

Научная статья
УДК 378:37.018.43:004.5
doi: 10.17223/15617793/516/20

Анализ проблемы цифровой доступности электронного обучения в психолого-педагогической литературе

Екатерина Алексеевна Косова¹, Ольга Владимировна Галустян²

¹ Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Россия, lynx99@inbox.ru / kosovaea@cfuv.ru
² Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия, ovgalustyan@sedu.ru

Аннотация. Выполнен анализ русскоязычных публикаций по цифровой доступности электронного обучения. Получены данные о динамике развития темы за 2012–2024 гг., определены наиболее продуктивные акторы в исследуемой области. Выделены тематические кластеры, задающие ключевые направления исследований в сфере цифровой образовательной инклюзии, обозначены ограничения, сохраняющиеся в русскоязычных публикациях и требующие дальнейшего изучения.

Ключевые слова: цифровая доступность, цифровая инклюзия, электронное обучение, ассистивные технологии, адаптивное обучение, библиометрический анализ

Для цитирования: Косова Е.А., Галустян О.В. Анализ проблемы цифровой доступности электронного обучения в психолого-педагогической литературе // Вестник Томского государственного университета. 2025. № 516. С. 172–185. doi: 10.17223/15617793/516/20

Original article
doi: 10.17223/15617793/516/20

Analyzing the problem of digital accessibility in e-learning in psycho-pedagogical literature

Yekaterina A. Kosova¹, Olga V. Galustyan²

¹ V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation, lynx99@inbox.ru / kosovaea@cfuv.ru
² Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation, ovgalustyan@sedu.ru

Abstract. The article aims to analyze Russian-language publications on the digital accessibility of e-learning, identify general publication trends, cluster thematic links, and formulate proposals for developing the scientific field of digital educational inclusion. A bibliometric review of 106 Russian-language articles on digital inclusion in education, published between 2012 and 2024 and indexed in eLibrary.Ru, was performed. Data were retrieved using a two-part query and screening to exclude irrelevant documents. The bibliometric networks were visualized using VOSviewer and augmented with descriptive statistics and regression models to identify publication activity trends. Temporal analysis revealed an increase in publication activity after 2019, which coincided with the global shift toward digital education during the pandemic. Thematic trends revealed a preponderance of discussion-analytical articles (45.3%) addressing digital inequality, while empirical and theoretical studies were underrepresented (22.6% and 17.9%, respectively). Analyzing keywords by their co-occurrence in publications identified four thematic clusters: 1) assistive technologies and inclusive practices in education, 2) the digital transformation of the educational environment and teacher training, 3) the digital accessibility of electronic educational resources, and 4) the pandemic as a catalyst for digital inclusion. The analysis of keyword density revealed two non-overlapping semantic areas that characterize the key research vectors in the field of digital inclusion: the introduction of assistive technologies and adaptive strategies in education, and the overcoming of technical barriers to accessibility by complying with WCAG recommendations. Synthesizing these approaches could lead to the development of inclusive solutions that meet international standards. The study revealed several shortcomings: limited productivity of authors (an average of 1.1 publications per author), low citation rates (an average of 6.2 citations per article, with 37.7% of articles receiving no citations), insufficient attention to learners with cognitive and neurological disabilities, and a lack of studies on integrating the latest information and communication technologies to improve the accessibility of electronic educational resources and environments. The results confirmed the need to strengthen the methodological basis of digital accessibility in e-learning through cross-cluster and interdisciplinary work. Additionally, it is necessary to intensify empirical research in the field of digital inclusion to obtain scientifically sound results based on real data and validated methods. Exploring the applicability of machine learning, artificial intelligence, and augmented reality methods to analyze inclusive educational environments, improve the overall accessibility of e-learning, and develop personalized assistive solutions is promising.

Keywords: digital accessibility, digital inclusion, e-learning, assistive technologies, adaptive learning, bibliometric analysis

For citation: Kosova, Ye.A. & Galustyan, O.V. (2025) Analyzing the problem of digital accessibility in e-learning in psycho-pedagogical literature. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 516. pp. 172–185. (In Russian). doi: 10.17223/15617793/516/20

Введение

Современные исследования все чаще обращаются к проблеме обеспечения равного доступа к электронному обучению для всех категорий обучающихся, включая уязвимые группы – лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидностью [1–3]. Под электронным обучением традиционно подразумевают образовательный процесс, организованный с применением информационно-коммуникационных технологий [4–7]. Тренд всеобщей доступности электронного обучения получил глобальное распространение в период карантинных мероприятий, связанных с пандемией COVID-19 [8, 9]. Выявленные чрезвычайной ситуацией недостатки в инфраструктуре, методологиях, педагогических технологиях и компетенциях, ограничивающие равноправное участие всех обучающихся в образовательном процессе, послужили триггером системных изменений в понимании и развитии концепций цифрового разрыва, цифровой инклюзии и цифровой доступности [9–13].

Термины «цифровой разрыв» (англ. digital divide), «цифровое отчуждение» (англ. digital exclusion) и «цифровое неравенство» (англ. digital inequality) применяются для описания механизмов лишения людей технологий, электронных услуг и цифровых сред, обеспечивающих широкий спектр участия и преимуществ в жизни, что влечет депривацию, сепарацию и дискриминацию [14, 15]. В противоположность цифровому разрыву используется понятие «цифровая инклюзия» (англ. digital inclusion) – концепция включения, сосредоточенная на политике сокращения цифрового неравенства, в том числе в образовании [14–17]. Терминологическое поле цифровой инклюзии составляют также родственные ей понятия: «цифровая интеграция» [15], «э-инклюзия» [18] и собственно «инклузивное цифровое обучение», целью которого является предоставление равных возможностей электронного обучения всем, независимо от пола, возраста, расы, цвета кожи, этнической принадлежности, наличия ОВЗ и других особенностей [19]. Отдельное место в понятийном аппарате цифровой образовательной инклюзии занимает концепция цифровой доступности электронного обучения (англ. e-learning accessibility) – характеристики цифровых ресурсов, инструментов и технологий, обеспечивающих способность удовлетворять потребности всех обучающихся, в том числе лиц с ОВЗ, с учетом персональных особенностей, нужд и предпочтений [2]. Считается, что цифровой ресурс доступен, если любой пользователь может воспринимать размещенный на нем контент, управлять им, понимать его смысл и реализовывать обратную связь [20]. Требования цифровой доступности регулируются, в первую очередь, руководящими принципами доступности веб-контента (англ. Web Content Accessibility Guidelines, WCAG) [21], а также международными и национальными регламентами, использующими WCAG в качестве эталонного документа. Электронное обучение, соответствующее принципам доступности, рассматривается как эффективный способ преодоления цифрового разрыва и достижения цифровой инклюзии в образовании [2, 16, 22–24].

В современной литературе представлены аналитические и систематические обзоры публикаций, посвященных проблемам цифровой образовательной инклюзии и цифровой доступности электронного обучения (например, [19, 25–28]). Исследовательский интерес вызывают библиометрические обзоры, реконструирующие динамику публикационной активности, выявляющие наиболее влиятельных авторов и выстраивающие семантические сети терминологических взаимосвязей. В частности, в последние несколько лет опубликованы библиометрические исследования публикаций по веб-доступности [29], эволюции электронного обучения [30–33], цифровой доступности в образовании [2, 34], применению информационно-коммуникационных ассистивных решений в обучении лиц с ОВЗ [35]. Вместе с тем не обнаружено обзорных работ, отражающих развитие темы цифровой инклюзии в русскоязычных публикациях.

Целью данного исследования является выполнение библиометрического анализа русскоязычных статей по цифровой доступности электронного обучения для выявления общих публикационных тенденций, ведущих авторов и изданий, кластеризации тематических связей и формулирования предложений по развитию научного направления цифровой образовательной инклюзии.

В этой связи сформулированы следующие исследовательские вопросы:

1. Как изменялась динамика публикационной активности в области цифровой доступности электронного обучения в русскоязычных исследованиях за последние 20 лет?
2. Какие авторы, организации и журналы демонстрируют наибольшую продуктивность и влияние в исследуемой области?
3. Какие тематические кластеры и концептуальные связи характеризуют русскоязычные исследования цифровой образовательной инклюзии?
4. Какие методологические, терминологические и инфраструктурные ограничения и пробелы сохраняются в русскоязычных исследованиях и требуют дальнейшего изучения?

Материал и методы

Исследование выполнялось в феврале–марте 2025 г. Источником библиографических данных являлась российская научная электронная библиотека eLibrary.Ru [36], основным методом – библиометрический анализ.

На первом этапе с помощью расширенного поиска на сайте библиотеки были отобраны публикации, посвященные вопросам цифровой доступности в образовании и электронном обучении. Отбор выполнялся 7 февраля 2025 г. в соответствии с параметрами: поисковый запрос – «(цифровая доступность OR универсальный дизайн обучения OR веб-доступность OR стандарты доступности OR WCAG OR ассистивные технологии OR цифровая инклюзия) AND (электронное обучение OR онлайн-обучение OR дистанционное обучение OR цифровое образование OR образовательные

технологии OR виртуальное обучение OR мобильное обучение»); тип публикации – статьи в журналах; поиск – в названии публикации, аннотации и ключевых словах (с учетом морфологии); период опубликования – 2005–2025 гг. В поисковой выдаче было получено 999 статей.

