

DOI: 10.22363/2312-8631-2024-21-1-86-104

EDN: PDJNIG

УДК 378.1

Научная статья / Research article

Визуализация процедуры оценки качества цифровой образовательной среды по модели «Прозрачный ящик»

Н.И. Пак¹, А.А. Сыромятников¹✉,
Т.А. Степанова¹, Д.О. Куулар²

¹Красноярский государственный педагогический университет имени В.П. Астафьева,
Красноярск, Российская Федерация

²Тувинский государственный университет, Кызыл, Российская Федерация

✉ syromyatnikov@kspu.ru

Аннотация. *Постановка проблемы.* Современные когнитивные технологии позволяют создавать наглядные и интеллектуальные средства мониторинга и оценки качества объектов и ресурсов. Модель «Прозрачный ящик» может обеспечить высокую интерактивность и визуализацию мониторинговых данных для анализа и принятия управляющих решений по развитию цифровых образовательных сред учреждений (ЦОС). Цель работы – обосновать модель «Прозрачный ящик» для визуализации процедуры мониторинга ЦОС образовательных учреждений на основе объектно-структурной карты, содержащей ее структурные и функциональные компоненты с топологическим набором статистических и мониторинговых показателей. *Методология.* В модели «Прозрачный ящик» для образовательных ресурсов предусматривается построение объектно-структурной карты всех компонент (ОСК). Для создания ОСК цифровой образовательной среды удобно использовать объектно ориентированный подход. При этом компоненты среды (объекты) и их взаимосвязи следует структурировать иерархически сверху вниз или снизу вверх. Топологическая объектно ориентированная структура ЦОС с целевыми компонентами в виде объектно-структурной карты представляет каркас модели «Прозрачный ящик». Большую значимость в ОСК играют функциональные свойства и потоки информации между объектами. Они формируют механизмы, определяющие результативность достижения целевых показателей среды. Объекты и их связи наделяются критериальными показателями, которые оцениваются экспертами. Наложение на ОСК тепловой карты, по цветности ее компонент, соответствующих экспертным оценкам, определяет визуализированную картину состояния среды в целом и отдельных ее участков в частности. Главной особенностью модели является ее топологическая интерактивность, позволяющая отображать оценочные и мониторинговые показатели среды для анализа и принятия управляющих решений по развитию ЦОС. *Результаты.* Предложена инновационная модель «Прозрачный ящик» в виде объектно-структурной карты цифровой образовательной среды учреждений образования для проведения оценочных и мониторинговых процедур. Показаны преимущества использования объектно ориентированного подхода для

© Пак Н.И., Сыромятников А.А., Степанова Т.А., Куулар Д.О., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

разработки ОСК. Сбор, накопление и обработка данных для мониторинга развития ЦОС учреждения осуществляются традиционными способами, например с помощью Яндекс-форм, которые заполняются представителями исследуемой организации. Для практической реализации предложенной модели целесообразно создать специальное веб-приложение, визуализирующее процесс мониторинга ЦОС и предоставляющее пользователям удобный интерфейс для анализа и принятия управляющих решений по дальнейшему развитию среды. *Заключение.* Обоснована модель «Прозрачный ящик» для визуализации процедуры мониторинга ЦОС образовательных учреждений на основе объектно-структурной карты, содержащей ее структурные и функциональные компоненты с топологическим набором статистических и мониторинговых показателей. Предложенная модель обеспечивает высокую интерактивность и визуализацию мониторинговых данных для анализа и принятия управляющих решений по развитию цифровых образовательных сред учреждений образования.

Ключевые слова: цифровая трансформация образования, визуализация мониторинга, объектно-структурная карта, тепловая карта, топологический набор, статистические и мониторинговые показатели

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 21 сентября 2023 г.; доработана после рецензирования 15 октября 2023 г.; принята к публикации 27 октября 2023 г.

Для цитирования: Пак Н.И., Сыромятников А.А., Степанова Т.А., Куулар Д.О. Визуализация процедуры оценки качества цифровой образовательной среды по модели «Прозрачный ящик» // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2024. Т. 21. № 1. С. 86–104. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2024-21-1-86-104>

Visualization of the procedure for assessing the quality of the digital educational environment using the “Transparent box” model

Nikolay I. Pak¹, Alexey A. Syromyatnikov¹✉,
Tatyana A. Stepanova¹, Dolaana O. Kuular²

¹Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russian Federation

²Tuvan State University, Kyzyl, Russian Federation

✉ syromyatnikov@kspu.ru

Abstract. Problem statement. Modern cognitive technologies make it possible to create visual and intelligent means of monitoring and assessing the quality of objects and resources. It is of interest to carry out such procedures from the perspective of the “Transparent box” model, which can provide high interactivity and visualization of monitoring data for analysis and making management decisions on the development of digital educational environments of institutions. The purpose of the work is to substantiate the “Transparent box” model for visualizing the procedure for monitoring the digital educational environment of educational institutions based on an object-structural map containing its structural and functional components with a topological set of statistical and monitoring indicators. The purpose of the work is to substantiate the “Transparent box” model to visualize the procedure for monitoring the digital educational environment of educational institutions based on an object-structural map containing its structural and functional components

with a topological set of statistical and monitoring indicators. *Methodology*. The “Transparent box” model for educational resources provides for the construction of their object-structural map of all components. To create an object-structural map of the digital educational environment, it is convenient to use an object-oriented approach. At the same time, the components of the environment (objects) and their relationships should be structured hierarchically from top to bottom or from bottom to top. The topological object-oriented structure of the digital educational environment with target components in the form of an object-structural map represents the framework of the “Transparent box” model. Functional properties and information flows between objects play great importance in the object-structural map. They form the mechanisms that determine the effectiveness of achieving environmental targets. Objects and their connections are endowed with criteria indicators, which are assessed by experts. The overlay of a heat map on the object-structural map, the color of its components corresponding to expert assessments, determines a visualized picture of the state of the environment in general and its individual sections in particular. The main feature of the model is its topological interactivity, which allows one to display evaluation and monitoring indicators of the environment for analysis and making management decisions on the development of the digital educational environment. *Results*. An innovative “Transparent box” model is proposed in the form of an object-structural map of the digital educational environment of educational institutions for conducting assessment and monitoring procedures. The use of an object-oriented approach to develop an object-structural map is justified. The collection, accumulation and processing of data to monitor the development of the institution’s digital educational environment is carried out in traditional ways, for example, using Yandex forms, which are filled out by representatives of the organization under study. For the practical implementation of the proposed model, it is advisable to create a special web application that visualizes the process of monitoring the digital educational environment and provides users with a convenient interface for analysis and making management decisions on the further development of the environment. *Conclusion*. The “Transparent box” model is substantiated for visualizing the procedure for monitoring the digital educational environment of educational institutions based on an object-structural map containing its structural and functional components with a topological set of statistical and monitoring indicators. The proposed model provides high interactivity and visualization of monitoring data for analysis and management decisions on the development of digital educational environments of educational institutions.

