

УДК 371.6

Цифровой образовательный контент для современного урока: технология экспертизы качества

Алексей В. Босов¹, Наталия Л. Селиванова², Юлия Ю. Пустыльник³

¹ ФИЦ ИУ РАН, Москва, Россия

E-mail: ABosov@frccsc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7163-341X>

² ФГБНУ «Институт стратегии развития образования», Москва, Россия

E-mail: nselivanova2000@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6654-5992>

³ ФГБНУ «Институт стратегии развития образования», Москва, Россия

E-mail: y.pustylnik@internet.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6082-2725>

DOI: 10.26907/esd.19.3.08

EDN: MZIPFX

Дата поступления: 30 мая 2024; Дата принятия в печать: 22 августа 2024

Аннотация

Электронные обучающие системы (ЭОС) остаются предметом пристального внимания исследователей. Неотъемлемой и наиболее ответственной частью ЭОС является цифровой образовательный контент – ключевой элемент как дистанционного, так и очного общего и профессионального образования. Оценка его качества для экспертного сообщества – delicate вопрос, сложность которого обусловлена субъективностью экспертизы. Подойти к его решению с новой позиции позволяют современные средства автоматизации, развиваемые в рамках парадигмы искусственного интеллекта.

Цель статьи состоит в представлении результатов предварительного исследования подходов к повышению точности и объективности экспертизы качества цифрового образовательного контента за счет частичной автоматизации экспертных процедур.

Ведущими методами исследования являются анализ, экспертиза, моделирование, констатирующий эксперимент, описание.

В результате представлено теоретическое обоснование автоматизации экспертизы качества цифрового образовательного контента как нового междисциплинарного направления научных исследований, поставлены задачи, определены цели, методы, представлены первые результаты, полученные в рамках данного направления. Показано, что целью развития этого направления будет формирование расширенного описания процесса экспертизы качества цифрового образовательного контента, включая предложения по экспертным процедурам, реализуемым только средствами автоматизации, описание информационно-матричной модели экспертизы и интерпретации результатов автоматической экспертизы.

Новизна полученных результатов заключается в формировании теоретических основ автоматического анализа качества цифрового образовательного контента, в получении принципиально нового качества оценочных процедур контента ЭОС, опирающегося на объективные и измеримые качественные характеристики и показатели, формализованные этапы (процессы) экспертизы, количественно квалифицируемые результаты оценивания.

Ключевые слова: цифровой образовательный контент, экспертиза, качество, электронные обучающие системы, современный урок.

Digital Educational Content for a Modern Lesson: Quality Assessment Technology

Alexey Bosov¹, Natalia Selivanova², Yulia Pustynnik³

¹ FRC CSC RAS, Moscow, Russia

E-mail: ABosov@frccsc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7163-341X>

² Federal State Budget Scientific Institution "Institute for Strategy of Education Development"

E-mail: nselivanova2000@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6654-5992>

³ Federal State Budget Scientific Institution "Institute for Strategy of Education Development"

E-mail: y.pustynnik@internet.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6082-2725>

DOI: 10.26907/esd.19.3.08

EDN: MZIPFX

Submitted: 30 May 2024; Accepted: 22 August 2024

Abstract

Widely and universally used e-learning systems (ELS) remain the subject of close attention of researchers. An integral and most important part of the ELS is digital educational content. This is a key element for both distance and full-time education, and in recent years it has been widely used not only in higher education, but also in general education. Assessing the quality of educational content for the expert community is a delicate issue, the complexity of which is due to the examiner subjectivity. Modern automation tools, developed within the framework of the artificial intelligence paradigm, which have already demonstrated the ability to solve various problems, allow us to approach this issue from a new position.

The purpose of the article is to present the results of a preliminary study of approaches to increasing the accuracy and objectivity of the examination of the quality of digital educational content through partial automation of expert procedures.

The leading research methods are analysis, examination, modeling, ascertaining experiment, description.

As a result, a theoretical justification for automating the examination of the quality of digital educational content as a new interdisciplinary scientific research area is presented, tasks are set, goals and methods are defined, and the first results obtained within this area are presented. It is shown that the development goal will be the formation of an expanded description of the process of examination of the quality of digital educational content, including proposals for expert procedures implemented only by automation means, description of the examination information model and interpretation of the results of automatic examination.

The novelty of the results obtained lies in the formation of the theoretical foundations for automatic analysis of the digital educational content quality. This will form a fundamentally new quality of assessment procedures in relation to electronic means of teaching and education, based on objective and measurable qualitative characteristics and indicators, formalized stages (processes) of examination, and quantitatively qualified assessment results.

Keywords: digital educational content, expertise, quality, e-learning systems, modern lesson.

Введение

1.1 Актуальность проблемы

Цифровая трансформация образования на современном этапе сопровождается созданием и контентным наполнением электронных обучающих систем (далее – ЭОС), снижением возрастной границы и количественным ростом контингента их пользователей. На системной основе поддерживается развитие цифровой образовательной среды, в том числе государственных информационных систем, интегрированных с ЭОС и обеспечивающих дидактическую поддержку реализации Федеральных государственных образовательных стандартов общего образования. Вместе с тем в образовательном пространстве функционируют ЭОС отдельных образовательных организаций и негосударственного сектора экономики.

Развитие и повышение доступности технологий привело к созданию значительных объемов цифрового образовательного контента (далее – ЦОК) рядовыми пользователями. В последние годы этот контент широко применяется как в сферах высшего и дополнительного образования, так и в общем образовании – на уроках и в домашней самостоятельной работе школьников (Ivanova & Osmolovskaya, 2014). Это привело к расширению спектра методов и средств обучения и воспитания, вызвало значительный научный интерес и рост числа психолого-педагогических исследований в данной сфере. Общеизвестно, что ЦОК потенциально может содействовать усилению учебной мотивации, повышению эффективности освоения содержания образования, оптимизации хода контрольных мероприятий. При этом исследователи отмечают риски цифровизации общего образования, в первую очередь выделяют риск чрезмерного увлечения в образовательном процессе игровыми формами и внешними эффектами контента в ущерб комплексному достижению планируемых результатов образования. Нельзя не учитывать и потенциально существующую опасность представления в составе контента ненаучных, устаревших, непроверенных, ошибочных или сфабрикованных данных (Solov'ev & Krivcov, 2019).