На втором этапе выполняли скрининг первичной выборки и исключение из нее нерелевантных публикаций исходя из анализа наименований и аннотаций документов. Основаниями для исключения являлись: отсутствие открытого бесплатного доступа к полному тексту; любой язык, кроме русского; ложные срабатывания (полное отсутствие пересечений с тематикой цифровой доступности и образовательной инклюзии); несоответствие теме (нерелевантное тематике обзора использование терминологии, например, общие рассуждения на тему цифрового разрыва, не включающие конкретики по цифровой доступности в образовании). Отобранные публикации (106 документов, что составляет 10,6% от результатов первичной поисковой выдачи) экспорттировали в программное обеспечение для систематизации библиографических описаний Zotero 6.0.36¹ (Corporation for Digital Scholarship, USA) с формированием итоговой выборки данных в формате RIS.

На третьем этапе исследования осуществляли обработку данных с применением специализированного программного обеспечения VOSviewer 1.6.20² (Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, The Netherlands), предназначенного для генерирования библиометрических сетей. В ходе работы сформировали семантические кластеры на основе совместной встречаемости терминов. Перед визуализацией провели нормализацию ключевых слов (всего 435 лексических единиц), идентифицировав синонимичные пары для последующего объединения. Для унификации терминологического аппарата разработали тезаурус с 96 корректирующими правилами, что позволило сократить исходный массив ключевых слов до 366 единиц. Критерием включения в финальную визуализацию стало минимальное пороговое значение – три упоминания термина, что соответствовало 54 ключевым словам (12,4% от первоначального количества).

Для кластерной и хронологической визуализации совместной встречаемости ключевых слов использовали алгоритм VOSviewer «LinLog/Modularity», выделяющий группы терминов на основе тесноты внутренних связей. Для визуализации плотности встречаемости ключевых слов применяли алгоритм VOSviewer «Fractionalization», основанный на взвешивании связей между терминами с учетом количества ключевых слов в метаданных документа.

Анализ данных выполнялся в программе Microsoft Excel (Redmond, Washington, USA) с использованием методов дескриптивной статистики (частотные распределения, таблицы и графики) и регрессионного моделирования для построения трендов публикационной активности. Генеративный чат-бот DeepSeek (Hangzhou, Zhejiang, China) использовался в качестве дополнительного инструмента для анализа данных.

Результаты

В итоговую выборку исследования вошли публикации следующих типов: обзоры литературы (научных статей, стандартов, нормативно-правовых документов) – 6 публикаций (5,7% от общего массива данных); оригинальные исследования (описание и анализ наблюдений, опросов, экспериментов, выполненных авторами) – 24 (22,6%); методологические статьи (описание алгоритмов, рекомендаций, методик и методов) – 19 (17,9%); теоретические статьи (разработка и уточнение теоретических моделей и концепций) – 5 (4,7%); отчеты (описание положения дел в регионах и отдельных учреждениях) – 4 (3,8%); дискуссионно-аналитические статьи (выражение авторской позиции по уже известным вопросам, рассуждения о проблемах, решениях и перспективах) – 48 (45,3%). Немногим более трети статей выборки (39; 36,8%) сочетали в себе несколько категорий. Преобладание публикаций дискуссионно-аналитического типа, сравнительно небольшое количество оригинальных статей, развивающих эмпирическую базу цифровой доступности, и малое число теоретических статей, вносящих вклад в концептуальные основы цифровой образовательной инклюзии, может свидетельствовать о формирующемся характере исследовательской области, где первичное осмысление проблематики через обсуждение и адаптацию имеющегося опыта предшествует этапу концептуализации и эмпирической проработки.

Общие характеристики выборки. В выборке наблюдалось преобладание коллективных работ над индивидуальными, при этом сотрудничество чаще ограничивалось небольшими группами исследователей: 33 документа (31,1% от объема выборки) написаны двумя авторами, 16 (15,1%) – тремя, 15 (14,2%) – коллективами из 4–6 участников. Индивидуальные публикации составили 39,6% от объема выборки.

Статьи были рассредоточены по значительному числу журналов (в среднем 1,5 документа на журнал), что может указывать как на междисциплинарный характер темы, так и на отсутствие доминирующих изданий для ее обсуждения. При этом широкий спектр ключевых слов (по четыре уникальных слова на публикацию в среднем) подчеркивает тематическую раздробленность и множественность исследовательских фокусов в области цифровой доступности образования и электронного обучения.

Низкая продуктивность авторов, большинство из которых редко возвращались к теме (участвовали лишь в одной публикации), косвенно свидетельствует о слабой консолидации научного сообщества вокруг проблемы цифровой доступности электронного обучения. Показатели цитирования также отражают неравномерность развития направления: 40 публикаций (37,7%) не имели цитирований, большинство документов оставались умеренно востребованными (46, 43,4%, от 1 до 10 цитирований), тогда как отдельные работы вызывали повышенный интерес (20, 18,9%, от 11 до 90 цитирований).

Общие характеристики выборки исследования приведены в табл. 1.

Общие характеристики выборки публикаций

Таблица 1

Измеряемый параметр выборки	Значение параметра
Временной период, гг.	2012–2024
Количество статей	106
Количество журналов	72
Среднее количество цитирований статьи ($\bar{a} \pm \sigma$)	$6,2 \pm 11,7$
Среднее количество статей в год ($\bar{a} \pm \sigma$)	$8,2 \pm 8,7$
Количество ключевых слов	435
Количество авторов	196
Количество статей с одним автором	42
Количество статей с несколькими авторами	64
Количество статей на одного автора (в среднем) ($\bar{a} \pm \sigma$)	$1,1 \pm 1,0$
Количество авторов на одну статью (в среднем) ($\bar{a} \pm \sigma$)	$2,1 \pm 1,2$

Примечание: \bar{a} – среднее арифметическое; σ – среднеквадратичное отклонение.



Рис. 1. Распределение количества публикаций по годам

Топ-10 наиболее цитируемых авторов (2012–2024 гг.)

Таблица 2

Автор	Аффилиация автора	h-index	Количество цитирований (самоцитирований)	Количество пропитированных публикаций
Балакина Ю.В.	Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва	9	90 (0)	1
Радина Н.К.	Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва	16	90 (0)	1
Косова Е.А.	Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь	10	86 (35)	13
Шеманов А.Ю.	Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва	17	46 (2)	1
Романенкова Д.Ф.	Южно-Уральский государственный университет, Челябинск	14	31 (9)	2
Лысак И.В.	Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону	19	30 (1)	1
Мещерякова Н.Н.	Российский государственный гуманитарный университет, Москва	11	29 (1)	1
Роготнева Е.Н.	Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск	11	29 (1)	1
Рындак В.Г.	Оренбургский государственный педагогический университет, Оренбург	24	24 (0)	2
Пономарева М.Н.	Златоустовский техникум технологий и экономики, Челябинская обл., г. Златоуст	НП	24 (2)	1

Примечание: h-index – индекс Хирша автора по всем публикациям в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ); НП – не применимо (автор не имеет профиля в РИНЦ).

Хронологический анализ выявил рост публикационной активности с течением времени (рис. 1). Несмотря на двадцатилетний исходный поисковый диапазон (2005–2025 гг.), первая статья в выборке датирована 2012 г., а положительная динамика наблюдается лишь с 2018 г.: после локального максимума в пять

публикаций (2018 г.) и небольшого снижения активности (2019 г.) начинается степенной рост – с 10 статей в 2020 г. до 24 в 2023 г. Квадратичная регрессионная модель с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,92$ статистически значимо описывает тренд, демонстрируя ускорение исследовательского интереса после 2019 г.,

что, вероятно, связано с интенсификацией обращения к цифровым образовательным практикам в период пандемии COVID-19. Примечательно, что 84,9% всей выборки (90 документов) опубликованы в последние пять лет, что может свидетельствовать о переходе тематики цифровой доступности электронного обучения в фазу активного развития.

Продуктивность и цитируемость авторов. Наиболее цитируемые авторы (от 24 до 90 цитирований) аффилированы с различными образовательными организациями, пять из которых входят в список 100 лучших университетов Российской Федерации за 2024 г. [37] (см. табл. 2). Авторы имеют средние показатели индекса Хирша в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ), что может косвенно свидетельствовать об их умеренном научном влиянии внутри научного сообщества. Большинство записей, представленных в табл. 2, демонстрируют концентрацию цитирований на одной публикации, что характерно для работ, выступивших катализаторами научных дискуссий. При этом низкие показатели самоцитирования у 80% авторов (≤ 2 случаев) указывают на их эпизодическое обращение к проблематике цифровой доступности в образовании, за исключением единичных выбросов (13 публикаций и 35 самоцитирований у Е.А. Косовой), отражающих последовательность разработки темы. В целом, распределение данных подчеркивает фрагментарность исследовательских траекторий – при наличии многократно цитируемых статей их авторы редко возвращаются к теме, что ограничивает накопительный эффект знаний в области цифровой образовательной инклюзии.

Наиболее влиятельные журналы. Из 72 журналов, в которых опубликованы статьи выборки, только 11 (15,3%) принадлежат к «Белому списку», утвержденному Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), восемь (11,1%) – проиндексированы в RSCI (Russian Science Citation Index, рус. Российский

индекс научного цитирования), шесть (8,3%) – в Scopus (по одному в Q1, Q2 и Q4, три в Q3), четыре (5,6%) – в Web of Science (Q4). Немногим более пятой части журналов (15; 20,8%) включены в Каталог открытого доступа (Directory of Open Access Journals, DOAJ). Большинство изданий (57; 79,2%) принадлежат к спискам Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России (ВАК) с распределением по категориям: К1 – 30,6%, К2 – 34,7%, К3 – 13,9%.

