Velander et al // Education and Information Technologies. – 2024. – Vol. 29. – P. 4085-4105. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11990-4.
9. Tan X. Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review / X. Tan, G. Cheng, M.H. Ling // Computers and Education: Artificial Intelligence. – 2025. – Vol. 8. – Article 100355. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100355.
10. Peng R. Exploring the role of attitudes, self-efficacy, and digital competence in influencing teachers' integration of ICT: A partial least squares structural equation modeling study / R. Peng, R.A. Razak, S.H. Halili // Heliyon. – 2024. – Vol. 10. – Article e34234. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34234.
11. Fostering Teachers' Digital Competence in AI-Supported Learning Environments: Implications for Interactive Teaching and Student Achievement / G. Aimicheva et al // Appl. Sci. – 2025. – № 15. – 12597. https://doi.org/10.3390/app152312597.
12. Nguyen L.A.T. Tools for assessing teacher digital literacy: A review / L.A.T. Nguyen, A. Habók // Journal of Computers in Education. – 2024. – Vol. 11. – P. 305-346. https://doi.org/10.1007/s40692-022-00257-5.

Информация о финансировании

Данное исследование финансировалось/финансируется Комитетом по науке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP 23489228).

А.К. Шайханова[*], Г.А. Шаңғытбаева[2], Г.Б. Бекешова[1], Лили Нурлияна Абдулла[3]
[1]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
10000 Қазақстан Республикасы, Астана қ., Сәтбаев к-сі, 2
[2]Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті,
030000, Ақтөбе облысы, Ақтөбе қаласы, Әлия Молдағұлова даңғылы, 34-көше
[3]Путра Малайзия университеті, Серданг, Селангор, Малайзия
[*]e-mail: aigul.shaikhanova@gmail.com

ПЕДАГОГТЕРДІҢ КӘСІБИ ҚЫЗМЕТІНЕ ЦИФРЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫ ЕНГІЗУ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ-ТАЛДАМАЛЫҚ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа: *Мақалада педагогтердің кәсіби қызметіне цифрлық құралдарды енгізу тиімділігін кешенді бағалауға арналған әзірленген ақпараттық-талдамалық әдістеме ұсынылған. Зерттеудің өзектілігі цифрлық құзыреттерді сипаттамалық өзін-өзі бағалаудан ұсынымдарды практикада қолдану дәрежесін және кәсіби қызметтің өзгеру динамикасын өлшеуге мүмкіндік беретін деректерді формалданған талдауға көшу қажеттілігімен айқындалады. Әдіснамалық негізді төрт деңгейді: хабардарлықты, қолдануды, интеграциялау мен визуализациялауды, жобалау мен инновацияны қамтитын DTDC моделі құрайды. Бастапқы деректер 916 педагог арасында жүргізілген алғашқы сауалнама нәтижелері негізінде қалыптастырылды. Алынған нәтижелер бойынша цифрлық білім беру шешімдерін таңдау, қолдану, интеграциялау және әзірлеу дағдыларын дамытуға бағытталған сараланған ұсынымдар кешені дайындалды. Ұсынымдар педагогтерге 12 апта бойы практикалық апробациядан өткізу үшін жіберілді. Кейінгі бағалау үшін ұсынымдармен танысу, оларды қолдану фактісі, пайдалану жүйелілігі, DTDC деңгейінің өзгеруі және цифрлық құралдардың кәсіби қызмет сапасына ықпалы туралы субъективті бағалауды қамтитын нормаланған көрсеткіштер жүйесі әзірленді. Ұсынылған алгоритм қорытынды сауалнама деректерін жинауды, жауаптарды кодтауды, мәндерді нормалауды, DTDC компоненттері бойынша жеке индекстерді есептеуді, интегралдық индекс пен енгізу коэффициенттерін анықтауды, сондай-ақ алынған өзара байланыстарды статистикалық тексеруді көздейді. Шкалалардың сенімділігі Кронбахтың αкоэффициенті арқылы, ал санаттық айнымалылар арасындағы өзара байланыстар Пирсонның хи-квадрат критерийі χ^2 арқылы бағаланатын болады. Зерттеудің қазіргі нәтижесі формалданған әдістемені, қорытынды сауалнама құралдарын және деректерді ақпараттық-талдамалық өңдеу рәсімін әзірлеуден тұрады. Ұсынымдардың тиімділігі туралы түпкілікті қорытындылар апробация аяқталғаннан кейін тұжырымдалатын болады. Ұсынылған тәсіл бағалаудың қайталанымдылығын қамтамасыз етеді және білім беру үдерісіне цифрлық құралдарды енгізу мониторингін автоматтандыруға негіз қалыптастырады. Әдістеменің практикалық маңыздылығы оны білім беру ұйымдарында педагогтердің әртүрлі топтарының нәтижелерін салыстыру, цифрлық қызметтің проблемалық компоненттерін анықтау, басқарушылық шешімдерді негіздеу және динамикада алынған сандық деректер негізінде кәсіби даму бағдарламаларын түзету үшін пайдалану мүмкіндігімен айқындалады.*

Түйін сөздер: *цифрлық құралдар; ақпараттық-талдамалық әдістеме; DTDC моделі; тиімділікті бағалау; деректерді өңдеу; білім беру үдерісі.*