Вопрос качества образовательного контента, в том числе цифрового, не нуждается в подтверждении актуальности. Он всегда находится в фокусе внимания экспертного сообщества, оставаясь при этом принципиально важным. Экспертиза качества цифрового образовательного контента проводится сегодня в обязательном порядке в отношении электронных учебников и учебных пособий, размещаемых в государственных информационных системах. Экспертная оценка ЦОК в других ЭОС не является обязательной и зачастую не проводится в полной мере. Актуальность нашего исследования обусловлена противоречием между растущими объемами ЦОК и трудоемкостью процедур экспертизы его качества.

Если качество функционального наполнения ЭОС определяется особенностями программного обеспечения, то качество контента – это вопрос, относящийся к профессиональному педагогическому сообществу, к специалистам в сфере содержания, форм и методов образования. Традиционно анализ качества выполняется экспертом – человеком, который обладает существенным опытом в предмете экспертизы и собственной профессиональной позицией. В силу этого выводам эксперта свойственна субъективность. Любая оценочная или даже доказательная база в таких экспертизах отражает личность эксперта, его индивидуальные взгляды на предмет экспертизы, и потому добиться полной объективности экспертной позиции нельзя. Аналогично, не менее затруднительны попытки обобщения опыта разных экспертов по одному и тому же предмету экспертизы. Однако, если ставить вопрос автоматизации анализа и оценки качества ЦОК, то обнаруживается несомненный потенциал, обеспечиваемый колоссальным скачком в развитии ин-

теллектуальных информационных технологий, прежде всего систем и методов машинного обучения. Современные технологии позволяют решать задачи, которые эксперту в принципе не под силу, а объективность решений не вызывает сомнений. Кроме того, по оценкам специалистов, этим технологиям имманентно присущи способности самообучаться, агрегировать и обобщать знания. Таким образом, актуальной научной проблемой является исследование области экспертизы качества ЦОК как прикладного объекта для систем и методов машинного обучения с целью частичной автоматизации основных этапов процесса экспертизы.

До настоящего времени вопросы автоматизации процедур экспертного анализа качества образовательного контента в педагогике не поднимались.

1.2 Анализ отечественной и зарубежной литературы по проблеме исследования

В работах отечественных и зарубежных исследователей освещены различные аспекты использования образовательного контента в информационно-образовательных средах. В условиях цифровой трансформации образовательного пространства исследователи поднимают вопросы конструирования электронных обучающих систем и электронных учебников (Ivanova et al., 2017; Ivanova, 2015; Sukhovienko, 2005; Sychev & Denisov, 2024 и др.).

Анализ теоретико-методологических подходов к развивающей педагогической экспертизе образовательного пространства проведен в работах (Kiseleva et al., 2018; Kiseleva et al., 2019; Vlasova et al., 2021). Теоретический анализ современной экспертной деятельности в сфере образования и педагогической экспертизы в сфере воспитания проведен Е. В. Киселевой (Kiseleva, 2020). Теоретические и методические основы экспертизы ЦОК заложены исследованиями позиций субъектов образовательных отношений в условиях цифровой трансформации образовательного пространства (Stepanov et al., 2022). В условиях перенасыщенности рынка ЦОК возрастает значимость критерия педагогической целесообразности для отбора качественных материалов для ЭОС. Разработаны подходы к методической экспертизе, включающей экспертную оценку педагогической целесообразности и результативности применения ЦОК в профессиональной деятельности педагога-предметника, классного руководителя, воспитателя (Selivanova et al., 2021; Vlasova, 2021).

Самостоятельное направление в этой области сформировали исследования принципов и подходов к процессу создания электронных средств обучения. Так, дидактические принципы конструирования средств электронного обучения в вузах и сценарный подход к процессу конструирования электронного учебника сформулированы в работах Я. Г. Мартюшовой (Martyushova, 2017; Martyushova, 2018). Большую роль в таких исследованиях стали играть междисциплинарные аспекты разработки электронных учебников для университетов, пополняющие методы педагогики средствами математики и информатики (Mkhitarian et al., 2020). Более глубокая систематизация принципов и методов конструирования цифровых образовательных ресурсов выполнена на методической базе математического и информационно-технологического аппарата (Bosov et al., 2022a; Bosov et al., 2022b). Эти исследования создают научный базис для операционализации понятия «качество ЦОК».

Подходы к выделению критериев эргономико-гигиенической экспертизы ЦОК и оценки соответствия технологий взаимодействия с ЭОС возрастным нормам и возможностям обучающихся представлены в работе (Shisharina et al., 2020). На основе реальных диагностических результатов обоснована взаимозависимость различных параметров оценки безопасности контента для обучающихся; охарактеризованы физиологические, социальные, личностные, психологические пара-

метры гигиенической оценки цифровых образовательных технологий в образовательных организациях; показана значимость этих параметров для оценки здоровья и благополучия обучающихся в процессе применения цифровых образовательных технологий.

Другая сторона исследовательской деятельности – это аналитический инструментарий, то есть теории, методы и алгоритмы, используемые для постановки и решения прикладных задач. Здесь активно применяются различные методы математического моделирования, статистического анализа и машинного обучения. Всплеск как исследовательского, так и прикладного интереса к таким инструментам связан с колоссальным скачком их эффективности, результативности и доступности, обеспеченным развитием как теории, так и технологий последних десятилетий. Причем среди множества прикладных областей встречаются и связанные с эксплуатацией цифровых образовательных ресурсов. Так, в методиках электронного тестирования широко используются различные вероятностные модели, в частности логистическая модель Раша (Rasch, 1980) для описания вероятности корректного ответа пользователя на задание системы и логнормальная модель для описания времени ответа пользователя на задание Ван дер Линдена (van der Linden, 2006). Современные исследования проблемы теории тестирования в большой степени направлены на повышение эффективности контроля качества образования и управления достижением образовательных результатов.

Одно из перспективных направлений в этой сфере задает идея персонификации образования, понимаемая как повышение гибкости образовательных траекторий за счет индивидуальных учебных планов и широкого применения ЦОК. В этом направлении выполнено много исследований, в том числе авторами статьи, причем в качестве технологической основы решений использовались методы машинного обучения (Bosov, 2022). Указанный аналитический аппарат, наряду с другими известными методами статистического анализа и машинного обучения, может эффективно использоваться для создания технологий экспертизы качества ЦОК.