Keywords: digital transformation of education, monitoring visualization, object-structural map, heat map, topological set, statistical and monitoring indicators

Conflicts of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Article history: received 21 September 2023; revised 15 October 2023; 27 October 2023.

For citation: Pak NI, Syromyatnikov AA, Stepanova TA, Kuular DO. Visualization of the procedure for assessing the quality of the digital educational environment using the “Transparent Box” model. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2024;21(1):86–104. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2024-21-1-86-104>

Постановка проблемы. В последние годы цифровая трансформация образования охватывает все его сферы. Особую актуальность приобретают вопросы глубоких преобразований с применением цифровых технологий для системы дополнительного образования детей. В первую очередь эффективность цифровой трансформации связывают с появлением и развитием цифровой образовательной среды (ЦОС), создающей условия для инновационных и прорывных решений по повышению качества обучения и воспитания обучающихся. Цифровая среда нацелена на обеспечение комфортных условий реализации программ дополнительного образования конкретных образова-

тельных учреждений. Однако создание цифровой образовательной среды как системы информационно-образовательных ресурсов и инструментов, исключая глубокие преобразования в профессиональной деятельности педагогов, обновление практик обучения и воспитания молодежи, не всегда может обеспечить требуемые показатели. В связи с этим объективизация оценки и мониторинга деятельности цифровой образовательной среды с точки зрения ее влияния на качество образовательного процесса представляет собой научно-методическую проблему.

Традиционные способы мониторинга ЦОС опираются на ее критериальные модели оценки качества и, как правило, используют рейтинговые шкалы измерителей. При этом оценочные процедуры осуществляются с использованием модели «Черный ящик». Несмотря на широкое распространение этой модели в оценочных целях, она имеет ряд недостатков и, по всей видимости, в эпоху когнитивных и цифровых технологий ее потенциал во многом исчерпан.

Современные когнитивные технологии позволяют создавать интерактивные, визуальные и интеллектуальные средства для оценки и мониторинга качества объектов и ресурсов. Имеет смысл проводить эти процедуры с точки зрения модели «Прозрачный ящик», которая может обеспечить высоковизуализированные данные мониторинга для анализа и разработки управленческих решений по развитию цифровой образовательной среды в учреждениях.

Цель исследования – обосновать модель «Прозрачный ящик» для визуализации процедуры мониторинга ЦОС учреждений дополнительного образования на основе объектно-структурной карты, содержащей ее структурные и функциональные компоненты с топологическим набором статистических и мониторинговых показателей.

Создание и развитие цифровых образовательных сред в учреждениях дополнительного образования связаны с необходимостью [1–3]:

- обеспечить в системе непрерывного образования подготовку большого количества обучающихся на разных уровнях, формах и видах образования;
- использовать в обучении новые технологии виртуальной и дополненной реальности, онлайн-образование;
- расширить каналы доступа к образовательному контенту,
- адаптировать педагогические технологии с учетом геймификации, виртуализации, индивидуализации образования;
- усилить акцент на формирование компетенций, обеспечение практического опыта обучающихся с учетом образовательных запросов.

Процесс мониторинга ЦОС образовательного учреждения представляет собой сбор и накопление данных с целью получить статистические и прогнозные результаты ее состояния и развития.

В последнее время усилилось внимание исследователей к экспертизе и управлению качеством информационно-образовательных сред образовательных организаций. Этим вопросам, например, посвящены работы С.Л. Атанасяна, С.Г. Григорьева, В.В. Гриншкуна [4; 5], Г.М. Абилдиновой [6] и др. В них предлагается формировать структуру информационно-образовательной среды на системной основе, рассматривая основные виды научной, внеучебной и учебной деятельности, контроля за подготовкой обучаемых.

Практически большая часть подобных исследований осуществляется в рамках модели «Черный ящик». Под «Черным ящиком» обычно понимается объект (в нашем случае – цифровая образовательная среда), устройство которого неизвестно. Оказывая на него различные воздействия, исследователи наблюдают отклик, позволяющий установить закономерности между входным и выходным сигналами [7].

Несмотря на значительный потенциал этой модели, в последнее время начинает приобретать большую привлекательность модель «Прозрачный ящик», обоснованная Н. Винером [8]. Для использования модели «Прозрачный ящик» необходимо смоделировать устройство, которое должно быть известно и доступно для наблюдения и анализа. Представляется, что реализация модели «Прозрачный ящик» с помощью компьютерных технологий позволит обеспечить высокую степень интерактивности и визуализации оценочных и мониторинговых процедур.

Методология. Как отмечено выше, практически все критериальные мониторинговые оценки качества объектов и ресурсов осуществляются по модели «Черный ящик». Сбор, накопление и статистическая обработка данных производятся с помощью специальных программных инструментов, в которых итоговые результаты представляются в виде диаграмм, гистограмм и других наглядных материалов.

В отличие от «Черного ящика», в модели «Прозрачный ящик» предусматривается построение объектно-структурной карты (ОСК) всех компонент образовательной среды, обобщенный вид которой показан на рис. 1.

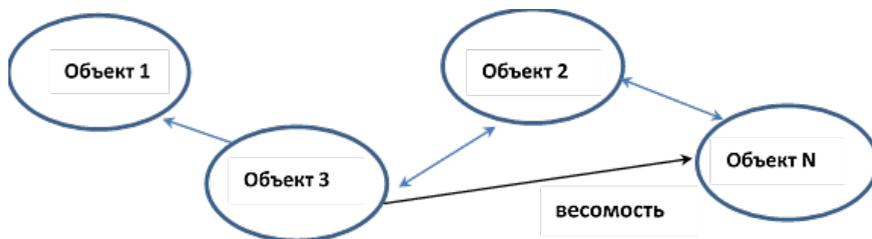


Рис. 1. Объектно-структурная карта среды

Источник: создано Н.И. Паком, А.А. Сыромятниковым, Т.А. Степановой, Д.О. Куулар.