Среди журналов, обладающих наибольшим количеством цитирований (табл. 3), в целом сохраняются тенденции, характерные для всей выборки: менее половины изданий отнесены к «Белому списку», единичные журналы входят в базы RSCI, Scopus, Web of Science и DOAJ. Вместе с тем принадлежность всех изданий к перечню ВАК и присутствие в перечне ведущих педагогических журналов («Вопросы образования» и «Высшее образование в России») косвенно указывают на добротность опубликованных в них работ, а высокая цитируемость журналов, не индексируемых международными базами (например, «Специальное образование» – 71 цитирование при 8 публикациях), показывает востребованность темы в российском научном сообществе.

Самые цитируемые публикации. Самые цитируемые документы (от 19 до 90 цитирований) охватывают девятилетний период (2013–2021 гг.) (табл. 4). В топ-10 преобладают методические и дискуссионно-аналитические статьи (по три документа), публикации других типов (обзор литературы, оригинальное исследование, теоретическое исследование, отчет по учреждениям) представлены единичными примерами. Все журналы, в которых опубликованы наиболее влиятельные работы, принадлежат к перечню ВАК, три из них – к «Белому списку», два – к Scopus, один – к Web of Science, четыре – к DOAJ. Тематика статей связана с исследованием тенденций и барьеров цифрового образования, изучением особенностей электронного обучения лиц с ОВЗ, оценкой цифровой доступности инструментов электронного обучения.

Таблица 3

Топ-10 журналов с наибольшим количеством цитирований (2012–2024 гг.)

Журнал	Количество цитирований	Количество документов	Белый список (уровень)	RSCI	ВАК (категория)	Scopus (квартиль)	Web of Science (квартиль)	DOAJ
Вопросы образования	90	2	Да (1)	Да	Да (1)	Да (3)	Да (4)	Да
Специальное образование	71	8	Нет	Нет	Да (2)	Нет	Нет	Нет
Цифровая социология	47	3	Нет	Нет	Да (3)	Нет	Нет	Да
Иновационное развитие профессионального образования	46	3	Нет	Нет	Да (3)	Нет	Нет	Нет
Современная зарубежная психология	46	1	Да (3)	Да	Да (1)	Нет	Нет	Да
Проблемы современного педагогического образования	40	9	Нет	Нет	Да (2)	Нет	Нет	Нет
Современные наукоемкие технологии	33	2	Нет	Нет	Да (1)	Нет	Нет	Нет
Современные проблемы науки и образования	30	1	Нет	Нет	Да (2)	Нет	Нет	Нет
Высшее образование в России	28	2	Да (2)	Нет	Да (1)	Да (1)	Нет	Да
Информационное общество	19	1	Да (4)	Да	Да (2)	Нет	Нет	Нет

Примечание. В столбцах 4–9 указана принадлежность к соответствующему списку журналов; RSCI – Russian Science Citation Index (Российский индекс научного цитирования); ВАК – Высшая аттестационная комиссия при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации; DOAJ – Directory of Open Access Journals (Каталог журналов открытого доступа).

Таблица 4

Топ-10 самых цитируемых статей (2012–2024 гг.)

Название статьи	Авторы	Журнал	Год	Количество цитирований (самоцитирований)
Вызовы образованию в условиях пандемии: обзор исследований	Радина Н.К., Балакина Ю.В.	Вопросы образования	2021	90 (0)
Цифровые технологии в контексте инклюзии	Шеманов А.Ю.	Современная зарубежная психология	2016	46 (2)
Новые образовательные технологии как средство преодоления цифрового разрыва	Лысак И.В.	Современные научометодические технологии	2017	30 (1)
Особенности реализации профессиональных образовательных программ с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий с учетом условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	Романенкова Д.Ф.	Современные проблемы науки и образования	2013	30 (8)
Цифровизация: новые риски для людей с инвалидностью. Постановка проблемы	Мещерякова Н.Н., Роготнева Е.Н.	Цифровая социология	2021	29 (1)
Доступность профессионального образования в условиях цифровой образовательной среды	Пономарева М.Н.	Инновационное развитие профессионального образования	2018	24 (2)
Использование ассистивных технологий для обучения студентов с ОВЗ в условиях дистанционного формата обучения	Сальникова О.Д., Бугаева Е.А.	Проблемы современного педагогического образования	2021	23 (9)
Анализ веб-доступности массовых открытых онлайн-курсов по математическим дисциплинам	Косова Е.А., Халилова М.Ю.	Высшее образование в России	2019	23 (12)
Применение ассистивных технологий в практике инклюзивного обучения детей с нарушенным слухом	Кулакова Е.В.	Специальное образование	2014	22 (1)
Применение ассистивных технологий в практике высшего образования лиц с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья	Филипович Е.И., Борозинец Н.М.	Специальное образование	2019	19 (5)

Анализ совместаемости ключевых слов. С помощью автоматических алгоритмов кластеризации выполнен анализ совместной встречаемости ключевых слов, содержащихся в метаданных публикаций выборки. Выделено четыре тематических кластера, включающих от 10 до 15 ключевых слов. Частота встречаемости отдельных терминов варьировалась от 28 до трех, количество уникальных связей между отдельными ключевыми словами и другими терминами – от 34 («ассистивные технологии») до трех («пандемия»), совокупная сила связей, характеризующая суммарное число совместной встречаемости терминов – от 88 («инклюзивное обучение») до шести («ЭОР», «пандемия»). Чаще прочих встречались ключевые слова: «инклюзивное обучение» (28 раз), «электронное обучение» (21), «цифровые технологии» (20), «ассистивные технологии» (19), «лица с ОВЗ» и «ОВЗ» (по 12). Общие характеристики кластеров приведены в прил. А.

На карте визуализации совместной встречаемости ключевых слов (рис. 2) размер узлов прямо пропорционален количеству публикаций, содержащих соответствующие термины, а толщина соединительных линий отражает силу связи между отдельными словами (чем толще линия, тем чаще ключевые слова встречаются вместе). Анализ содержимого кластеров позволил выделить следующие тематические направления исследований:

– красный кластер (27,8% от общего количества ключевых слов) – *ассистивные технологии и инклюзивные практики в образовании*. Исследуются технические и методологические решения, направленные на обеспечение равных возможностей для обучающихся с ОВЗ, включая студентов вузов; обсуждаются инструменты (ассистивные технологии), педагогические подходы (универсальный дизайн обучения) и организационные условия (адаптивные стратегии) инклюзивного образования;

– зеленый кластер (27,8%) – *цифровая трансформация образовательной среды и подготовка педагогов*. Исследования сфокусированы на цифровизации образования, развитии цифровых компетенций педагогов и преодолении цифрового разрыва с целью ликвидации неравенства и обеспечения доступности образования для всех обучающихся, включая лиц с ОВЗ;

– синий кластер (25,9%) – *цифровая доступность электронных образовательных ресурсов*. Изучаются технические характеристики цифровой доступности в электронном обучении; рассматриваются требования к разработке электронных образовательных ресурсов (в том числе массовых открытых онлайн-курсов), обеспечивающие универсальный доступ к образовательному контенту для всех обучающихся, включая лиц с ОВЗ и инвалидностью;

– желтый кластер (18,5%) – *пандемия как катализатор цифровой инклюзии*. Обсуждается влияние пандемии COVID-19 на ускорение цифровой трансформации образования, рассматриваются проблемы цифровой грамотности, адаптации образовательных технологий к дистанционным форматам, рост значимости персонализированного подхода в обучении и способы преодоления барьеров доступности в чрезвычайных условиях.

Анализ частот встречаемости ключевых слов, относящихся к конкретным нозологическим группам, показал следующее распределение: наиболее широко представлены нарушения зрения (соответствующие термины встречаются девять раз), затем – нарушения слуха и речи (шесть), расстройства аутистического спектра (четыре) и нарушения опорно-двигательного аппарата (два). В метаданных статей отсутствовали упоминания когнитивных нарушений и неврологических расстройств, вызывающих судорожные припадки.