Педагогические исследования поддержаны исследованиями в области математики.

Ниже представлен обзор авторских научных публикаций, представляющих результаты систематизации успешных разработок, которые проведены в последние годы с участием авторов статьи. Они составляют научную основу направления исследований, предлагаемого в данной статье.

Во-первых, необходимо отметить методические наработки в области конструирования ЭОС, теоретические и практические результаты по вопросам конструирования электронных учебников, включая систематизацию принципов и методов конструирования электронных образовательных средств, вычисления интегрального рейтинга и успеваемости студентов, автоматической адаптации контента электронного учебника под различные категории обучающихся, формирования индивидуальной траектории обучения. Эти результаты представлены в работах (Bosov et al., 2019; Bosov et al., 2020; Bosov et al., 2022a; Bosov et al., 2022b; Bosov, 2022).

Во-вторых, особую значимость имеет задел в вопросах анализа цифрового содержания. Имеющиеся результаты показали эффективность предлагаемого подхода и перспективность дальнейших исследований. Следующие работы подтвердили принципиальную возможность автоматизировать не только типовые вопросы управления образовательным процессом (Bosov & Ivanov, 2022; Bosov & Ivanov, 2023). В этих работах описана реализованная технология тематической классификации математических задач. По комбинации математических формул, размеченных системой TeX, и традиционных текстовых формулировок заданий оказалось

возможным очень эффективно определять тематику задания. Эта технология, по сути, и есть первый шаг в автоматизации анализа качества образовательного контента, потому что она позволяет автоматизировать определение объемных и сравнительных показателей распределения элементов ЦОК по темам, делать выводы о достаточности примеров и самостоятельных заданий и т. п. Далее, на основе этой технологии показана возможность анализа более «тонких» показателей, таких как сложность задания (это позволит определять понятные объемные и сравнительные показатели распределения элементов контента по уровням сложности) и перечень компетенций, формируемых у обучаемого, что напрямую выводит на возможность формализованного анализа контента с позиций компетентного подхода.

В дополнение к тому набору экспертных материалов математических дисциплин, что был использован в упомянутых исследованиях, мы также располагаем очень перспективным для прикладной реализации и апробации моделей корпусом материалов Всероссийской олимпиады по искусственному интеллекту (2021-2024), опыт организации и проведения которой проанализирован в работах (Pustynnik et al., 2022; Trubina & Pustynnik, 2023;). В повседневной профессиональной деятельности при реализации основных и дополнительных образовательных программ педагоги выступают в роли экспертов ЦОК. В работах показаны теоретико-методические основания отбора средств обучения для подготовки к интеллектуальным соревнованиям.

1.3 Цель и задачи исследования

Цель исследования состоит в разработке теоретических основ автоматизации экспертизы качества цифрового образовательного контента и апробации всего спектра теоретических результатов (моделей, алгоритмов, технологий) в рамках прикладных исследований учебных пособий и материалов, применяемых на современных уроках, в домашней самостоятельной работе школьников, при подготовке к школьным олимпиадам и т. п. Цель данной статьи состоит в представлении результатов предварительного исследования подходов к повышению точности и объективности экспертизы качества ЦОК за счет частичной автоматизации экспертных процедур.

Задачи статьи:

- систематизация теоретико-методологических подходов к оценке качества образовательных ресурсов;
- теоретическое обоснование автоматизации экспертизы качества ЦОК как нового междисциплинарного направления научных исследований;
- обоснование последовательности (этапности) проведения фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ по направлению.

1.4 Теоретический и практический вклад материалов статьи

Материалы статьи вносят вклад в обоснование новой области междисциплинарных научных исследований – теоретическое обоснование автоматизации экспертизы качества ЦОК, включая разработку информационных моделей, алгоритмов и принципиальных методологических положений для реализации этапов автоматической экспертизы. Это совершенно новый взгляд на процесс экспертизы образовательного контента и, в частности, на процесс экспертизы качества ЦОК для общего образования, предлагающий преобразования с опорой на объективные и измеримые качественные характеристики и показатели, формализованные этапы экспертизы, количественно квалифицируемые результаты оценивания.

Методология исследования

2.1 Подходы, лежащие в основе исследования

В основе исследования лежат системный, амбивалентный, аксиологический, личностный, возрастной подходы. При этом в работе используется весь имеющийся инструментарий педагогических исследований, включающий теоретические и эмпирические методы исследования, экспертизу, описание, анализ продуктов деятельности педагогов, рефлексию собственной педагогической деятельности, методику поискового конструирования, анкетирование преподавателей, учеников и студентов. Эти традиционные для педагогических исследований инструменты обеспечат возможности решения задач, связанных с формальным описанием процесса экспертизы качества ЦОК, определения существующих и перспективных этапов экспертизы, которые допускают автоматизацию, разработки информационных моделей экспертизы и интерпретации ее результатов.

В части решения задач междисциплинарного характера разработка математического инструментария методологически основывается на результатах успешных экспериментов, связанных с изучением возможностей и результативности использования, в частности, таких средств машинного обучения, как многоклассовые классификаторы, перцептронные и генеративные нейронные сети, самообучающиеся карты.

2.2 Этапы исследования

Статья освещает результаты первого, предварительного, этапа исследования, проведенного коллективом авторов в 2023-2024 гг. Состоявшимся итогом этого этапа стало теоретическое обоснование автоматизации экспертизы качества ЦОК как нового междисциплинарного направления научных исследований, предметом которого является информационная модель экспертизы качества ЦОК. Исследовательское направление – это в большой степени и обоснование новых задач, осмысление вызовов и перспектив. Вместе с тем, этот итог следует рассматривать в совокупности с рядом практических результатов по моделированию ЦОК и созданию методик его классификации по тематическим атрибутам, сложности, составу формируемых компетенций, которые и стали главной движущей силой, стимулом, а частично даже источником самой идеи операционализации понятия «качество цифрового образовательного контента» и позиционирования процесса экспертизы в качестве объекта для систематического изучения.