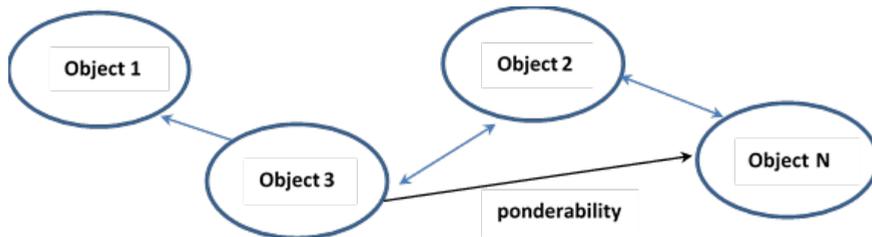


Figure 1. Object-structure map of the environment

Source: created by Nikolay I. Pak, Alexey A. Syromyatnikov, Tatyana A. Stepanova, Dolaana O. Kuular.

Отношения между объектами являются ориентированными в одну или в обе стороны, имеют весовой коэффициент, определяющий качество этого отношения между объектами.

В качестве целевых ориентиров муниципального управления развитием дополнительного образования выделяют цели формирования [9]:

- единого образовательного пространства для качественного предоставления услуг и условий, отвечающих образовательным потребностям всех слоев и групп населения;

- практики социализации и воспитания подрастающего поколения средствами дополнительного образования.

Цифровая образовательная среда организации дополнительного образования может способствовать решению задач:

- модернизации образовательного процесса на основе тех технологий, которые будут использованы обучающимися;

- обновления форм и механизмов воспитательной работы на основе соучастия, самоорганизации обучающихся;

- формирования сообщества образовательного учреждения, содействующего формированию компетенций выпускников;

- позиционирования образовательного учреждения в культурно-образовательном пространстве города, края и Российской Федерации посредством вхождения в федеральные, краевые программы и проекты развития, и культурно-образовательное пространство разного масштаба.

Особое значение создание цифровой образовательной среды имеет с точки зрения двух ведущих характеристик потенциала дополнительного образования: персонализации и мотивации. Цифровизация открывает значительные возможности для совершенствования образовательного процесса, управления и коммуникации с семьями в дополнительном образовании [10].

Таким образом, можно выделить группы задач цифровой образовательной среды организации дополнительного образования детей:

- организационно-управленческие:

- информирование заинтересованных лиц (дети, родители) об образовательных программах, графике учебного процесса, событиях и т. п.;

- оперативная дистанционная коммуникация субъектов образовательного процесса (учащихся, педагогических работников, родителей (законных представителей), администрации, органов управления в сфере образования, общественности);

- дистанционное взаимодействие организации дополнительного образования детей с иными организациями социальной сферы: другими учреждениями дополнительного образования детей, учреждениями культуры, здравоохранения, спорта, досуга, службами обеспечения безопасности жизнедеятельности;

- мониторинг и фиксация результатов деятельности организации дополнительного образования, показателей развития цифровой образовательной среды;

- образовательные:

- размещение и доступ учащихся к цифровым образовательным ресурсам;

- фиксация достижений учащихся (например, в рамках электронного портфолио);

- технологические:

- обеспечение цифровыми техническими средствами проведение учебных занятий, в том числе дистанционных;

– снабжение учащихся программным инструментарием, необходимым для проведения учебных занятий;

– поддержка функционирования среды.

Для решения поставленных задач ЦОС должна включать следующие компоненты:

– аппаратный – оборудование рабочих мест преподавателя и учащегося, предусматривающее проведение любых занятий (аудиторных, дистанционных, гибридных);

– программный – приложения и сервисы, обеспечивающие размещение образовательного контента и доступ к нему учащихся и педагогических работников, а также программные инструменты для выполнения учебных заданий, контроля и управления;

– содержательный – цифровые образовательные ресурсы, необходимые для учебной деятельности учащихся, а также организационно-справочная информация.

На рис. 2 показана обобщенная структурно-логическая схема основной образовательной деятельности учреждений дополнительного образования.

Важным критерием качества ЦОС является доступ ко всем сервисам и удобство работы для всех участников образовательного процесса. На основании схемы рис. 2 можно описать состав программного обеспечения ЦОС:

– веб-сайт организации, отражающий деятельность организации дополнительного образования и осуществляющий функции информационного обеспечения;

– LMS (система управления учебным процессом) – обеспечивает хранение, создание и доступ к цифровым образовательным ресурсам и управление процессом обучения; возможны два варианта реализации LMS: программно-аппаратный (системы Moodle, e-Learning 4G и т. п.) и облачный (Google Classroom, Mail.ru и др.);

– программный инструментарий – набор приложений и сервисов, необходимых для реализации образовательных программ (например, 3D-моделирование, компьютерная анимация, компьютерная графика, робототехника и др.);

– система видео-конференц-связи (ВКС) – средство дистанционного интерактивного онлайн-взаимодействия организации с удаленными обучаемыми (Zoom, Google Meet, Discord, «Сферум»);

– коммуникационные сервисы – распространенные системы WhatsApp, Telegram и др., а также социальные сети («ВКонтакте» и др.);

– электронное портфолио – облачный сервис, позволяющий размещать и сохранять информацию об учебных и иных достижениях обучаемого (например, удобный и бесплатный сервис 4portfolio.ru);

– система поддержки компьютерных технологий – набор инструментальных программ и приложений для создания и использования ЦОР;

– корпоративный портал – интегрирует различные программно-аппаратные средства управления (документооборот, бухгалтерский и финансовый учет, кадры, контингент обучаемых, расписание, ЦОР и пр.);

– система онлайн-мониторинга – сервисы для информирования всех участников образовательного процесса для управления и отчетности по показателям эффективности деятельности организации.