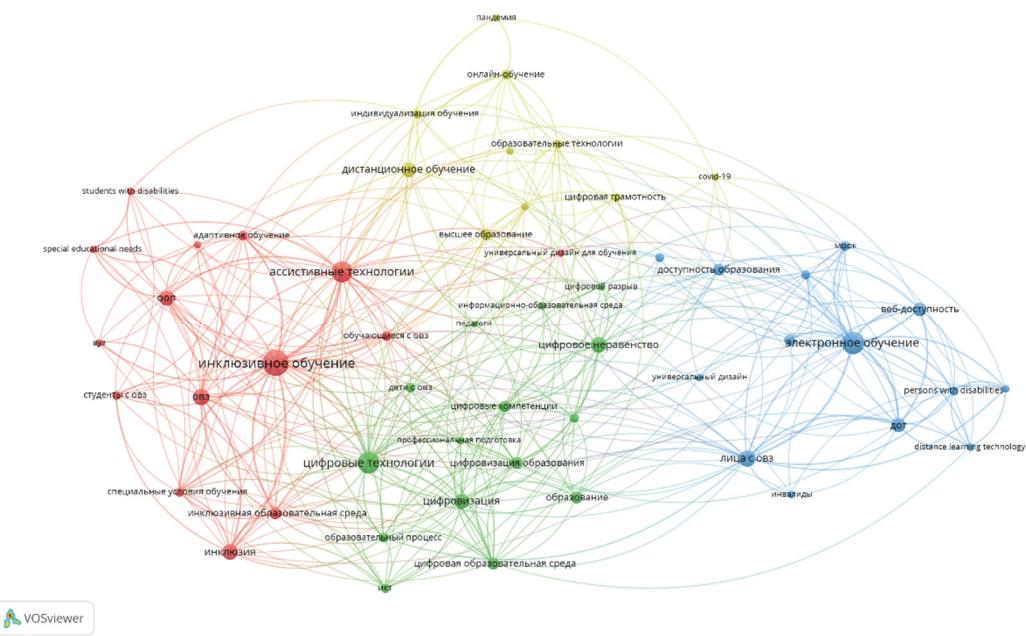
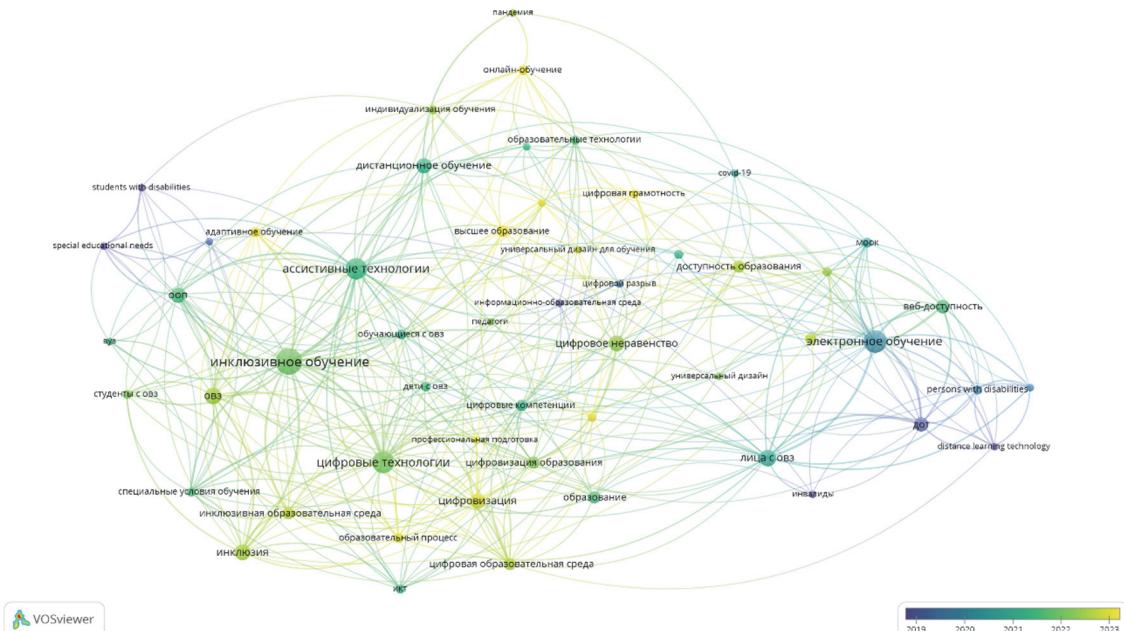


Рис. 2. Карта совместной встречаемости ключевых слов (кластерная визуализация), N = 54.
Алгоритм визуализации в VOSviewer – «LinLog/Modularity» (выделение кластеров на основе тесноты внутренних связей)



Визуализация совместной встречаемости ключевых слов по времени дает представление о современных трендах в исследованиях цифровой инклюзии. На семантической карте (рис. 3) приближение к синей части спектра соответствует более ранним публикациям, к желтой – более поздним. Установлено, что свежие статьи сосредоточены вокруг цифровизации образования и обучения, профессиональной подготовки обучающихся с ОВЗ в высшем образовании, разработки персонализированных условий и адаптивных стратегий электронного обучения, а также развития цифровой грамотности участников образовательного процесса.

Сосредоточение всех ключевых слов в работах, опубликованных после 2018 г., может свидетельствовать о том, что русскоязычный понятийный аппарат в

области цифровой доступности и цифровой инклюзии сформировался относительно недавно.

Семантическая карта визуализации по плотности выявила области с наибольшей концентрацией ключевых слов, где интенсивность желтого цвета коррелирует с частотой встречаемости терминов и густотой сетевых связей между ними. Такие зоны указывают на центры исследовательского интереса, вокруг которых агрегированы более мелкие подтемы.

На рис. 4 представлена сетевая визуализация, в которой явно очерчены две крупные непересекающиеся области, соответствующие следующим темам: 1 – инклюзивная цифровая дидактика (ключевые слова – «инклюзивное обучение», «ассистивные технологии», «адаптивное обучение», «цифровая образовательная среда», «особые

образовательные потребности» и др.); 2 – доступность электронного обучения (ключевые слова – «электронное обучение», «лица с ОВЗ», «веб-доступность», «цифровая доступность», «МООК» и другие). Обе темы связаны общей идеей цифровой инклюзии, однако первая акценти-

рована на создании инклюзивных образовательных систем, интегрирующих цифровые инструменты для преодоления образовательных барьеров, в то время как вторая фокусируется на технических требованиях цифровой доступности электронного образовательного контента.

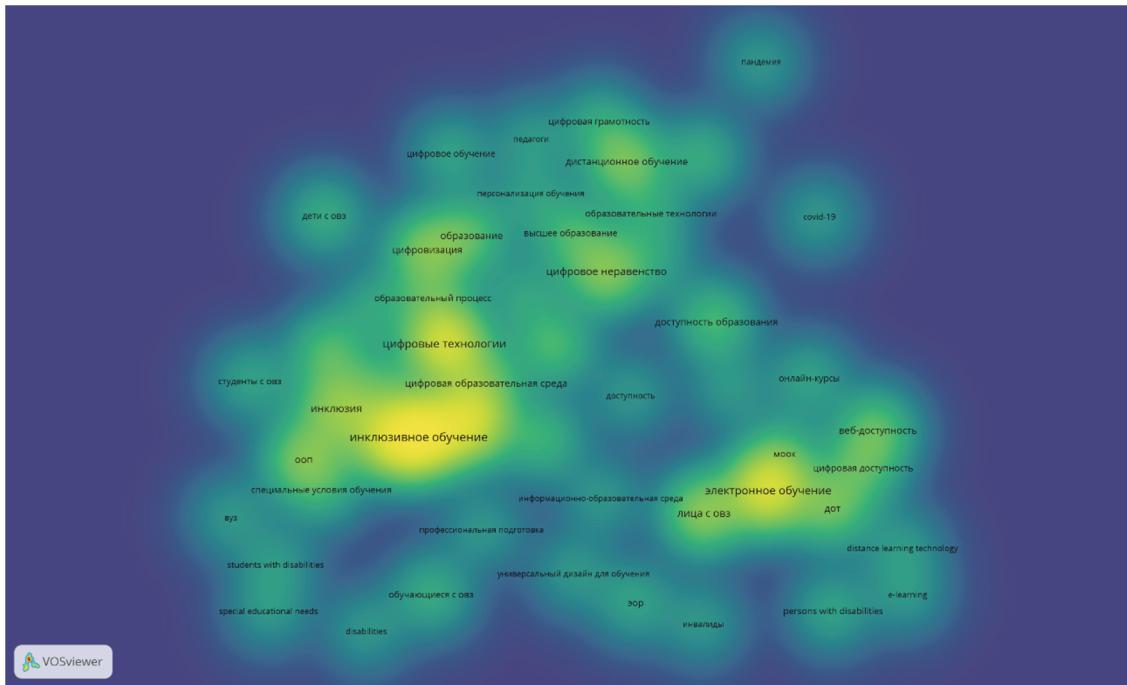


Рис. 4. Карта совместной встречаемости ключевых слов (визуализация плотности), $N = 54$. Алгоритм визуализации в VOSviewer – «Fractionalization» (взвешивание связей с учетом количества ключевых слов в документе)

Обсуждение

Библиометрический анализ русскоязычных публикаций на тему цифровой доступности в электронном обучении выполнен впервые. Более ранние библиометрические исследования сосредоточены на тематике цифровой инклюзии в англоязычных публикациях или без привязки к языку статей. Так, в работе B.d.B. Prado и соавт. (2023) [34] выполнен анализ 179 статей, отобранных в базах Scopus и Web of Science по ключевым словам «digital accessibility», «education», «educational» and «teaching». Авторами обнаружен недостаток публикаций, связанных с архитектоникой (структурой и дизайном) доступных цифровых платформ и измерением отношения общества к обучающимся с ОВЗ. А.Н. Obidat (2022) [2], проанализировав библиометрическими методами 1 325 публикаций Scopus по теме цифровой доступности в электронном обучении, обнаружил значительный рост публикационной активности после 2001 г. с пиком в 2020 г. и, на основании анализа ключевых слов, выделил пять тематических кластеров, объединенных вокруг направлений: доступность, электронное обучение, инвалидность, удобство использования и веб-доступность. Автор сделал вывод о необходимости расширения географического охвата публикаций (вовлечения развивающихся стран) и интенсификации исследований в области удобства использования приложений электронного обучения (наряду с их доступностью) [2]. D.F. Al Husaeni и W. Wahyudin (2023) [35] на основании библиометрического анализа

995 статей, извлеченных из Google Scholar по ключевым словам «digital transformation» и «special needs education», выделили 78 тем исследований в области цифровой трансформации образования обучающихся с ОВЗ. К новейшим и перспективным направлениям авторами отнесены: машинное обучение, искусственный интеллект, онлайн-обучение, дистанционное обучение в экстренных ситуациях, развитие цифровых навыков, изучение и разработка цифровых платформ.