Результаты и их обсуждение

Потребность в совершенствовании процедур и инструментария экспертного анализа ЦОК возникла в связи с актуализацией проблемы качества самого распространённого цифрового средства обучения – электронного учебника. Формирование идеи обсуждаемого научного направления состоялось благодаря результатам изучения средств автоматической обработки цифровых дидактических материалов для создания электронного учебника по одной из математических дисциплин высшего образования. Базой электронного учебника стали разработанные преподавателями дидактические материалы для самостоятельной работы студентов; требовалось автоматизировать их распределение по темам, разделам и главам изучаемого курса в рамках функционирующей в университете системы дистанционного обучения. В ходе работы выявлены три типа ЦОК: тексты на естественных языках, задача автоматической обработки которых в настоящее время решается различными методами с высокой точностью; графические объекты, инструменты автоматической обработки которых в настоящее время развиваются не столь эффективно; особ-

някам стоит огромный пласт сложноструктурированных материалов – примеров и задач, содержащих текст и формулы (математические, физические, химические и т. д.). На первом этапе задача автоматизации интеллектуальной обработки ЦОК заключалась в определении их тематики инструментальными средствами. Ключевой идеей и основой решения задачи стало моделирование элементов ЦОК объектом с двумя свойствами – текстовым описанием на одном из естественных языков и набором формульных выражений на языке научной компьютерной верстки TeX. Именно обработка формульных выражений на языке TeX с дополнением традиционными методами компьютерной лингвистики привела не просто к положительному результату, а к практически содержательному алгоритму, определяющему тематику задачи с достоверностью 98% и более (Bosov & Ivanov, 2022).

Результативность предложенной модели ЦОК инспирировала продолжение исследования и расширение сферы применения успешной модели экспертизы. Источником одной из новых задач стали уже упоминавшиеся и крайне востребованные в области ЭОС методики электронного тестирования. Все они в той или иной степени оперируют атрибутом «сложность», вырабатывая на основе результата тестирования не только оценку, но и рекомендации по формированию индивидуальных образовательных траекторий. Соответственно, в ЭОС должна быть решена задача автоматизированного определения уровня сложности ЦОК. Источник следующей задачи – ФГОС высшего образования, оперирующий понятиями «компетенций», которые должны быть сформированы у обучающегося. Экспертиза качества ЦОК в контексте требований ФГОС предполагает соотнесение формируемых компетенций и формирующего их контента. Этот вопрос решен в отношении учебных заданий (примеров, задач) текстово-формульного типа (Bosov & Ivanov, 2023) и далее решается в отношении более сложного элемента ЦОК – экзаменационного билета. Довольно неожиданно, но во всех проведенных экспериментах качество оценки математического задания оказалось столь велико, что не оставляет сомнений в возможности полностью отказаться от контроля результатов автоматизированной оценки со стороны человека.

Однако необходимо отметить, что, хотя даже простое объединение всех показателей, которые оказалось возможным определять автоматически, уже дает глубокую характеристику оцениваемого материала, сумма автоматизированных оценок атрибутов и показателей не может быть приравнена к результатам полноценной системной экспертизы качества ЦОК. Обнаруживается противоречие между перспективными результатами проведенных исследований и разработок, дающих основания для расширения области применения средств автоматизации на экспертизу качества ЦОК, и отсутствием системного научного знания о теоретико-методологических основаниях алгоритмизации такой экспертизы. Для извлечения таких знаний и развития исследований в этом направлении требуется подготовить массивы хорошо выполненных экспертиз, что в настоящее время также представляет исследовательскую проблему. Таким образом, первоочередной задачей становится формализация самого предмета исследования, то есть инициирование систематического научного исследования новой области. И начать следует с модели самой экспертизы ЦОК.

Научное описание информационной модели и принципиальные методологические положения для автоматизации экспертизы опираются на объективные и измеримые качественные характеристики и показатели, формализованные этапы и направления экспертизы, алгоритмы принятия решения о качестве ЦОК на основе интерпретации интегрированных данных о промежуточных результатах экспертизы по отдельным направлениям.

Реализованный на сегодняшний день этап исследования позволил обосновать перечень задач по направлению. В их числе:

- определение и описание экспертных процедур, которые не выполняются экспертом из-за ограниченности «ручного» режима экспертизы, определение подходящих методов и средств автоматизации;
- разработка информационной модели экспертизы, в частности определение и описание наборов показателей качества, их значимости, взаимосвязи (взаимовлияния), порядка (последовательности, этапов) экспертизы;
- разработка методологии и алгоритма интерпретации результатов автоматической экспертизы;
- разработка методологии подготовки данных для машинного обучения средств автоматической экспертизы;
- определение и описание методов реализации этапов автоматической экспертизы.

Область экспертизы качества – прикладная, поэтому результатом решения перечисленных задач должны стать теоретические положения, которые составят фундаментальную платформу для соответствующих прикладных исследований. Фундаментальные исследования в этой сфере должны дать ответы на следующие прикладные вопросы:

- как работает эксперт, анализируя качество образовательного контента, и какие этапы экспертизы допускают автоматизацию;
- какие потенциально полезные экспертные процедуры не выполняются, но могут быть автоматизированы;
- какова информационная модель экспертизы (наборы показателей качества, их значимость, взаимосвязи, порядок экспертизы);
- какова информационная модель интерпретации результатов автоматической экспертизы;
- возможно ли предложить систематическую методологию подготовки данных для машинного обучения средств автоматической экспертизы;
- какие методы реализации доступны и эффективны;
- возможно ли предложить методологию интерпретации результатов экспертизы.

Результаты проведенных исследований приводят к выводу о том, что апробация теоретических положений должна быть реализована, с одной стороны, в виде психолого-педагогических исследований, направленных на уточнение теоретической модели оценки качества ЦОК, с другой стороны – в виде разработки и внедрения технологических решений.

Самостоятельным, важным и трудоемким направлением работ должна стать разработка наборов данных для машинного обучения. Современный ЦОК представляет собой мультимедийные электронные ресурсы со сложной структурой и нешаблонным набором функций. Технологические решения для их автоматизированного анализа и оценки должны позволять выполнять обработку изображений, текстов на естественных и искусственных языках, человеческой речи. Основываясь на анализе технологий искусственного интеллекта, признанных сегодня перспективными, для решения задач автоматизации этапов экспертизы мы считаем оптимальным так называемое «обучение без учителя», в основе которого лежат систематизированные и особым образом размеченные (подготовленные) массивы структурированных сведений о ходе и результатах многочисленных экспертиз ЦОК, проведенных в ручном режиме высококвалифицированными экспертами-педагогами. Это направление работ является новаторским для педагогики и тре-

бует организации междисциплинарного научного взаимодействия. Создание таких наборов – это труд, сопоставимый с созданием самого образовательного контента, отсюда констатация масштабности задачи. Столь масштабные исследования не могут быть проведены «малыми силами» – они требуют объединенных усилий единомышленников.