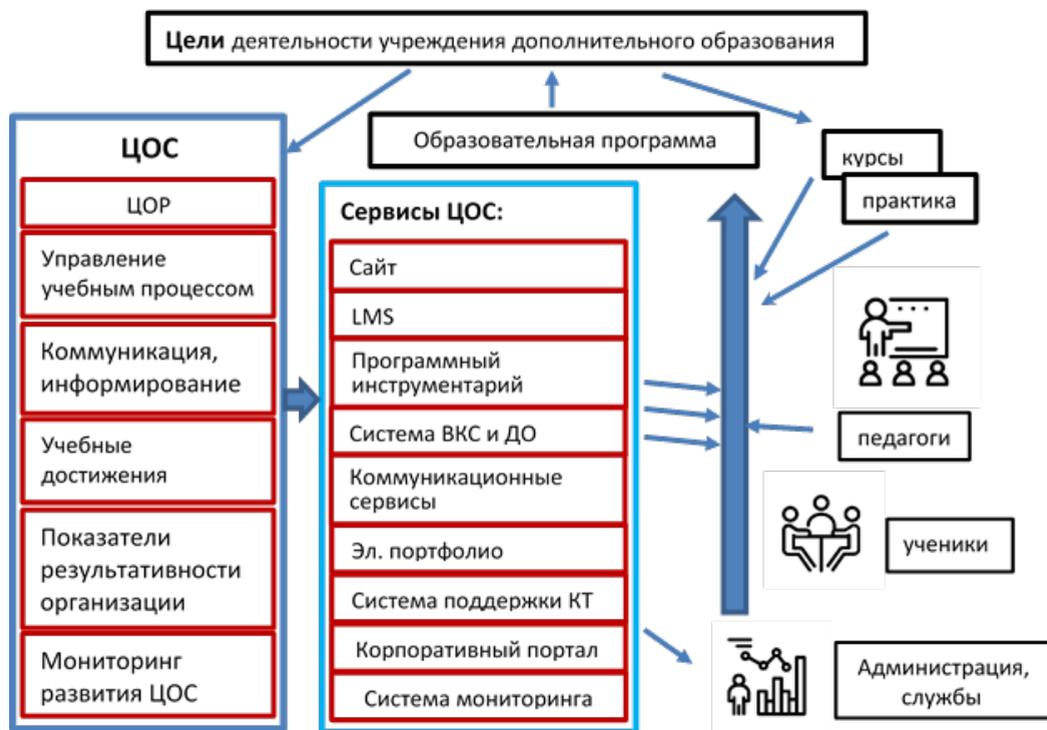


Рис. 2. Структурно-логическая схема информационной деятельности учреждений дополнительного образования

Источник: создано Н.И. Паком, А.А. Сыромятниковым, Т.А. Степановой, Д.О. Куулар.

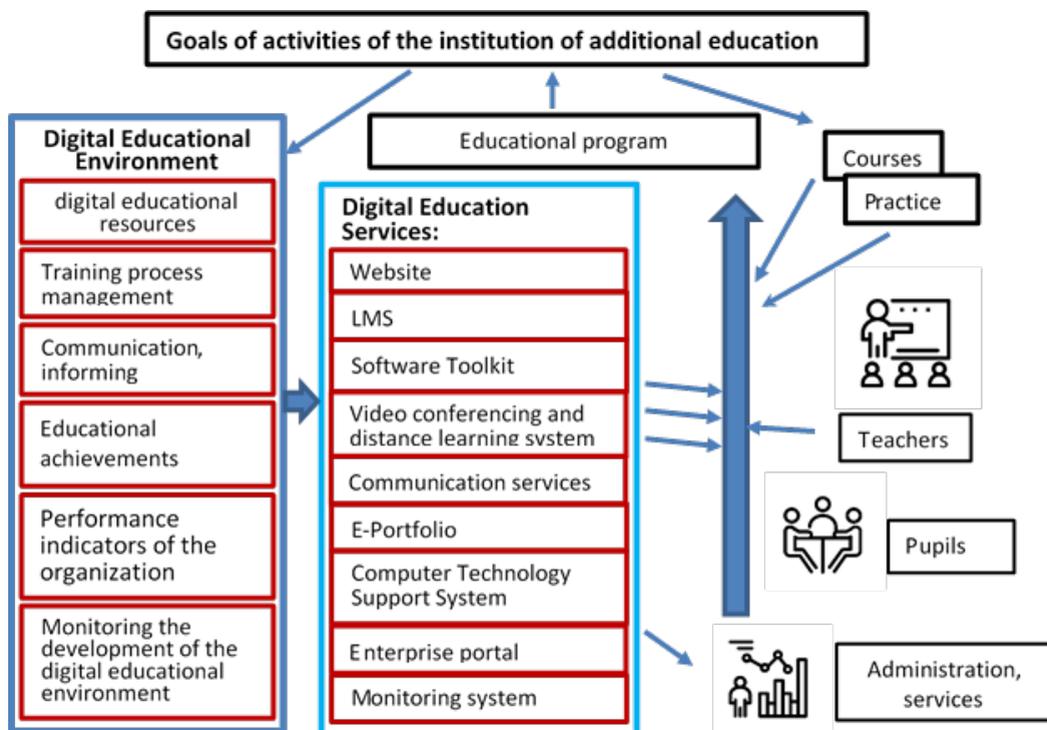


Figure 2. Structural and logical diagram of information activities of institutions of additional education

Source: created by Nikolay I. Pak, Alexey A. Syromyatnikov, Tatyana A. Stepanova, Dolaana O. Kuular.

Для создания ОСК цифровой образовательной среды будем использовать в качестве объектов ее основные компоненты: материально-техническая база, информационные системы, информационно-образовательные ресурсы, управление учебным процессом, официальный сайт. На рис. 3 показана объектно-структурная карта ЦОС учреждения дополнительного образования, разработанная по материалам [11]. Эта ОСК представляет каркас модели «Прозрачный ящик».

Каждый из пяти объектов имеет свои свойства (интегральные количественные и качественные показатели) и может быть представлен в виде собственной объектно-структурной карты объекта. Например, на рис. 4 показана карта по объекту «Материально-техническая база».

Результативность (качество) ЦОС учреждения дополнительного образования можно оценить по возможности осуществлять эффективно традиционные, инновационные и дивергентные технологии (практики) образовательной деятельности. Их уровень (низкий, средний, высокий) представляет важнейший мониторинговый показатель качества ЦОС.

Важнейшими показателями «цифровой зрелости» организаций образования на всех уровнях (муниципальном, региональном, федеральном) являются обобщенные средние значения пяти показателей¹:

– доля обучающихся, по которым осуществляется ведение цифрового профиля;

– доля обучающихся, по которым предложены рекомендации по повышению качества обучения и формирования индивидуальных траекторий с использованием цифрового портфолио учащегося;

– доля педагогических работников, получивших возможность использования верифицированного цифрового образовательного контента и цифровых образовательных сервисов;

– доля обучающихся, имеющих возможность бесплатного доступа к электронному образовательному контенту и сервисам для самостоятельной подготовки;

– доля заданий в электронной форме для учащихся, проверяемых с использованием технологий автоматизированной проверки.

Каждый из этих показателей следует представлять в нормированной форме (относительно к числу обучающихся в муниципальных, региональных и федеральном границах). Соответственно, оценивать эти показатели можно по уровням: низкий, средний и высокий.

Возможный информационный портрет текущего сценария оценки качества ЦОС конкретной организации после получения данных показан на рис. 5.

¹ Методика расчета показателя «Достижение „Цифровой зрелости“ ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления». Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 18.11.2020 г. № 600. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Mintsifry-Rossii-ot-18.11.2020-N-600/> (дата обращения: 16.10.2023).



Рис. 3. Объектно-структурная карта ЦОС

Источник: создано Н.И. Паком, А.А. Сыромятниковым, Т.А. Степановой, Д.О. Куулар.