Результаты данного исследования показали ограниченный диапазон работ на русском языке, обсуждающих тематику цифровой образовательной инклюзии. При этом динамика публикационной активности отражала устойчивый рост количества публикаций после 2019 г. в соответствии с законами квадратичной регрессии, надежно объясняющей 92% поведения данных. Такой скачок обусловлен повышенным вниманием к обеспечению доступности образования в период пандемии COVID-19, что подтверждается данными Google Trends [38], зафиксировавшими троекратное возрастание интереса российских пользователей к теме «Электронное обучение» в 2020 г. по сравнению с показателями предыдущих лет. Присутствие в выборке статей, начиная с 2012 г., может быть связано с ратификацией в этом году Российской Федерацией Конвенции о правах людей с инвалидностью (2006) и принятием Федерального закона об образовании (2012) – документов, повлиявших на модификацию терминологического аппарата в отношении лиц с ОВЗ, их образования и обучения.

В выборке исследования преобладали дискуссионно-аналитические статьи (почти половина всех опубликованных работ), обсуждающие проблемы цифровой инклюзии на основании уже известных фактов, без внесения научной новизны в исследовательское поле; оригинальные исследования, методические работы и обзоры литературы представлены в значительно меньшей степени. Высокие показатели цитирования были свойственны единичным работам, при этом большинство авторов редко возвращались к теме (имели не более двух статей). Перечисленные особенности указывают на формирующийся характер темы цифровой доступности электронного обучения в русскоязычном сегменте публикаций.

Анализ ключевых слов по их совместной встречаемости в публикациях позволил выявить четыре тематических кластера: 1 – ассистивные технологии и инклюзивные практики в образовании; 2 – цифровая трансформация образовательной среды и подготовка педагогов; 3 – цифровая доступность электронных образовательных ресурсов; 4 – пандемия как катализатор цифровой инклюзии. Таким образом, публикациями охвачены административные, методологические, инфраструктурные и технические вопросы, образующие исследовательское поле в области цифровой инклюзии и цифровой доступности в образовании.

В опубликованных работах рассмотрены адаптивные стратегии (методики организации обучения) и ассистивные технологии (технические средства, программное обеспечение, услуги), способствующие повышению доступности образовательного процесса для лиц с особыми образовательными потребностями, в том числе в условиях электронного обучения [39–41]. Показано, что правильный подбор ассистивных средств, адаптированных под индивидуальные потребности, активизирует обучение лиц с ОВЗ и формирует устойчивую профессиональную мотивацию педагогов, вовлеченных в работу с данной категорией обучающихся [42], при этом преодолению образовательного неравенства может способствовать внедрение адаптированных электронных образовательных ресурсов и гибридных форматов обучения, учитывающих специфику отдельных нозологических форм [43]. Вместе с тем обнаружено, что существующие русскоязычные массовые открытые онлайн-курсы имеют множественные ошибки цифровой доступности, препятствующие взаимодействию уязвимых категорий пользователей с цифровым контентом [44]. В публикациях выборки также обсуждены вопросы цифровизации образования и преодоления цифрового разрыва, в том числе путем повышения цифровой грамотности педагогов, внедрения в образовательный процесс методов геймификации, дистанционных образовательных технологий и массовых открытых онлайн-курсов [45]. Акцентированы недостатки существующих программ цифровизации, не учитывающих особые потребности людей с инвалидностью и необходимость обеспечения цифровой доступности образовательной среды [46]. Показано, что пандемия COVID-19 выяснила и усугубила образовательное неравенство для лиц с ОВЗ, ставшее особенно явным при вынужденном переходе к онлайн-обучению [8].

Публикации выборки редко фокусировались на конкретных ОВЗ – ключевые слова, относящиеся к нарушениям зрения, слуха и речи, расстройствам аутистического спектра и локомоторным ограничениям, встретились 21 раз (от девяти до двух упоминаний для каждой нозологической группы). При этом термины, соответствующие когнитивным и неврологическим нарушениям, требующим повышенного внимания с точки зрения цифровой доступности WCAG 2.2 [21], в метаданных статей отсутствовали.

В выборке также слабо представлены публикации, акцентирующие внимание на методах использования новейших информационно-коммуникационных технологий для обеспечения цифровой инклюзии в образовании. Соответствующие ключевые слова или имели низкие частоты встречаемости (например, «искусственный интеллект» встречается три раза, «виртуальная реальность» – два, «нейротехнологии» – один), или отсутствовали вовсе (например, «машинное обучение», «дополненная реальность», «расширенная реальность»). Вместе с тем известно, что инструменты искусственного интеллекта способствуют персонализации образовательного процесса обучающихся с ОВЗ [47, 48], а технологии расширенной (виртуальной и дополненной) реальности могут выступать в роли ассистивных решений для преодоления цифрового разрыва в обучении лиц с особыми образовательными потребностями [49, 50].

Анализ плотности встречаемости ключевых слов выявил две непересекающиеся семантические области, характеризующие ключевые векторы исследований в области цифровой инклюзии. Первая область рассматривает инклюзивные практики в образовании, связанные с внедрением ассистивных технологий и адаптивных стратегий, в то время как вторая фокусируется на технических барьерах цифровой доступности и способах их преодоления путем соблюдения рекомендаций WCAG. Представляется перспективным синтез методологических подходов этих направлений (организационного и инженерного) для разработки инклюзивных педагогических стратегий, подкрепленных международными техническими стандартами и регламентами.

Исследование имеет **ограничения**. В результате скрининга из первоначальной выборки исключено значительное количество публикаций, не соответствующих тематике исследования. Высокий процент отсева может быть связан как с техническими ограничениями поисковых алгоритмов eLibrary.Ru, так и с неоднозначностью терминологии цифровой доступности, принятой в русскоязычном сегменте научной литературы. Не исключено, что уточнение поискового запроса с внесением новых дескрипторов позволит выявить дополнительные публикации, релевантные теме исследования. Для библиометрического анализа отбирали только научные статьи. Возможно, расширенный поиск по прочим типам публикаций (монографиям, тезисам конференций, патентам, учебно-методическим пособиям и др.) расширит диапазон релевантных работ, что может способствовать выявлению новых тенденций в исследованиях цифровой образовательной инклюзии и уточнению полученных результатов.

Заключение

Выполненный библиометрический анализ подтверждает актуальность развития исследований в области цифровой образовательной инклюзии, одновременно обнаруживая недостатки, связанные с ограниченной продуктивностью авторов в этой сфере, недостаточным вниманием к проблемам обучающихся с когнитивными и неврологическими ограничениями, отсутствием работ, изучающих интеграцию новейших информационно-коммуникационных технологий (например, искусственного интеллекта и расширенной реальности) для улучшения доступности электронных образовательных ресурсов и сред. Выявленные в результате анализа тенденции в целом согласуются с глобальными трендами цифровизации образования и обеспечения его доступности для всех обуча-

ющихся. Вместе с тем в выборке зафиксировано преобладание дискуссионно-аналитических публикаций при общем недостатке эмпирических и методологических работ. Полученные результаты подтверждают необходимость усиления методологической базы цифровой доступности электронного обучения за счет кросс-кластерных и междисциплинарных работ, а также активизации эмпирических исследований в области цифровой инклюзии для получения научно обоснованных результатов, основанных на реальных данных и валидированных методах. Перспективным является исследование применимости методов машинного обучения, искусственного интеллекта и расширенной реальности для анализа инклозивных образовательных сред, повышения общей доступности электронного обучения и разработки персонализированных ассистивных решений.

Приложение А

Характеристики кластеров ключевых слов, извлеченных из метаданных русскоязычных публикаций по цифровой доступности электронного обучения (2012–2024 гг.), N = 54

Цвет кластера / название кластера (количество ключевых слов; %)	Ключевые слова	Частота встречаемости, n	Количество связей, n	Общая сила связей, n
Красный / ассистивные технологии и инклозивные практики в образовании (15; 27,8)	инклозивное обучение	28	31	88
	ассистивные технологии	19	34	56
	ОВЗ	12	21	42
	инклюзия	11	18	39
	ООП	10	20	34
	инклозивная образовательная среда	7	18	35
	адаптивное обучение	5	12	19
	обучающиеся с ОВЗ	5	12	12
	специальные условия обучения	4	17	27
	студенты с ОВЗ	4	11	15
	special educational needs	3	9	15
	disabilities	3	10	13
	вуз	3	8	11
	students with disabilities	3	8	10
	универсальный дизайн обучения	3	6	7
Зеленый / цифровая трансформация образовательной среды и подготовка педагогов (15; 27,8)	цифровые технологии	20	28	58
	цифровое неравенство	11	17	26
	цифровизация	10	17	27
	цифровая образовательная среда	7	22	31
	цифровизация образования	7	18	28
	образование	7	11	14
	цифровые компетенции	6	20	27
	образовательный процесс	5	15	26
	дети с ОВЗ	5	8	10
	ИКТ	4	15	18
	цифровое обучение	4	11	13
	цифровой разрыв	3	10	11
	педагоги	3	9	11
	профессиональная подготовка	3	8	10
Синий / цифровая доступность электронных образовательных ресурсов (14; 25,9)	информационно-образовательная среда	3	9	9
	электронное обучение	21	25	61
	лица с ОВЗ	12	26	47
	ДОТ	9	15	32
	веб-доступность	8	13	26
	доступность образования	7	17	20
	цифровая доступность	6	7	14
	MOOK	5	14	18
	онлайн-курсы	4	15	18
	persons with disabilities	4	10	18
	ЭОР	4	5	6
	distance learning technology	3	9	16
	e-learning	3	8	16
	универсальный дизайн	3	7	7
Желтый / пандемия как катализатор цифровой инклюзии (10; 18,5)	инвалиды	3	6	7
	дистанционное обучение	10	17	23
	высшее образование	6	18	22
	онлайн-обучение	5	13	16
	образовательные технологии	4	15	16