В предметной области экспертизы ЦОК дискуссионным является вопрос его качества. В отношении образовательного контента для школ по умолчанию действует правило: то, что прошло экспертизу и допущено к применению в образовательном процессе, имеет высокое качество. На практике сформировались регламенты и критериальная база для оценки ЦОК; эксперты применяют строгие нормы допуска, проверяют соответствие контента законодательству и нормативной базе, уровню развития современного научного знания, достижениям дидактики и частных методик (Ivanova et al., 2017; Sukhovievko, 2005). Однако разветвленность системы критериев обуславливает сложность контроля качества экспертизы, интегральной оценки ЦОК и принятия итогового решения, особенно в отношении образовательных ресурсов для общего образования. Предполагается, что снижение рисков возникновения ошибок в образовательных ресурсах и рост объективности экспертизы могут быть обеспечены путем специальной подготовки экспертов, расширения круга экспертных организаций и привлечения к экспертизе общественности (Kopasova, 2023; Solov'ev & Krivcov, 2019). В психолого-педагогической литературе встречается подход, при котором к оценке качества образовательных ресурсов привлекаются обучающиеся (Lygina & Lauferman, 2020). Наше исследование показывает, что автоматизация экспертизы ЦОК в перспективе позволит решить одну из наиболее деликатных научных и прикладных проблем – проблему профессиональной готовности эксперта к объективности проведения экспертизы.

Пересмотр существующих подходов, их дополнение и поиск альтернатив необходимы по той причине, что во главе угла формируемого научного направления – автоматизация и отказ от фигуры эксперта как лица, принимающего окончательное, оценочное, итоговое решение. В связи с отсутствием прецедента такого подхода на обсуждение выносятся последовательность (этапность) проведения фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ по обсуждаемому направлению. Предлагаемый план исследования включает три этапа.

Первый этап посвящается анализу существующих теоретико-методологических и научно-методических подходов к экспертизе качества ЦОК в ЭОС. На этом этапе требуется констатирующий эксперимент с использованием метода неформализованного опроса экспертов. Также предстоит уточнить и операционализировать понятие «качество» применительно к ЦОК, предназначенному для применения в общем и дополнительном образовании, в том числе на различных уровнях общего образования с учетом динамики возрастных физиологических норм, на различных этапах урока с учетом специфики основной организационной формы образовательного процесса в современной российской школе, в ходе домашней самостоятельной работы школьников.

Предстоит определить критерии оценки качества ЦОК и показатели для его экспертной оценки по выделенным критериям. Исследование на первом этапе должно проводиться на основе компетентного подхода к планированию результатов образовательного процесса, современного понимания роли деятельностного подхода в образовании, принципа персонификации образования и принципа интерактивности в ЭОС. Технологической базой исследования на первом этапе являются подходы к разработке интеллектуальных ЭОС для поддержки реализации многофакторных стратегий достижения планируемых образовательных результатов.

Результатом работ по первому этапу станет создание теоретической платформы исследования, включающей модельное описание содержания и процесса экспертизы качества ЦОК.

На *втором этапе* предстоит разработать модель интеллектуальной автоматизированной экспертизы качества ЦОК, включающую формализованное описание комплекса оцениваемых критериев качества, определение взаимосвязи (взаимовлияния), последовательность оценки и этапы экспертизы. Здесь же потребуются обоснование возможности повышения качества экспертизы за счет автоматизации отдельных этапов работы, разработка предложений по экспертным процедурам, реализуемым только средствами автоматизации.

Следующая из необходимых – это информационная модель интерпретации результатов интеллектуальной автоматизированной экспертизы качества ЦОК, включая разработку алгоритма интегральной оценки и принятия решений на основе интеллектуальной автоматизированной экспертизы качества ЦОК, в том числе предложения по набору показателей качества, их значимости, взаимосвязи, порядку и этапности проведения экспертизы.

Результатом работ по второму этапу станет определение подходов к разработке способов интерпретации результатов автоматической экспертизы и прикладных рекомендаций о направлениях повышения качества ЦОК по итогам проведенной экспертизы.

Третий этап будет носить прикладной характер и включать разработку и апробацию технологических решений, содержащих подготовку обучающих наборов данных для машинного обучения, исследование методов автоматизации этапов экспертизы, предусмотренных моделью интеллектуальной автоматизированной экспертизы качества ЦОК, их реализацию в виде формализованных описаний процессов экспертизы для выбранных дисциплин и обучения модели на подготовленных наборах данных, а также проведение макетных экспериментов для анализа работоспособности и эффективности реализованных алгоритмов. На данном этапе потребуются описание методологии интерпретации результатов автоматической экспертизы, включая образцы формализованных описаний процесса интерпретации для выбранных дисциплин, и проведение преобразующего эксперимента для верификации результатов разработок.

К числу дискуссионных относится вопрос о доверии к результатам автоматизированной экспертизы качества ЦОК. Несмотря на то что для специалистов в области машинного обучения уже сейчас очевидны потенциальные возможности создания моделей, с высокой точностью обрабатывающих массивы данных для решения задачи с множеством исходных условий и ограничений, проблемой может оказаться обратный перевод алгоритмов анализа и методологии интерпретации результатов на язык повседневной педагогической практики для лиц, принимающих решения в сфере образования.

Заключение

В статье описано новое, отвечающее современным вызовам направление научных и прикладных педагогических исследований – автоматизация экспертизы цифрового образовательного контента. Представлены первые результаты исследований по данному направлению и охарактеризованы ключевые направления продолжения исследований.

Систематизированы теоретико-методологические подходы к оценке качества образовательных ресурсов:

– дано формальное описание существующего процесса экспертизы качества ЦОК, включая определение этапов экспертизы, анализ возможности их автоматизации, предложения по потенциально применимым методам автоматизации;

– предложено расширенное описание процесса экспертизы качества ЦОК, включающее предложения по экспертным процедурам, реализуемым только средствами автоматизации.