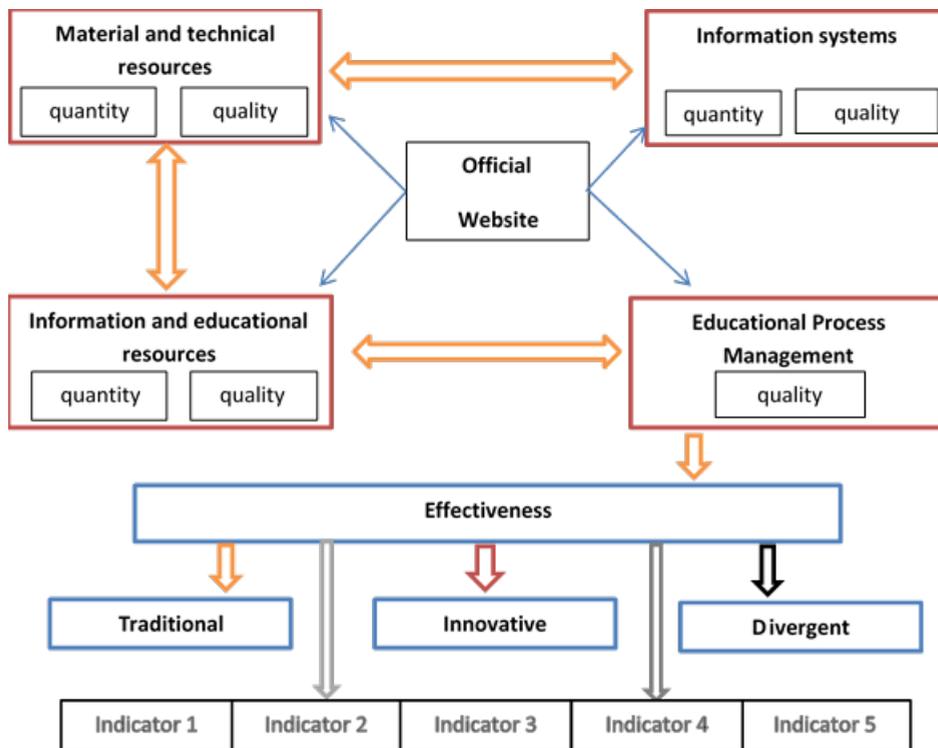


Figure 3. Object-structural map of the digital educational environment

Source: created by Nikolay I. Pak, Alexey A. Syromyatnikov, Tatyana A. Stepanova, Dolaana O. Kuular.



Рис. 4. Структурная карта объекта «Материально-техническая база»

Источник: создано Н.И. Паком, А.А. Сыромятниковым, Т.А. Степановой, Д.О. Куулар.

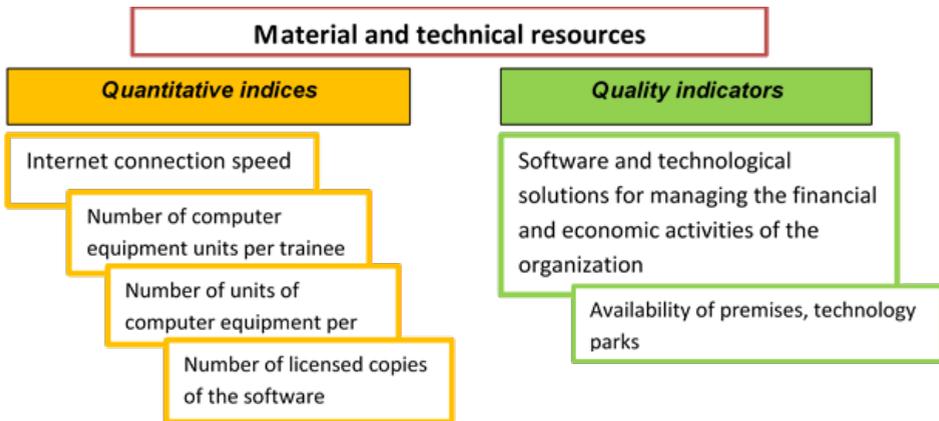


Figure 4. Structure map of the object “Material and technical base”

Source: created by Nikolay I. Pak, Alexey A. Syromyatnikov, Tatyana A. Stepanova, Dolaana O. Kuular.

Для наглядности определим три цвета для отражения качественных уровней любой компоненты среды: красный – низкий; желтый – средний; зеленый – высокий.

Большую значимость в ОСК играют функциональные свойства и потоки информации между объектами. Они формируют механизмы, определяющие результативность достижения целевых показателей среды. Объекты и их связи наделяются критериальными показателями, которые оцениваются экспертами. Связи также следует закрасивать соответствующими цветами, в зависимости от их весомости. Определение цветовой палитры элементов схемы (уровня качества) удобно осуществлять по методике кластеризации [12].

Наложение на ОСК тепловой карты, по цветности соответствующей экспертным оценкам, определяет визуализированную картину состояния среды в целом и отдельных ее участков в частности. Главной особенностью модели является ее топологическая интерактивность, позволяющая отображать оценочные и мониторинговые показатели среды для анализа и принятия управляющих решений по развитию ЦОС.



Рис. 5. Тепловая карта ЦОС

Источник: создано Н.И. Паком, А.А. Сыромятниковым, Т.А. Степановой, Д.О. Куулар.