Цвет кластера / название кластера (количество ключевых слов; %)	Ключевые слова	Частота встречаемости, <i>n</i>	Количество связей, <i>n</i>	Общая сила связей, <i>n</i>
	цифровая грамотность	4	11	13
	индивидуализация обучения	4	11	11
	персонализация обучения	3	14	14
	доступность	3	9	10
	COVID-19	3	9	9
	пандемия	3	3	6

Примечание: частота встречаемости – число упоминаний ключевого слова в метаданных публикаций; количество связей – число терминов, которые встречаются совместно с данным ключевым словом; общая сила связей – общее количество совместных появлений ключевого слова с другими терминами; ДОТ – дистанционные образовательные технологии; ИКТ – информационно-коммуникационные технологии; МООК – массовый открытый онлайн курс; ОВЗ – ограниченные возможности здоровья; ООП – особые образовательные потребности; ЭОР – электронный образовательный ресурс; COVID-19 (от англ. CoronaVirus Disease 2019) – коронавирусная болезнь 2019 г.

Примечания

¹ Zotero. Your personal research assistant. URL: <https://www.zotero.org/> (дата обращения: 13.05.2025).

² VOSviewer – Visualizing scientific landscapes. URL: <https://www.vosviewer.com/> (дата обращения: 13.05.2025).

Список источников

- Nascimento D.V. do, Mutize T., Chinchilla J.F.R. Universal access to higher education: Trends, barriers and drivers // Revista Educación Superior y Sociedad. 2022. № 34 (1). doi: 10.54674/ess.v34i1.437
- Obidat A.H. Bibliometric analysis of global scientific literature on the accessibility of an integrated e-learning model for students with disabilities // Contemporary Educational Technology. 2022. № 14 (3). Art. ep374. doi: 10.30935/cedtech/12064
- Ahuja V. Equity and Access in Digital Education: Bridging the Divide // Contemporary Challenges in Education: Digitalization, Methodology, and Management. 2023. P. 45–59. doi: 10.4018/979-8-3693-1826-3.ch005
- Mayes T., de Freitas S. Review of e-learning theories, frameworks and models. London : Joint Information Systems Committee, 2004. 43 p.
- Kahagi E., Ekenberg L., Hansson M., Tusubira F.F., Danielson M. Exploring the e-learning state of art // Electronic Journal of e-Learning. 2008. № 6 (2). P. 77–88.
- Andrews R. Does e-learning require a new theory of learning? Some initial thoughts // Journal for Educational Research Online. 2011. Vol. 3, № 1. P. 104–121. doi: 10.25656/01:4684
- Галустян О.В. Технология E-Learning в образовательном процессе // Инновации в образовании. 2013. № 5. С. 126–133.
- Радина Н.К., Балакина Ю.В. Вызовы образованию в условиях пандемии: обзор исследований // Вопросы образования. 2021. № 1. С. 178–194. doi: 10.17323/1814-9545-2021-1-178-194
- Peruzzo F., Allan J. Rethinking inclusive (digital) education: Lessons from the pandemic to reconceptualise inclusion through convivial technologies // Learning, Media and Technology. 2024. № 49 (2). P. 244–258. doi: 10.1080/17439884.2022.2131817
- Sá M.J., Serpa S. COVID-19 and the promotion of digital competences in education // Universal Journal of Educational Research. 2020. № 8 (10). P. 4520–4528. doi: 10.13189/ujer.2020.081020
- Livingston E., Houston E., Carradine J., Fallon B.A., Akmeemana C., Nizam M., McNab A. Global student perspectives on digital inclusion in education during COVID-19 // Global Studies of Childhood. 2022. № 13. P. 341–357. doi: 10.1177/20436106221102617
- Möhlen L.K., Prummer S. Vulnerable students, inclusion, and digital education in the Covid-19 pandemic: A qualitative case study from Austria // Social Inclusion. 2023. № 11 (1). P. 102–112. doi: 10.17645/si.v1i1.5850
- Gwala R.S., Mashau P. Equality, Diversity, and Access in Digitalized Teaching in Higher Education // Accessibility of Digital Higher Education in the Global South. 2023. P. 105–131. doi: 10.4018/978-1-6684-9179-9.ch006
- Hamburg I., Lütgen G. Digital Divide, Digital Inclusion and Inclusive Education // Advances in Social Sciences Research Journal. 2019. № 6(4). doi: 10.14738/ASSRJ.64.6457
- Kaarakainen M.T., Saikonen L. Remark on digital accessibility: educational disparities define digital inclusion from adolescence onwards // Universal Access in the Information Society. 2023. № 22. P. 1279–1292. doi: 10.1007/s10209-022-00908-5
- Parveen A., Jan S., Bashir F., Ganie A.A., Zimik P.N. Promoting Inclusive Learning Environments: A Study of Digital Inclusion in Education // Integrating the Biopsychosocial Model in Education. 2024. P. 407–420. doi: 10.4018/979-8-3693-3707-3.ch017
- Brugnara E.D., Kochen V.L., Pedro M. da S., da Silva D.D. The importance of digital inclusion in modern education // ARACE. 2024. Vol. 6 (3). doi: 10.56238/arev6n3-039
- Шеманов А.Ю. Цифровые технологии в контексте инклюзии // Современная зарубежная психология. 2016. Т. 5, № 3. С. 66–74. doi: 10.17759/jmpf.2016050308
- Bong W.K., Chen W. Increasing faculty's competence in digital accessibility for inclusive education: a systematic literature review // International Journal of Inclusive Education. 2021. P. 1–17. doi: 10.1080/13603116.2021.1937344
- Introduction to web accessibility / S.L. Henry, W3C WAI. Publication date: 7 March 2024 // W3C. URL: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/#what> (дата обращения: 07.05.2025).
- Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2 / A. Campbell, C. Adams, R.B. Montgomery, M. Cooper, A. Kirkpatrick, W3C. Publication date: 2023-10 // W3C. URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG22/> (дата обращения: 07.05.2025).
- Draffan E.A., Heumader P. Accessible eLearning – eLearning for Accessibility / AT: Introduction to the special thematic session // Computers Helping People with Special Needs ICCHP. 2018. Vol. 10896. P. 133–137. doi: 10.1007/978-3-319-94277-3_23
- Ravichandran G., Sujathamalini Dr.J., Gunasekaran Dr.K. E-Learning Accessibility of Students with Visual Impairment in Higher Education // International Journal of Research and Review. 2022. № 9(5). P. 27–31. doi: 10.52403/ijrr.20220506
- Rojas S.L. E-Learning Accessibility: Barriers and solutions for inclusive online education // Journal of Informatics Education and Research. 2024. № 4 (3). doi: 10.52783/jier.v4i3.1765
- Cinquin P.A., Guitton P., Sauzéon H. Online e-learning and cognitive disabilities: A systematic review // Computers & Education. 2019. № 130. P. 152–167. doi: 10.1016/j.compedu.2018.12.004
- Chadli F.E., Gretete D., Moumen A. Digital accessibility: a systematic Literature Review // SHS Web of Conferences. 2021. Vol. 119. Article 06005. doi: 10.1051/shsconf/202111906005
- Petretto D.R., Carta S.M., Cataudella S., Masala I., Mascia M.L., Penna M.P., Piras P., Pistis I., Masala C. The Use of Distance Learning and E-learning in Students with Learning Disabilities: A Review on the Effects and some Hint of Analysis on the Use during COVID-19 Outbreak // Clinical practice and epidemiology in mental health. 2021. № 17. P. 92–107. doi: 10.2174/1745017902117010092
- Ingavélez-Guerra P., Otón-Tortosa S., Hilera-González J., Sánchez-Gordón M. The use of accessibility metadata in e-learning environments: a systematic literature review // Universal Access in the Information Society. 2023. № 22 (2). P. 445–461. doi: 10.1007/s10209-021-00851-x
- Ahmi A., Mohamad R. Bibliometric analysis of global scientific literature on web accessibility // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). 2019. Vol. 7, № 6. P. 250–258.