Теоретически обоснована процедура автоматизации экспертизы качества ЦОК как нового междисциплинарного направления научных исследований, представлены:

– детальное описание информационной модели экспертизы, включающее предложения по набору показателей качества ЦОК, их значимости, взаимосвязи, порядку и этапности проведения экспертизы;

– детальное описание информационной модели интерпретации результатов автоматической экспертизы и анализа качества ЦОК;

– общие положения по методологии подготовки данных для машинного обучения средств автоматической экспертизы качества ЦОК и образцы формализованных описаний форматов и наборов данных;

– общие положения по реализации этапов автоматической экспертизы и образцы формализованных описаний процессов экспертизы для выбранных дисциплин;

– общее описание методологии интерпретации результатов автоматической экспертизы и образцы формализованных описаний процесса интерпретации для выбранных дисциплин.

Статья содержит обоснование последовательности проведения и характеристику трех этапов фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ по направлению. Показано, что сопровождать теоретические исследования потребуется такими прикладными решениями, как:

– эксперименты (и их аналитика) для описания и систематизации существующего представления о процессе экспертизы качества ЦОК, включая показатели качества и порядок экспертной деятельности;

– эксперименты (и их аналитика) в рамках экспертного сообщества для описания и систематизации существующего представления о процессе интерпретации результатов экспертизы качества ЦОК;

– объемная серия подготовленных и размеченных наборов данных для машинного обучения по всем определенным теоретическими положениями этапам экспертизы ЦОК для выбранных дисциплин;

– серия технологических решений для автоматизации всех определенных теоретическими положениями этапов экспертизы ЦОК, включая обучение систем на подготовленных наборах и анализ результативности;

– разработка прикладных рекомендаций о направлениях повышения качества ЦОК по итогам проведенной экспертизы.

Результаты исследования показывают перспективность его продолжения для повышения качества образования в цифровой образовательной среде.

Статья публикуется в рамках государственного задания «Научно-педагогическое обеспечение современного урока» № 073-00064-24-01 от 19.01.2024 на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026 годов.

Список литературы

- Босов, А. В. Применение самоорганизующихся нейронных сетей к процессу формирования индивидуальной траектории обучения // Информатика и её применения. – 2022. – Т. 16. – №3. – С. 7–15. – DOI:10.14357/19922264220302
- Босов, А. В., Иванов, А. В. Технология классификации типов контента электронного учебника // Информатика и её применения. – 2022. – Т. 16. – № 4. – С. 63–72. – DOI:10.14357/19922264220410
- Босов, А. В., Иванов, А. В. Технология многофакторной классификации математического контента электронной системы обучения // Информатика и ее применения. – 2023. – Т. 17. – № 4. – С. 32–41. – DOI:10.14357/19922264230405
- Босов, А. В., Мартюшова, Я. Г., Наумов, А. В. Выбор направлений оценивания качества электронных средств обучения для организации учебного процесса вуза // Сибирский педагогический журнал. – 2022. – № 2. – С. 54–63. – DOI:10.15293/1813-4718.2202.05
- Босов, А. В., Мартюшова, Я. Г., Наумов, А. В. Особенности формирования контента электронных учебников на основе дидактических принципов их конструирования // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2022. – Т. 1. – № 4 (85). – С. 34–45.
- Босов, А. В., Мартюшова, Я. Г., Наумов, А. В., Сапунова, А. П. Байесовский подход к построению индивидуальной траектории пользователя в системе дистанционного обучения // Информатика и ее применения. – 2020. – Т. 14. – № 3 – С. 89–96. – DOI:10.14357/19922264200313
- Босов, А. В., Мхитарян, Г. А., Наумов, А. В., Сапунова, А. П. Использование модели гамма-распределения в задаче формирования ограниченного по времени теста в системе дистанционного обучения // Информатика и ее применения. – 2019. – Т.13. – № 4. – С. 11–17. – DOI:10.14357/19922264190402
- Власова, Ю. Ю. Использование педагогом социальных сетей в воспитании школьников // Образование и саморазвитие. – 2021. – Т. 16. – № 3. – С. 278–288. – DOI:10.26907/esd.16.3.24
- Власова, Ю. Ю., Пустыльник, М. Л., Вержбицкая, С. В. Воспитательный потенциал бренда образовательной организации // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2021. – Т. 1. – № 1(74). – С. 125–142.
- Иванова, Е. О. Электронный учебник – предметная информационно-образовательная среда самостоятельной работы учащихся // Образование и наука. – 2015. – № 5(124). – С. 118–128. – DOI:10.17853/1994-5639-2015-5-118-128
- Иванова, Е. О., Осмоловская, И. М. Теория обучения в информационном обществе. – М.: Просвещение, 2014. – 190 с.
- Иванова, Е. О., Осмоловская, И. М., Шабалин, Ю. Е. Конструирование учебников для реализации процесса обучения в информационно-образовательной среде: монография. – М.: Институт стратегии развития образования РАО, 2017. – 188 с.
- Киселева, Е. В. Педагогическая экспертиза процесса воспитания в образовательной организации : дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01 / Киселева Елена Васильевна. – М., 2020. – 270 с.
- Конасова, Н. Ю. Общественная экспертиза качества школьного образования. – СПб: КАРО, 2023. – 208 с.
- Лыгина, Н. И., Лауферман, О. В. Качество учебных материалов: проектирование, использование, оценка // Мир науки. Педагогика и психология. – 2020. – Т. 8. – № 1. – С. 27. – URL: <https://mir-nauki.com/PDF/64PDMN120.pdf> (дата обращения: 20.08.2024).
- Мартюшова, Я. Г. Сценарный подход к разработке и использованию электронного учебника в вузе // Психологическая наука и образование. – 2017. – Т. 22. – № 6. – С. 45–55. – DOI:10.17759/pse.2017220604
- Мартюшова, Я. Г. Теоретические основания конструирования электронных учебников для студентов технических университетов // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2018. – Т. 1. – № 5(54). – С. 151–165.
- Педагогические практики подготовки школьников к олимпиаде по искусственному интеллекту: сборник аналитических материалов / Под ред. Ю.Ю. Пустыльник, И.И. Трубиной, Е.В. Чмыховой. – М.: Институт стратегии развития образования РАО, 2022. – 160 с.
- Соловьев, А. В., Кривцов, В. Е. Моделирование компетентности экспертов // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2019. – № 3. – С. 32–39. – DOI:10.14357/20718594190304