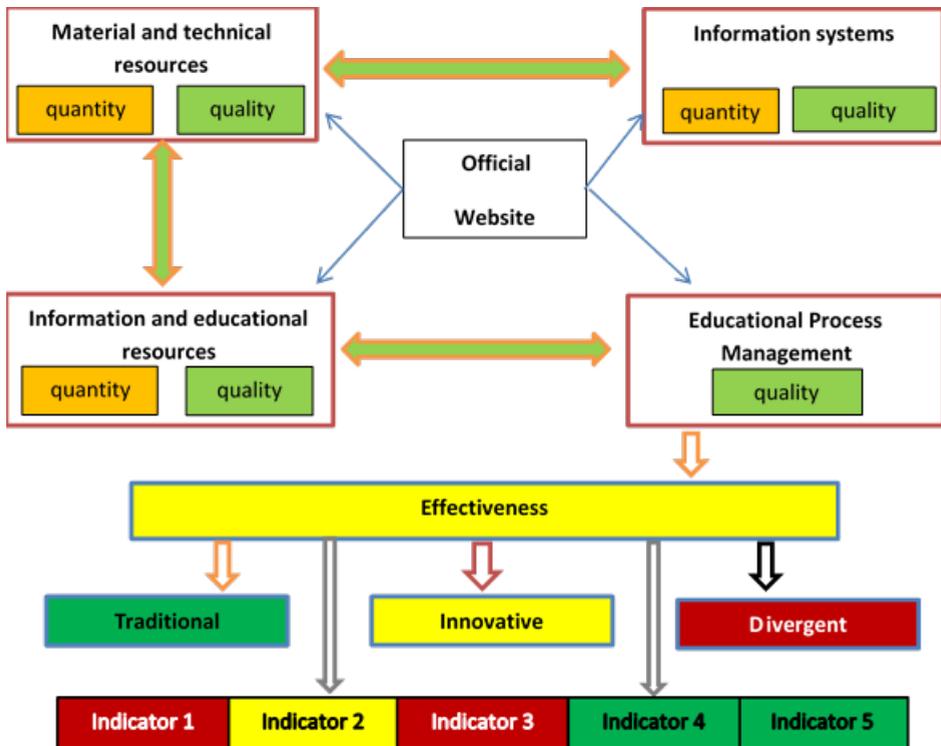


Figure 5. Thermal map of the digital educational environment

Source: created by Nikolay I. Pak, Alexey A. Syromyatnikov, Tatyana A. Stepanova, Dolaana O. Kuular.

Результаты и обсуждение. В качестве информационной поддержки критериальной модели оценки качества цифровой образовательной среды создан специальный сайт мониторинга цифровой образовательной среды учреждений дополнительного образования (рис. 6.) [13].



Рис. 6. Главная страница сайта мониторинга цифровой образовательной среды учреждений дополнительного образования

Источник: создано Н.И. Паком, А.А. Сыромятниковым, Т.А. Степановой, Д.О. Куулар.

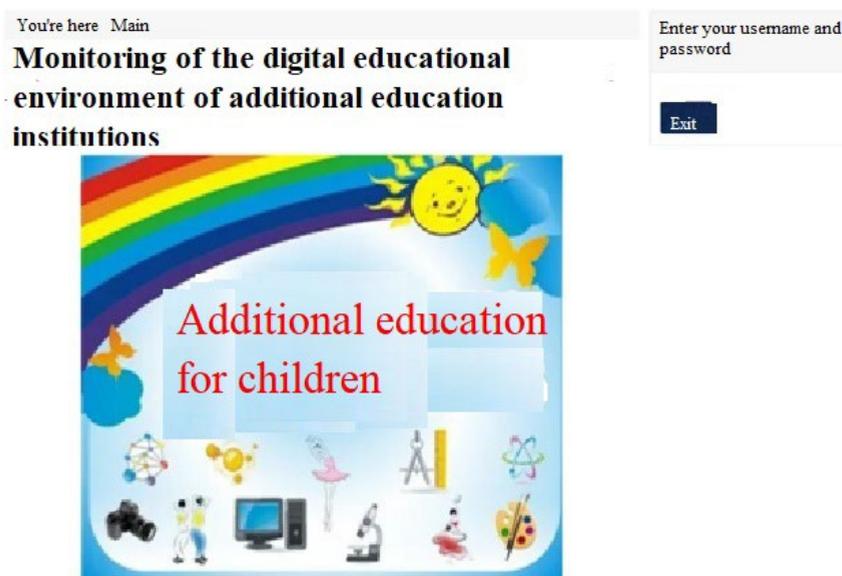


Figure 6. The main page of the site for monitoring the digital educational environment of institutions of additional education

Source: created by Nikolay I. Pak, Alexey A. Syromyatnikov, Tatyana A. Stepanova, Dolaana O. Kuular.

Для внесения данных для мониторинга организация может воспользоваться либо предназначенным для этого разделом сайта (рис. 7), либо возможностями облачных сервисов и вносить данные в созданную для этих целей Яндекс-форму (рис. 8).

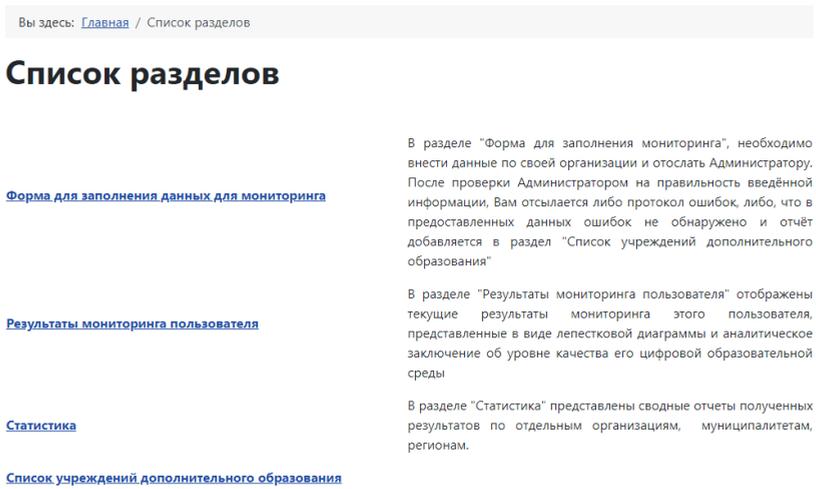


Рис. 7. Список разделов сайта мониторинга цифровой образовательной среды учреждений дополнительного образования

Источник: создано Н.И. Паком, А.А. Сыромятниковым, Т.А. Степановой, Д.О. Куулар.

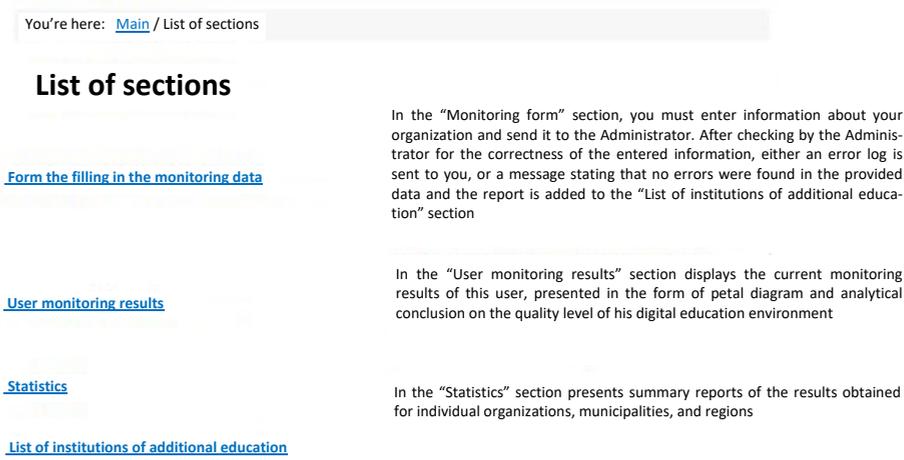


Figure 7. List of sections of the site for monitoring the digital educational environment of additional education institutions

Source: created by Nikolay I. Pak, Alexey A. Syromyatnikov, Tatyana A. Stepanova, Dolaana O. Kuular.