30. Brika S.K.M., Chergui K., Algandi A., Musa A.A., Zouaghi R. E-learning research trends in higher education in light of COVID-19: a bibliometric analysis // *Frontiers in Psychology*. 2022. Vol. 12. Article 762819. doi: 10.3389/fpsyg.2021.762819
31. Djeki E., Dégila J., Bondiombouy C., Alhassan M.H. E-learning bibliometric analysis from 2015 to 2020 // *Journal of Computers in Education*. 2022. Vol. 9, № 4. P. 727–754. doi: 10.1007/s40692-021-00218-4
32. Martins J., Gonçalves R., Branco F. A bibliometric analysis and visualization of e-learning adoption using VOSviewer // *Universal Access in the Information Society*. 2024. Vol. 23, № 3. P. 1177–1191. doi: 10.1007/s10209-022-00953-0
33. Makda F. Digital education: Mapping the landscape of virtual teaching in higher education—a bibliometric review // *Education and Information Technologies*. 2025. Vol. 30. P. 2547–2575. doi: 10.1007/s10639-024-12899-2
34. Prado B.D.B., Gobbo J.A. Junior, Bezerra B.S. Emerging themes for digital accessibility in education // *Sustainability*. 2023. Vol. 15, № 14. Article 11392. doi: 10.3390/su151411392
35. Al Husaeni D.F., Wahyudin W. Digital transformation in special needs education: Computational bibliometrics // *ASEAN Journal of Community and Special Needs Education*. 2023. Vol. 2, № 2. P. 97–110.
36. Научная электронная библиотека Elibrary.ru // ООО Научная электронная библиотека. URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 07.05.2025).
37. Рейтинг лучших вузов России RAEX-100, 2024 год // RAEX. URL: https://raex-rr.com/education/russian_universities/top-100_universities/2024/ (дата обращения: 07.05.2025).
38. Google Trends // Google. URL: <https://trends.google.com/trends/> (дата обращения: 07.05.2025).
39. Кулакова Е.В. Применение ассистивных технологий в практике инклюзивного обучения детей с нарушенным слухом // Специальное образование. 2014. № 2. С. 21–29.
40. Филипович Е.И., Борозинец Н.М. Применение ассистивных технологий в практике высшего образования лиц с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья // Специальное образование. 2019. Т. 1, № 53. С. 113–122. doi: 10.26170/sp19-01-10
41. Сальникова О.Д., Бугаева Е.А. Использование ассистивных технологий для обучения студентов с ОВЗ в условиях дистанционного формата обучения // Проблемы современного педагогического образования. 2021. № 71 (2). С. 325–328.
42. Никитина Л.Н. Ассистивные технологии в проектировании предметно-пространственной среды образовательной организации // Герценовские чтения: психологические исследования в образовании. 2018. № 1. С. 322–325.
43. Романенкова Д.Ф. Особенности реализации профессиональных образовательных программ с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий с учетом условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4. С. 201.
44. Косова Е.А., Халилова М.Ю. Анализ веб-доступности массовых открытых онлайн-курсов по математическим дисциплинам // Высшее образование в России. 2019. № 10. С. 157–166. doi: 0.31992/0869-3617-2019-28-10-157-166
45. Лысак И.В. Новые образовательные технологии как средство преодоления цифрового разрыва // Современные научоемкие технологии. 2017. № 7. С. 129–135.
46. Мещерякова Н.Н., Роготнева Е.Н. Цифровизация: новые риски для людей с инвалидностью. Постановка проблемы // Цифровая социология. 2021. № 4 (3). С. 44–52. doi: 0.26425/2658-347X-2021-4-3-44-52
47. Chalkiadakis A., Seremetaki A., Kanellou A., Kallishi M., Morfopoulou A., Moraftaki M., Mastrokoukou S. Impact of Artificial Intelligence and Virtual Reality on Educational Inclusion: A Systematic Review of Technologies Supporting Students with Disabilities // *Education Sciences*. 2024. Vol. 14. Article 1223. doi: 10.3390/educsci14111223
48. Nazari A., Alabood L., Feeley K.B., Jaswal V.K., Krishnamurthy D. Personalizing an AR-based Communication System for Nonspeaking Autistic Users // 29th International Conference on Intelligent User Interfaces. 2024. P. 731–741. doi: 10.1145/3640543.3645153
49. Dutt S., Sharma R., Suyal P., Thapliyal M. An investigative study of long-Term implication of extended reality applications in educational pursuits for learning-disabled population: a recommendation approach // 11th International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART). 2022. P. 69–74. doi: 10.1109/SMART55829.2022.10046886
50. Kapetanaki A., Krouskas A., Troussas C., Sgouropoulou C. Exploiting augmented reality technology in special education: A systematic review // *Computers*. 2022. Vol. 11, № 10. Article 143. doi: 10.3390/computers11100143

References

1. Nascimento, D.V. do, Mutize, T. & Chinchilla, J.F.R. (2022) Universal access to higher education: Trends, barriers and drivers. *Revista Educación Superior y Sociedad*. 34 (1). doi: 10.54674/ess.v34i1.437
2. Obidat, A.H. (2022) Bibliometric analysis of global scientific literature on the accessibility of an integrated e-learning model for students with disabilities. *Contemporary Educational Technology*. 14 (3): ep374. doi: 10.30935/cedtech/12064
3. Ahuja, V. (2023) Equity and Access in Digital Education: Bridging the Divide. In: *Contemporary Challenges in Education: Digitalization, Methodology, and Management*. pp. 45–59. doi: 10.4018/979-8-3693-1826-3.ch005
4. Mayes, T. & de Freitas, S. (2004) *Review of e-learning theories, frameworks and models*. London: Joint Information Systems Committee.
5. Kahiigi, E., Ekenberg, L., Hansson, M., Tusubira, F.F. & Danielson, M. (2008) Exploring the e-learning state of art. *Electronic Journal of e-Learning*. 6 (2). pp. 77–88.
6. Andrews, R. (2011) Does e-learning require a new theory of learning? Some initial thoughts. *Journal for Educational Research Online*. 3 (1). pp. 104–121. doi: 10.25656/01:4684
7. Galustyan, O.V. (2013) Tekhnologiya E-Learning v obrazovatel'nom protsesse [E-Learning Technology in the Educational Process]. *Innovatsii v obrazovanii*. 5. pp. 126–133.
8. Radina, N.K. & Balakina, Yu.V. (2021) Vyzovy obrazovaniyu v usloviiakh pandemii: obzor issledovaniy [Challenges to Education During the Pandemic: A Research Review]. *Voprosy obrazovaniya*. 1. pp. 178–194. doi: 10.17323/1814-9545-2021-1-178-194
9. Peruzzo, F. & Allan, J. (2024) Rethinking inclusive (digital) education: Lessons from the pandemic to reconceptualise inclusion through convivial technologies. *Learning, Media and Technology*. 49 (2). pp. 244–258. doi: 10.1080/17439884.2022.2131817
10. Sá, M.J. & Serpa, S. (2020) COVID-19 and the promotion of digital competences in education. *Universal Journal of Educational Research*. 8 (10). pp. 4520–4528. doi: 10.13189/ujer.2020.081020
11. Livingston, E., Houston, E., Carradine, J., Fallon, B.A., Akmeemana, C., Nizam, M. & McNab, A. (2022) Global student perspectives on digital inclusion in education during COVID-19. *Global Studies of Childhood*. 13. pp. 341–357. doi: 10.1177/20436106221102617
12. Möhlen, L.K. & Prummer, S. (2023) Vulnerable students, inclusion, and digital education in the Covid-19 pandemic: A qualitative case study from Austria. *Social Inclusion*. 11 (1). pp. 102–112. doi: 10.17645/si.v11i1.5850
13. Gwala, R.S. & Mashau, P. (2023) Equality, Diversity, and Access in Digitalized Teaching in Higher Education. *Accessibility of Digital Higher Education in the Global South*. pp. 105–131. doi: 10.4018/978-1-6684-9179-9.ch006
14. Hamburg, I. & Lütgen, G. (2019) Digital Divide, Digital Inclusion and Inclusive Education. *Advances in Social Sciences Research Journal*. 6 (4). doi: 10.14738/ASSRJ.64.6457
15. Kaarakainen, M.T. & Saikonen, L. (2023) Remark on digital accessibility: educational disparities define digital inclusion from adolescence onwards. *Universal Access in the Information Society*. 22. pp. 1279–1292. doi: 10.1007/s10209-022-00908-5