- Степанов, П. В., Круглов, В. В., Степанова, И. В., Черкашин, Е. О., Шустова, И. Ю., Парфенова, И. С., Селиванова, Н. Л., Нуруллова, А. Ю. Научно-методические рекомендации для педагогов образовательных организаций о возможностях и рисках использования цифровых технологий в развитии личности школьника / Под ред. П.В. Степанова. – М.: Институт стратегии развития образования РАО, 2022. – 98 с.
- Суховиенко, Е. А. Электронный учебник: конструирование, обучение, диагностика : монография. – Челябинск: Образование, 2005. – 148 с.
- Сычев, О. А., Денисов, М. Е. Метод автоматического конструирования учебных упражнений для электронных обучающих систем // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2024. – № 1. – С. 38–51. – DOI:10.14357/20718594240104
- Трубина, И. И., Пустыльник, Ю. Ю. Искусственный интеллект в российской школе: монография. – М.: Педагогический поиск, 2023. – 144 с.
- Bosov, A. V. Adaptation of Kohonen's Self-Organizing Map to the Task of Constructing an Individual User Trajectory in an E-Learning System // Data Science and Algorithms in Systems. CoMeSySo 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol. 597. – P. 554–564. – DOI:10.1007/978-3-031-21438-7_44
- Bosov, A. V., Ivanov, A. V. Two Approaches to E-Book Content Classification // Artificial Intelligence Application in Networks and Systems. Proceedings of 12th Computer Science Online Conference (CSOC 2023). – 2023. – Vol. 3. – P. 77–87. – DOI:10.1007/978-3-031-35314-7_6
- Kiseleva, E. V., Selivanova, N. L., Kiselev, N. N. Pedagogical expert assessment of character building process // EEIA 2018 – International Conference “Education Environment for the Information Age” / S. K. Lo (Ed.). – European Publisher, 2018. – 888 p. – P. 301–308. – DOI:10.15405/epsbs.2018.09.02.35
- Kiseleva, E. V., Kiselev, N. N., Selivanova, N. L. Construction of the concept of developmental pedagogical expertise of education process // EEIA 2019 – International Conference “Education Environment for the Information Age”. The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS / S. K. Lo (Ed.). – Vol. LXIX. – European Publisher, 2019. – 1054 p. – P. 416–423. – DOI:10.15405/epsbs.2019.09.02.48
- Mkhitarian, G., Kibzun, A., Martyushova, Y., Zharkov, E. Interdisciplinary Aspects of Development and Software Implementation of Electronic Textbooks for Students of Technical Universities // Communications in Computer and Information Science. – 2020. – Vol. 1201. – P. 110–120. – DOI:10.1007/978-3-030-46895-8_9
- Rasch, G. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. – Chicago: The University of Chicago Press, 1980. – 186 p.
- Selivanova, N. L., Stepanov, P. V., Kruglov, V. V., Parfyonova, I. S. Risks of Modern Digital Environment Hindering the Implementation of Upbringing Programs // ARPHA Proceedings 4: TSNI 2021 – Textbook: focus on students' national identity / Tareva, E., Bokova, T. (Eds.). – Sofia: ARPHA Proceedings, 2021. – 1150 p. – P. 766–779. – URL: <https://ap.pensoft.net/article/22085/download/pdf/550004> (дата обращения 01.09.2024).
- Shisharina, N., Ivantsova, N., Romm, T., Selivanova, N., Podlinyaev, O. Hygienic Evaluation Of Innovative Educational Technologies // European proceedings of social and behavioural sciences (EpSBS) : II International Scientific and Practical Conference / Shamne, N. L., Cindori, S., Malushko, E. Yu., Larouk, O., Lizunkov, V. G. (Eds.). – Vol. 99. – European Publisher, 2020. – 1040 p. – P. 839–847. – DOI:10.15405/epsbs.2020.12.04.96
- Van der Linden, W. J. A Lognormal Model for Response Times on Test Items // Journal of Educational and Behavioral Statistics. – 2006. – Vol. 31. – No. 2. – P. 181–204.

References

- Bosov, A. V. (2022). Application of self-organizing neural networks to the process of forming an individual learning path. *Informatika i ee primeneniya – Informatics and Applications*, 16(3), 7–15. <https://doi.org/10.14357/19922264220302>
- Bosov, A. V. (2023). Adaptation of Kohonen's Self-organizing Map to the Task of Constructing an Individual User Trajectory in an E-learning System. In R. Silhavy, P. Silhavy, & Z. Prokopova (Eds.), *Data Science and Algorithms in Systems. CoMeSySo 2022. Lecture Notes in Networks and Systems* (vol. 597, pp. 554–564). https://doi.org/10.1007/978-3-031-21438-7_44