Независимо от того, каким способом были внесены данные, результаты мониторинга хранятся в реляционной базе сервера под управлением СУБД MySQL.

Данные мониторинга подвергаются статистической обработке с целью их обобщения, систематизации, определения статистических характеристик [14]. Предусмотрен расчет мер центральной тенденции, мер изменчивости, а также мер связи. При формировании отчетов происходит мониторинг динамики изменения статистических характеристик по каждому критерию оценивания.

Для собранных данных мониторинга выполняется процедура кластеризации, упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы по

уровню качества цифровой образовательной среды учреждения (кластер высокого уровня качества ЦОС, кластер низкого уровня качества ЦОС и кластер среднего уровня качества ЦОС). При проведении кластеризации возникает проблема, связанная с неоднородностью единиц измерения, применяемых для оценки различных критериев. Для решения этой проблемы проводится предварительная стандартизация (*standardization*), или нормирование (*normalization*), которое приводит значения всех преобразованных оценок к единому диапазону значений. Это достигается путем выражения их через отношение данных значений величине, отражающей определенные свойства конкретного критерия [15]. В нашем случае для выполнения процедуры нормирования использован способ деления исходных данных на среднее квадратическое отклонение соответствующих признаков.

Рис. 8. Фрагмент многостраничной Яндекс-формы для оценивания цифровой образовательной среды учреждений дополнительного образования

Источник: создано Н.И. Паком, А.А. Сыромятниковым, Т.А. Степановой, Д.О. Куулар.

Figure 8. Fragment of a multi-page Yandex form for assessing the digital educational environment of institutions of additional education

Source: created by Nikolay I. Pak, Alexey A. Syromyatnikov, Tatyana A. Stepanova, Dolaana O. Kuular.

Наряду с процедурой нормирования данных, осуществляется процедура придания значению каждого критерия определенного коэффициента важности, или веса, который бы отражал значимость соответствующего критерия. В качестве весов выступают экспертные оценки, полученные в ходе опроса экспертов – специалистов в области оценки качества цифровой образовательной среды. Полученные произведения нормированных переменных на соответствующие веса позволяют получать расстояния между точками в многомерном пространстве с учетом неодинакового веса переменных. В ходе экспериментов проводилось сравнение результатов, полученных с учетом экспертных оценок и без них, и выбор лучшего из них.

Графическое представление статистических данных мониторинга реализовано в виде лепестковой диаграммы.

Таким образом, разработанный в качестве информационной поддержки критериальной модели оценки качества цифровой образовательной среды сайт мониторинга цифровой образовательной среды учреждений дополнительного образования является весьма эффективным веб-приложением, визуализирующим процесс мониторинга цифровой образовательной среды учреждений дополнительного образования и предоставляющим пользователям удобный интерфейс для анализа и принятия управляющих решений по дальнейшему развитию среды.

Заключение. Показатели мониторинга ЦОС организаций дополнительного образования позволяют оценить их деятельность с позиций задач цифровой трансформации образования:

- доступность цифровой инфраструктуры и оборудования;
- эффективность использования цифровых технологий и ресурсов в образовательном процессе;
- уровень цифровых навыков участников образовательного процесса;
- результативность практики мониторинга успеваемости, достижений, здоровья обучающихся;
- эффективность управления образовательной организацией.

Для участия в национальной системе мониторинга развития ЦОС каждая организация должна зарегистрироваться в системе и осуществлять заполнение специальных форм. Первичная информация вводится в систему один раз через АРМ того подразделения, где она возникает (зарождается), а затем может быть использована любым подразделением предприятия. В дальнейшем проводится корректировка этих показателей раз в год. К первичной информации следует отнести в первую очередь сведения о реализуемых программах дополнительного образования, включая данные об условиях, в которых реализуется программа. Поэтому важен порядок внесения данных: сначала данные об образовательных организациях, включая материально-техническую, ресурсную базы, кадровый состав и пр.

Главным достоинством предложенной модели «Прозрачный ящик», реализованной в виде объектно-структурной карты цифровой образовательной среды, являются ее топологичность, высокий уровень визуализации и интерактивность. Вместе с этим модель высоко технологична и достаточно проста для практической реализации.

Предложенная модель оценки качества цифровой образовательной среды организаций дополнительного образования, реализованная при помощи веб-технологий, предоставляет возможность проводить эффективную аналитику и обеспечивает процесс принятия управленческих решений на научной основе. Данная модель может быть использована в широком классе исследований, связанных с критериальными оценочными мероприятиями.

Список литературы

- [1] Global Trends 2020: Understanding Complexity: Ipsos, 2020. URL: <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-02/ipsos-global-trends-2020-understanding-complexity.pdf> (дата обращения: 16.10.2023).

- [2] Фадель Ч., Бялик М., Трилинг Б. Четырехмерное образование: компетенции, необходимые для успеха. М.: Точка, 2018.
- [3] Коннова Н.М. Модели организации образовательно-воспитательной деятельности учреждений дополнительного образования в условиях цифровой трансформации // Педагогические исследования. 2021. Вып. 3. С. 23–43.
- [4] Атанасян С.Л. Моделирование информационной образовательной среды педагогического вуза // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2008. № 2. С. 17–22.
- [5] Атанасян С.Л., Григорьев С.Г., Гринишкун В.В. Проектирование структуры информационной образовательной среды педагогического вуза // Информатика и образование. 2009. № 3. С. 90–96.
- [6] Aitynova A., Iklassova K., Abildinova G., Shaporeva A., Kopnova O., Kushumbayev A., Smolyaninova S., Aitymov Z., Karymsakova A. Development of a model of information process management in the information and educational environment of preschool education organizations // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 2. No. 3 (122). Pp. 95–105. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276253>
- [7] Эйби У.Р. Введение в кибернетику / пер. с англ. Д.Г. Лахути; под ред. В.А. Успенского. М.: Издательство иностранной литературы, 1959.
- [8] Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. 2-е изд. М.: Наука. Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983.
- [9] Кадникова М.В., Малкова А.С., Уманская М.В. Целевые ориентиры дополнительного образования: обзор нормативно-правовых документов. URL: <http://гддют.рф/wp-content/uploads/2020/09/Целевые-ориентиры-ДО.pdf?ysclid=lnse0v3sqk31209079> (дата обращения: 16.10.2023).
- [10] Косарецкий С.Г., Гошин М.Е., Беликов А.А., Евстигнеева Н.В., Жулябина Н.М., Кудрявцева М.А., Максимова А.С., Петлин А.В., Поплавская А.А., Филиппова Д.С., Янкевич С.В. Дополнительное образование детей в России: единое и многообразное / под ред. С.Г. Косарецкого, И.Д. Фрумина. М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. <https://doi.org/10.17323/978-5-7598-1956-1>
- [11] Мониторинг развития цифровой образовательной среды практик дополнительного образования детей: монография / под общ. ред. В.А. Адольфа. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2021.
- [12] Пак Н.И., Дорошенко Е.Г., Степанова Т.А., Сыромятников А.А., Хегай Л.Б. Система мониторинга развития цифровой образовательной среды практик дополнительного образования детей. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2022.
- [13] Пак Н.И., Дорошенко Е.Г., Степанова Т.А., Сыромятников А.А. Критериальная модель оценки качества цифровой образовательной среды с использованием облачных сервисов // *Информатика и образование*. 2023. Т. 38. № 3. С. 54–63. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2023-38-3-54-63>
- [14] Ганичева А.В. Прикладная статистика. М.: Лань, 2023.
- [15] Миркин Б.Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений. М.: Издательский дом Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», 2011.