16. Parveen, A., Jan, S., Bashir, F., Ganie, A.A. & Zimik, P.N. (2024) Promoting Inclusive Learning Environments: A Study of Digital Inclusion in Education. *Integrating the Biopsychosocial Model in Education*. pp. 407–420. doi: 10.4018/979-8-3693-3707-3.ch017
17. Brugnara, E.D., Kochen, V.L., Pedro, M. da S. & da Silva, D.D. (2024) The importance of digital inclusion in modern education. *ARACE*. 6 (3). doi: 10.56238/arev6n3-039
18. Shemanov, A.Yu. (2016) Tsifrovye tekhnologii v kontekste inklyuzii [Digital Technologies in the Context of Inclusion]. *Sovremennaya zarubezhnaya psichologiya*. 5 (3). pp. 66–74. doi: 10.17759/jmpf.2016050308
19. Bong, W.K. & Chen, W. (2021) Increasing faculty's competence in digital accessibility for inclusive education: a systematic literature review. *International Journal of Inclusive Education*. pp. 1–17. doi: 10.1080/13603116.2021.1937344
20. Henry, S.L. & W3C WAI. (2024) *Introduction to web accessibility*. [Online] Available from: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/#what> (Accessed: 07.05.2025).
21. Campbell, A., Adams, C., Montgomery, R.B., Cooper, M. & Kirkpatrick, A., W3C. (2023) *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2*. [Online] Publication date: 2023-10. Available from: <https://www.w3.org/TR/WCAG22/> (Accessed: 07.05.2025).
22. Draffan, E.A. & Heumader, P. (2018) Accessible eLearning – eLearning for Accessibility / AT: Introduction to the special thematic session. *Computers Helping People with Special Needs ICCHP*. 10896. pp. 133–137. doi: 10.1007/978-3-319-94277-3_23
23. Ravichandran, G., Sujathamalini, Dr.J. & Gunasekaran, Dr.K. (2022) E-Learning Accessibility of Students with Visual Impairment in Higher Education. *International Journal of Research and Review*. 9 (5). pp. 27–31. doi: 10.52403/ijrr.20220506
24. Rojas, S.L. (2024) E-Learning Accessibility: Barriers and solutions for inclusive online education. *Journal of Informatics Education and Research*. 4 (3). doi: 10.52783/jier.v4i3.1765
25. Cinquin, P.A., Guittot, P. & Sauzéon, H. (2019) Online e-learning and cognitive disabilities: A systematic review. *Computers & Education*. 130. pp. 152–167. doi: 10.1016/j.compedu.2018.12.004
26. Chadli, F.E., Gretete, D. & Moumen, A. (2021) Digital accessibility: a systematic Literature Review. *SHS Web of Conferences*. 119: 06005. doi: 10.1051/shsconf/202111906005
27. Petretto, D.R., Carta, S.M., Cataudella, S., Masala, I., Mascia, M.L., Penna, M.P., Piras, P., Pistis, I. & Masala, C. (2021) The Use of Distance Learning and E-learning in Students with Learning Disabilities: A Review on the Effects and some Hint of Analysis on the Use during COVID-19 Outbreak. *Clinical Practice and Epidemiology in Mental Health*. 17. pp. 92–107. doi: 10.2174/1745017902117010092
28. Ingavélez-Guerra, P., Otón-Tortosa, S., Hilera-González, J. & Sánchez-Gordón, M. (2023) The use of accessibility metadata in e-learning environments: a systematic literature review. *Universal Access in the Information Society*. 22 (2). pp. 445–461. doi: 10.1007/s10209-021-00851-x
29. Ahmi, A. & Mohamad, R. (2019) Bibliometric analysis of global scientific literature on web accessibility. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. 7 (6). pp. 250–258.
30. Brika, S.K.M., Chergui, K., Algamdi, A., Musa, A.A. & Zouaghi, R. (2022) E-learning research trends in higher education in light of COVID-19: a bibliometric analysis. *Frontiers in Psychology*. 12: 762819. doi: 10.3389/fpsyg.2021.762819
31. Djeki, E., Dégila, J., Bondiombouy, C. & Alhassan, M.H. (2022) E-learning bibliometric analysis from 2015 to 2020. *Journal of Computers in Education*. 9 (4). pp. 727–754. doi: 10.1007/s40692-021-00218-4
32. Martins, J., Gonçalves, R. & Branco, F. (2024) A bibliometric analysis and visualization of e-learning adoption using VOSviewer. *Universal Access in the Information Society*. 23 (3). pp. 1177–1191. doi: 10.1007/s10209-022-00953-0
33. Makda, F. (2025) Digital education: Mapping the landscape of virtual teaching in higher education—a bibliometric review. *Education and Information Technologies*. 30. pp. 2547–2575. doi: 10.1007/s10639-024-12899-2
34. Prado, B.D.B., Gobbo, J.A. Junior & Bezerra, B.S. (2023) Emerging themes for digital accessibility in education. *Sustainability*. 15 (14): 11392. doi: 10.3390/su151411392
35. Al Husaeni, D.F. & Wahyudin, W. (2023) Digital transformation in special needs education: Computational bibliometrics. *ASEAN Journal of Community and Special Needs Education*. 2 (2). pp. 97–110.
36. Elibrary.ru. [Online] Available from: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (Accessed: 07.05.2025).
37. RAEX. (2024) *Reyting luchshikh vuzov Rossii RAEX-100, 2024 god* [RAEX-100 Rating of the Best Russian Universities, 2024]. [Online] Available from: https://raex-rr.com/education/russian_universities/top-100_universities/2024/ (Accessed: 07.05.2025).
38. Google Trends. [Online] Available from: <https://trends.google.com/trends/> (Accessed: 07.05.2025).
39. Kulakova, E.V. (2014) Primenenie assistivnykh tekhnologiy v praktike inklyuzivnogo obucheniya detey s narushennym slukhom [The Use of Assistive Technologies in the Practice of Inclusive Education for Children with Hearing Impairments]. *Spetsial'noe obrazovanie*. 2. pp. 21–29.
40. Filipovich, E.I. & Borozinets, N.M. (2019) Primenenie assistivnykh tekhnologiy v praktike vysshego obrazovaniya lits s invalidnost'yu i ogranicennymi vozmozhnostyami zdorov'ya [The Use of Assistive Technologies in the Practice of Higher Education for Persons with Disabilities]. *Spetsial'noe obrazovanie*. 1 (53). pp. 113–122. doi: 10.26170/sp19-01-10
41. Sal'nikova, O.D. & Bugaeva, E.A. (2021) Ispol'zovanie assistivnykh tekhnologiy dlya obucheniya studentov s OVZ v usloviyakh distantsionnogo formata obucheniya [The Use of Assistive Technologies for Teaching Students with Disabilities in a Distance Learning Format]. *Problemy sovremennoego pedagogicheskogo obrazovaniya*. 71 (2). pp. 325–328.
42. Nikitina, L.N. (2018) Assistivnye tekhnologii v proektirovaniii predmetno-prostranstvennoy sredy obrazovatel'noy organizatsii [Assistive Technologies in Designing the Object-Spatial Environment of an Educational Organization]. *Gertsenovskie chteniya: psichologicheskie issledovaniya v obrazovanii*. 1. pp. 322–325.
43. Romanenkova, D.F. (2013) Osobennosti realizatsii professional'nykh obrazovatel'nykh programm s primeneniem elektronnogo obucheniya, distantsionnykh obrazovatel'nykh tekhnologiy s uchetom uslovii obucheniya invalidov i lits s ogranicennymi vozmozhnostyami zdorov'ya [Peculiarities of Implementing Professional Educational Programs Using E-Learning, Distance Learning Technologies, Taking into Account the Learning Conditions of Persons with Disabilities]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 4. pp. 201.
44. Kosova, E.A. & Khalilova, M.Yu. (2019) Analiz veb-dostupnosti massovykh otkrytykh onlayn-kursov po matematicheskim disciplinam [Analysis of Web Accessibility of Massive Open Online Courses in Mathematical Disciplines]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 10. pp. 157–166. doi: 10.31992/0869-3617-2019-28-10-157-166
45. Lysak, I.V. (2017) Novye obrazovatel'nye tekhnologii kak sredstvo preodoleniya tsifrovogo razryva [New Educational Technologies as a Means of Overcoming the Digital Divide]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 7. pp. 129–135.
46. Meshcheryakova, N.N. & Rogotneva, E.N. (2021) Tsifrovizatsiya: novye riski dlya lyudey s invalidnost'yu. Postanovka problemy [Digitalization: New Risks for People with Disabilities. Problem Statement]. *Tsifrovaya sotsiologiya*. 4 (3). pp. 44–52. doi: 10.26425/2658-347X-2021-4-3-44-52
47. Chalkiadakis, A., Seremetaki, A., Kanellou, A., Kallishi, M., Morfopoulou, A., Moraitaki, M. & Mastrokoukou, S. (2024) Impact of Artificial Intelligence and Virtual Reality on Educational Inclusion: A Systematic Review of Technologies Supporting Students with Disabilities. *Education Sciences*. 14: 1223. doi: 10.3390/educsci14111223
48. Nazari, A., Alabood, L., Feeley, K.B., Jaswal, V.K. & Krishnamurthy, D. (2024) Personalizing an AR-based Communication System for Non-speaking Autistic Users. *29th International Conference on Intelligent User Interfaces*. pp. 731–741. doi: 10.1145/3640543.3645153
49. Dutt, S., Sharma, R., Suyal, P. & Thapliyal, M. (2022) An investigative study of long-Term implication of extended reality applications in educational pursuits for learning-disabled population: a recommendation approach. *11th International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART)*. pp. 69–74. doi: 10.1109/SMART55829.2022.10046886

50. Kapetanaki, A., Krouskas, A., Troussas, C. & Sgouropoulou, C. (2022) Exploiting augmented reality technology in special education: A systematic review. *Computers*. 11 (10): 143. doi: 10.3390/computers11100143

Информация об авторах:

Косова Е.А. – канд. пед. наук, зав. кафедрой прикладной математики Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (Симферополь, Россия). E-mail: lynx99@inbox.ru / kosovaea@cfuv.ru

Галустян О.В. – д-р пед. наук, и.о. зав. кафедрой социальной педагогики Академии психологии и педагогики Южного федерального университета (Ростов-на-Дону, Россия). E-mail: ovgalustyan@sfedu.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

E.A. Kosova, Cand. Sci. (Pedagogics), head of the Department of Applied Mathematics, V.I. Vernadsky Crimean Federal University (Simferopol, Russian Federation). E-mail: lynx99@inbox.ru / kosovaea@cfuv.ru

O.V. Galustyan, Dr. Sci. (Pedagogics), acting head of the Department of Social Pedagogy, Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russian Federation). E-mail: ovgalustyan@sfedu.ru

The authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию 23.05.2025;
одобрена после рецензирования 04.07.2025; принята к публикации 31.07.2025.*

*The article was submitted 23.05.2025;
approved after reviewing 04.07.2025; accepted for publication 31.07.2025.*