- Bosov, A. V., & Ivanov, A. V. (2022). Technology for classification of content types of e-textbooks. *Informatika i ee primeneniya – Informatics and Applications*, 16(4), 63–72. <https://doi.org/10.14357/19922264220410>
- Bosov, A. V., & Ivanov, A. V. (2023). Multifactor classification technology of mathematical content of e-learning system. *Informatika i ee primeneniya – Informatics and Applications*, 17(4), 32–41. <https://doi.org/10.14357/19922264230405>
- Bosov, A. V., & Ivanov, A. V. (2023). Two Approaches to E-Book Content Classification. In R. Silhavy & P. Silhavy (Eds.), *Artificial Intelligence Application in Networks and Systems. CSOC 2023. Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 724 (pp. 77–87). https://doi.org/10.1007/978-3-031-35314-7_6
- Bosov, A. V., Martyushova, Ya. G., & Naumov, A. V. (2022a). Directions selection for assessing the quality of electronic learning tools for the organization of the educational process of the higher educational process. *Sibirskiy pedagogicheskiy zhurnal – Siberian Pedagogical Journal*, 2, 54–63. <https://doi.org/10.15293/1813-4718.2202.05>
- Bosov, A. V., Martyushova, Ya. G., & Naumov, A. V. (2022b). Peculiarities of e-textbook content formation on the basis of didactic principles of textbook design. *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika – Domestic and Foreign Pedagogy*, 1, 4(85), 34–45.
- Bosov, A. V., Martyushova, Ya. G., Naumov, A. V., & Sapunova, A. P. (2020). Bayesian approach to the construction of an individual user trajectory in the system of distance learning. *Informatika i ee primeneniya – Informatics and Applications*, 14(3), 89–96. <https://doi.org/10.14357/19922264200313>
- Bosov, A. V., Mkhitarian, G. A., Naumov, A. V., & Sapunova, A. P. (2019). Using the model of gamma distribution in the problem of forming a time-limited test in a distance learning system. *Informatika i ee primeneniya – Informatics and Applications*, 13(4), 11–17. <https://doi.org/10.14357/19922264190402>
- Ivanova, E. O. (2015). Electronic textbook - subject information-educational environment of independent work of students. *Obrazovanie i nauka – The Education and Science Journal*, 5(124), 118–128. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2015-5-118-128>
- Ivanova, E. O., & Osmolovskaya, I. M. (2014). *Theory of learning in the information society*. Prosveshchenie.
- Ivanova, E. O., Osmolovskaya, I. M., & Shabalin, Y. E. (2017). *Construction of textbooks for implementation of the learning process in the information and education environment*. Institute for Strategy of Education Development of the Russian Academy of Education.
- Kiseleva, E. V. (2020). *Pedagogical examination of the process of upbringing in an educational organization* [Unpublished doctoral dissertation]. Institute for Strategy of Education Development of the Russian Academy of Education.
- Kiseleva, E. V., Kiselev, N. N., & Selivanova, N. L. (2019). Construction of the Concept of Developmental Pedagogical Expertise of Education Process. In S. K. Lo (Ed.), *Education Environment for the Information Age*, vol 69. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences* (pp. 416–423). Future Academy. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.09.02.48>
- Kiseleva, E. V., Selivanova, N. L., & Kiselev, N. N. (2018). Pedagogical Expert Assessment of Character Building Process. In S. K. Lo (Ed.), *Education Environment for the Information Age*, vol 46. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences* (pp. 301–308). Future Academy. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2018.09.02.35>
- Konasova, N. Yu. (2023). *Public examination of the quality of school education*. KARO.
- Lygina, N. I., & Lauferman, O. V. (2020). Quality of training materials: design, use, evaluation. *Mir nauki. Pedagogika i psihologiya – World of Science. Pedagogy and psychology*, 8(1), 27. <https://mir-nauki.com/PDF/64PDMN120.pdf>
- Martyushova, Ya. G. (2017). Scenario approach to the development and use of learning management system in universities. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie – Psychological Science and Education*, 22(6), 45–55. <https://doi.org/10.17759/pse.2017220604>
- Martyushova, Ya. G. (2018). Theoretical bases of creation of learning management systems for students of technical universities. *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika – Domestic and Foreign Pedagogy*, 1, 5(54), 151–165.

- Mkhitarian, G., Kibzun, A., Martuyshova, Y., & Zharkov, E. (2020). Interdisciplinary Aspects of Development and Software Implementation of Electronic Textbooks for Students of Technical Universities. In V. Sukhomlin & E. Zubareva (Eds.), *Modern Information Technology and IT Education. Communications in Computer and Information Science*, Vol. 1201 (pp. 110–120). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46895-8_9
- Pustyl'nik, Yu. Yu., Trubina, I. I., & Chmykhova, E. V. (Eds.). (2022). *Pedagogical Practices of Preparing Schoolchildren for the Olympiads in Artificial Intelligence*. Institute for Strategy of Education Development of the Russian Academy of Education.
- Rasch, G. (1980). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. The University of Chicago Press.
- Selivanova, N. L., Stepanov, P. V., Kruglov, V. V., & Parfyonova, I. S. (2021). Risks of Modern Digital Environment Hindering the Implementation of Upbringing Programs. In E. Tareva & T. Bokova (Eds.), *ARPHA Proceedings 4: TSNI 2021 – Textbook: focus on students' national identity* (pp. 766–779). ARPHA Proceedings. <https://ap.pensoft.net/article/22085/download/pdf/550004>
- Shisharina, N., Ivantsova, N., Romm, T., Selivanova, N., & Podlinyaev, O. (2020). Hygienic Evaluation of Innovative Educational Technologies. In N. L. Shamne, S. Cindori, E. Yu. Malushko, O. Larouk, & V. G. Lizunkov (Eds.), *Individual and Society in the Modern Geopolitical Environment, vol 99. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences* (pp. 839–847). European Publisher. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.12.04.96>
- Solov'ev, A. V., & Krivcov, V. E. (2019). Expert Competency Modeling. *Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy – Artificial Intelligence and Decision Making*, 3, 32–39. <https://doi.org/10.14357/20718594190304>
- Stepanov, P. V., Kruglov, V. V., Stepanova, I. V., Cherkashin, E. O., Shustova, I. Yu., Parfenova, I. S., Selivanova, N. L., & Nurullova, A. Yu. (2022). *Scientific and methodological recommendations for teachers of educational organizations about the possibilities and risks of using digital technologies in the personal development of a school student*. Institute for Strategy of Education Development of the Russian Academy of Education.
- Sukhovienko, E. A. (2005). *Electronic textbook: Design, Training, Diagnostics*. Obrazovaniye.
- Sychev, O. A. & Denisov, M. E. (2024). Method of automatic constructing training exercises for electronic tutoring systems. *Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy – Artificial Intelligence and Decision Making*, 1, 38–51. <https://doi.org/10.14357/20718594240104>
- Trubina, I. I., & Pustyl'nik, Yu. Yu. (2023). *Artificial Intelligence in the Russian School*. Pedagogicheskiy poisk.
- Van der Linden, W. J. (2006). A Lognormal Model for Response Times on Test Items. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 31(2), 181–204.
- Vlasova, Yu. Yu. (2021). Using social networks for social upbringing. *Obrazovanie i samorazvitie – Education and Self Development*, 16(3), 278–288. <https://doi.org/10.26907/esd.16.3.24>
- Vlasova, Yu. Yu., Pustyl'nik, M. L., & Verzhbitskaya, S. V. (2021). Educative potential of the brand in education. *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika – Domestic and Foreign Pedagogy*, 1, 1(74), 125–142.