References

- [1] Global Trends 2020: Understanding Complexity: Ipsos, 2020. Available from: <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-02/ipsos-global-trends-2020-understanding-complexity.pdf> (accessed: 16.10.2023).
- [2] Fadel Ch, Bialik M, Trilling B. *Four-dimensional education: competencies necessary for success*. Moscow: Tochka Publ.; 2008. (In Russ.)

- [3] Konnova NM. Models of organization of educational and upbringing activity of supplementary education institutions in the context of digital transformation. *Pedagogical Research*. 2021;(3):23–43. (In Russ.)
- [4] Atanasyan SL. Modelling of the information educational environment of pedagogical higher school. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2008;(2):17–22. (In Russ.)
- [5] Atanasyan SL, Grigoryev SG, Grinshkun VV. Designing the structure of information educational environment of pedagogical university. *Informatics and Education*. 2019;(3):90–96. (In Russ.)
- [6] Aitymova A, Iklassova K, Abildinova G, Shaporeva A, Kopnova O, Kushumbayev A, Smolyaninova S, Aitymov Z, Karymsakova A. Development of a model of information process management in the information and educational environment of preschool education organizations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023;2(3):95–105. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276253>
- [7] Ashby WR. *Introduction to cybernetics* (DG Lahuti, Transl.; VA Uspensky, Ed.). Moscow: Izdatel'stvo Inostrannoi Literatury Publ.; 1959. (In Russ.)
- [8] Wiener N. *Cybernetics, or Control and communication in animal and machine*. 2nd ed. Moscow: Nauka. Glavnaya Redaktsiya Izdaniy Dlya Zarubezhnykh Stran Publ.; 1983. (In Russ.)
- [9] Kadnikova MV, Malkova AS, Umanskaya MV. *Targeted guidelines for additional education: an overview of regulatory documents*. Available from: <http://гддют.рф/wp-content/uploads/2020/09/Целевые-ориентиры-ДО.pdf?ysclid=lnse0v3sqk31209079> (accessed: 16.10.2023). (In Russ.)
- [10] Kosaretskii SG, Goshin ME, Belikov AA, Evstigneeva NV, Zhulyabina NM, Kudryavtseva MA, Maksimova AS, Petlin AV, Poplavskaya AA, Filippova DS, Yankevich SV. *Additional education of children in Russia: unified and diverse* (SG Kosaretsky, ID Frumin, Eds.) Moscow: Izdatel'skii Dom Vysshei Shkoly Ekonomiki Publ.; 2019. (In Russ.) <https://doi.org/10.17323/978-5-7598-1956-1>
- [11] Adolf VA. (ed.) *Monitoring the development of the digital educational environment of additional education practices for children*. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev; 2021. (In Russ.)
- [12] Pak NI, Doroshenko EG, Stepanova TA, Syromyatnikov AA, Hegai LB. *System of monitoring the development of the digital educational environment of additional education practices for children*. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev; 2022. (In Russ.)
- [13] Pak NI, Doroshenko EG, Stepanova TA, Syromyatnikov AA. A criterial model for assessing the quality of the digital educational environment using cloud services. *Informatics and Education*. 2023;38(3):54–63. (In Russ.) <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2023-38-3-54-63>
- [14] Ganicheva AV. *Applied statistics*. Moscow: Lan' Publ.; 2023. (In Russ.)
- [15] Mirkin BG. *Cluster analysis methods to support decision-making*. Moscow: Izdatel'skii Dom Natsional'nogo Issledovatel'skogo Universiteta "Vysshaya Shkola Ekonomiki" Publ.; 2011. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Пак Николай Инсебович, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и информационных технологий в образовании, Красноярский государственный педагогический университет имени В.П. Астафьева, Российская Федерация, 660049, Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89. ORCID: 0000-0003-2105-8861. E-mail: koliapak@yandex.ru

Сыромятников Алексей Александрович, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информатики и информационных технологий в образовании, Красноярский

государственный педагогический университет имени В.П. Астафьева, Российская Федерация, 660049, Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89. ORCID: 0000-0002-6439-4577. E-mail: syromyatnikov@kspu.ru

Степанова Татьяна Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информатики и информационных технологий в образовании, Красноярский государственный университет им. В.П. Астафьева, Российская Федерация, 660049, Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89. ORCID: 0000-0001-9782-3641. E-mail: step1350@mail.ru

Куулар Долаана Орлан-ооловна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики, Тувинский государственный университет, Российская Федерация, 667000, Кызыл, ул. Ленина, д. 36. ORCID: 0000-0003-0927-2507. E-mail: susanasaidana@mail.ru

Bio notes:

Nikolay I. Pak, Doctor of Pedagogical Sciences, Full Professor, Head of the Department of Informatics and Information Technology in Education, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, 89 Ada Lebedeva St, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-4163-9436. E-mail: koliapak@yandex.ru

Alexey A. Syromyatnikov, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Informatics and Information Technologies in Education, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, 89 Ada Lebedeva St, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-6439-4577. E-mail: syromyatnikov@kspu.ru

Tatyana A. Stepanova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Informatics and Information Technologies in Education, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, 89 Ada Lebedeva St, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-9782-3641. E-mail: step1350@mail.ru

Dolaana Orlan-oolovna Kuular, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Informatics, Tuva State University, 36 Lenina St, Kyzyl, 667000, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-0927-2507. E-mail: susanasaidana@mail.ru