A.K. Shaikhanova[*], G.A. Shangytbayeva[2], G.B. Bekeshova[1], Lili Nurliyana Abdullah[3]
[1]L.N. Gumilyov Eurasian National University, 10000 Kazakhstan, Astana city, 2 Satbaev st.
[2]K. Zhubanov Aktobe Regional University,
030000, Aktobe Region, the city of Aktobe, Astana district, Aliya Moldagulova Avenue, building 34
[3]Universiti Putra Malaysia, Serdang, Selangor, Malaysia
[*]e-mail: aigul.shaikhanova@gmail.com

AN INFORMATION-ANALYTICAL METHODOLOGY FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF DIGITAL TOOL INTEGRATION INTO TEACHERS' PROFESSIONAL PRACTICE

The article presents a developed information-analytical methodology for the comprehensive evaluation of the effectiveness of integrating digital tools into teachers' professional practice. The relevance of the study is determined by the need to move from descriptive self-assessment of digital competencies to formalized data analysis that enables the measurement of the practical application of recommendations and changes in professional practice over time. The methodological framework is based on the developed DTDC model, which comprises four levels: Awareness, Application, Integration and Visualization, and Design and Innovation. The initial dataset was generated from the results of a baseline survey involving 916 teachers. Based on these results, a set of differentiated recommendations was developed to enhance teachers' skills in selecting, applying, integrating, and creating digital educational solutions. The recommendations were distributed to teachers for a 12-week practical pilot implementation. For subsequent evaluation, a system of normalized

indicators was developed, covering familiarity with the recommendations, their practical application, regularity of use, changes in the DTDC level, and the perceived impact of digital tools on the quality of professional practice. The proposed algorithm involves collecting final survey data, coding responses, normalizing values, calculating component-specific DTDC indices, determining an integral index and implementation coefficients, and statistically testing the identified relationships. Scale reliability will be assessed using Cronbach's α, while associations between categorical variables will be evaluated using Pearson's chi-square test χ^2. The current outcome of the study is the development of a formalized methodology, a final survey instrument, and a procedure for information-analytical data processing. Final conclusions regarding the effectiveness of the recommendations will be formulated after the pilot implementation has been completed. The proposed approach ensures the reproducibility of the evaluation and provides a basis for automating the monitoring of digital tool integration into the educational process. The practical significance of the methodology lies in its potential use by educational organizations to compare the results of different groups of teachers, identify problematic components of digital practice, support managerial decision-making, and adjust professional development programmes based on quantitatively measurable longitudinal data.

Key words: *digital tools; information-analytical methodology; DTDC model; effectiveness evaluation; data processing; educational process.*

Сведения об авторах

Айгуль Кайрулаевна Шайханова* – PhD, ассоциированный профессор, профессор кафедры информационной безопасности, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан; e-mail: shaikhanova_ak@enu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6006-4813.

Гульмира Асаугаликызы Шангытбаева – PhD, ассоциированный профессор, доцент кафедры информатики и информационных технологий, Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова, Актобе, Казахстан; e-mail: gulmjanet@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4615-5756.

Гульвира Бауржановна Бекешова – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры информационной безопасности, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана; e-mail: bekeshova_gb@enu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1635-4693.

Лили Нурлияна Абдулла – PhD, ассоциированный профессор кафедры мультимедиа, факультет компьютерных наук и информационных технологий, Университет Путра Малайзия, Серданг, Селангор, Малайзия; e-mail: liyana@upm.edu.my. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8704-2390.

Авторлар туралы мәліметтер:

Айгүл Қайрулақызы Шайханова* – PhD, қауымдастырылған профессор, Ақпараттық қауіпсіздік кафедрасының профессоры, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті; Астана, Қазақстан Республикасы; e-mail: aigul.shaikhanova@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6006-4813.

Гульмира Асаугаликызы Шангытбаева – PhD, қауымдастырылған профессор, Информатика және ақпараттық технологиялар кафедрасының доценті, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан; e-mail: gulmjanet@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4615-5756

Гульвира Бауржанқызы Бекешова – техника ғылымдарының магистрі, Ақпараттық қауіпсіздік кафедрасының оқытушысы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан Республикасы; e-mail: bekeshova_gb@enu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1635-4693.

Лили Нурлияна Абдулла – PhD, қауымдастырылған профессор, Мультимедиа кафедрасы, Компьютер ғылымдары және ақпараттық технологиялар факультеті, Путра Малайзия университеті; Серданг, Селангор, Малайзия; e-mail: liyana@upm.edu.my. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8704-2390.

Information about the authors

Aigul Shaikhanova* – PhD, Professor of the Department of Information Security, Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: shaikhanova_ak@enu.kz, ORCID: https://orcid.org/0000–0001–6006–4813

Gulmira Shangytbayeva – PhD, Associate Professor of the Department of Informatics and Information Technologies, Zhubanov University, Aktobe, Republic of Kazakhstan; e-mail: gulmjanet@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000–0003–4615–5756.

Gulvira Bekeshova – Master of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Information Security, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan; e-mail: bekeshova_gb@enu.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1635-4693.