DOI: 10.55090/19964552_2022_6_110_123

СКВОЗНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ В КОНТЕКСТЕ ЕГО ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Гречушкина Нина Владимировна,
старший преподаватель кафедры информатики и информационных технологий
Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»
gnv@rimsou.ru

Тихонова Оксана Валентиновна,
кандидат физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры математики, физики и медицинской информатики
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова»
доцент кафедры информатики и информационных технологий
Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»
tihonova_oksv@mail.ru

Паршин Александр Николаевич,
кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского отдела
Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»
a.parshin@rimsou.ru

Мартишина Нина Васильевна,
доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры педагогики и менеджмента в образовании
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина»
n.martishina@365.rsu.edu.ru

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются тенденции современного образования, обусловленные активным внедрением сквозных технологий во все сферы человеческой деятельности. Сквозные технологии в сфере образования и в других отраслях обеспечивают интегративную технологическую основу для комплексных отраслевых IT-решений. Рассматриваются возможности и практические примеры использования в образовании облачных технологий (Cloud Technologies), технологий блокчейн (Blockchain), искусственного интеллекта (AI), технологий

беспроводной связи, Интернета вещей (Internet of Things), Больших данных (BigData), технологий дополненной и виртуальной реальности (AR/VR) и т. д. Усиление цифрового тренда прослеживается в ряде национальных программ развития образования двух последних десятилетий, а скорость и масштаб прогресса в этой области делают невозможным прогнозы и оценки рисков цифровой трансформации, поэтому рассмотрение возможностей и оценка потенциала применения сквозных ИТ-решений в образовании актуальны и составляют цель данного обзора.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *цифровизация образования, цифровая трансформация образования, сквозные технологии, облачные технологии, интернет вещей, искусственный интеллект, иммерсивные технологии.*

CROSS-CUTTING TECHNOLOGIES IN EDUCATION IN THE CONTEXT OF ITS DIGITAL TRANSFORMATION

Grechushkina N. V.,
Assistant Lecturer of the Department of Computer Science and Information Technologies
Moscow Polytechnic University (Ryazan Institute)

Tikhonova O. V.,
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the of the Department of Mathematics, Physics and Medical Information Technology,
Ryazan State Medical University named after Academician Ivan Pavlov
Associate Professor of the Department of Computer Science and Information Technologies
Moscow Polytechnic University (Ryazan Institute)

Parshin A. N.,
Candidate of Technical Sciences, Head of the Research Department
Moscow Polytechnic University (Ryazan Institute)

Martishina N. V.,
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Pedagogy and Management in Education
Ryazan State University named after S. A. Esenin, Ryazan, Russia

ABSTRACT
The article examines the trends in modern education caused by the active introduction of cross-cutting technologies in all spheres of human activity. Cross-cutting technologies in education and other industries provide an integrative technological basis for complex industry IT solutions. The possibilities and practical examples of using cloud technologies, Blockchain technologies, artificial intelligence (AI), wireless communication technologies, Internet of Things, Big Data, augmented and virtual reality technologies (AR/VR) in education are considered. The strengthening of the digital trend can be traced in a number of national education development programs of the last two decades, and the speed and scale of progress in this area make it impossible to predict and assess the risks of digital transformation, so consideration of the possibilities and estimation of the potential for the use of cross-cutting IT solutions in education are relevant and make the purpose of this review.

KEYWORDS: *digitalization of education, digital transformation of education, cross-cutting technologies, cloud technologies, Internet of Things, artificial intelligence, immersive technologies.*

В глобальном масштабе современным трендом развития образования выступает цифровизация, рассматриваемая в двух ракурсах: как внешнее условие, определяющее вектор происходящих и грядущих изменений, и как «точка роста», содержащая в себе потенциал этих изменений [14]. В этом процессе важная роль отводится применению разработанных для сферы образования и функционирующих на основе сквозных технологий IT-решений, рассмотренных в работе.

Сквозными называют цифровые технологии, которые могут быть внедрены в производственный процесс на нескольких этапах технологического цикла в различных отраслях и оказывают влияние как на развитие и цифровизацию каждой из этих отраслей в отдельности, так и на разработку межотраслевых решений.

К сквозным технологиям относятся:

- Большие Данные (BigData);
- блокчейн (Blockchain);
- облачные технологии (Cloud Technologies);
- искусственный интеллект (AI);

- технологии беспроводной связи;
- Интернет вещей (Internet of Things);
- технологии дополненной и виртуальной реальности (AR/VR) и др.

Сквозные технологии в сфере образования и в других отраслях достаточно редко применяются изолированно. Они обеспечивают интегративную технологическую основу для комплексных отраслевых IT-решений. Говоря о применении той или иной технологии, следует помнить, что речь идет не о применении конкретной технологии в чистом виде, но об IT-решениях, для которых она является ключевой составляющей. Многие такие решения уже институализированы (например, цифровые платформы или облачные сервисы), другие сохраняют статус инновации (например, VR/AR, Интернет вещей) по причине их высокой стоимости или сложности использования в учебном процессе. Практика и потенциал их использования в образовании достаточно широки как в нашей стране (рисунок 1), так и за рубежом [16].

Следует также отметить, что сквозные технологии, оправдывая свое название, обнаруживаются в IT-решениях различного назначения, обслуживающих самые разные нужды образовательного процесса.

Самыми востребованными и широко распространенными являются IT-решения на основе ***облачных технологий***. Облачными называют технологии распределенной и удаленной обработки данных, основу для которых составляет совокупность программного и аппаратного обеспечений, осуществляющих обработку и исполнение заявок пользователя с применением динамически масштабируемых виртуальных ресурсов

Рис. 1. *Использование цифровых технологий в российских вузах в 2020 г.*

[5]. Рынок которых демонстрирует стабильный рост на протяжении последнего десятилетия. По оценкам НИУ ВШЭ [16] 45,9% российских вузов используют облачные сервисы в своей деятельности, не считая те IT-решения, для которых облачные технологии выполняют вспомогательную функцию.

Облачные технологии являются одним из компонентов технологической основы для реализации концепций умных образовательных инфраструктур Smart School, Smart Campus, Smart University. Названные инфраструктуры предполагают также объединение ряда устройств и приложений в многокомпонентную систему, функционирующую на основе технологий ***Интернета вещей*** (Internet of Things, IoT). Концепция Интернета вещей предполагает возможность создания функциональной и функционирующей вычислительной сети приборов и устройств, каждое из которых имеет уникальный идентификационный номер и IP-адрес, а также оснащено встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой для обмена данными, мониторинга, корректировки работы системы и т. д. [12].

Цифровизация образования ведет к стремительному росту объема накапливаемой информации (например, сведения о результатах аттестационных процедур ОГЭ, ЕГЭ, ВПР) и увеличению данных, генерируемых в реальном времени (например, образовательными инфраструктурами на основе Интернета вещей), увеличивается объем данных, размещаемых в облачных хранилищах. В сфере образования источниками Больших данных (***Big Data***) являются сведения, получаемые от систем управления обучением, результаты аттестационных процедур, данные социологических исследований и др., которые используются для анализа эффективности управления ресурсами организации и успеваемости обучающихся, прогнозирования показателей, разработки индивидуальных образовательных траекторий обучающихся [4].

Обработка Больших данных для получения образовательной аналитики (анализ данных для оценки хода и результатов образовательного процесса) и предиктивной аналитики (анализ данных для получения прогностических оценок в отношении различных показателей) осуществляется с использованием методов искусственного интеллекта. Технологии ***искусственного интеллекта*** (Artificial Intelligence, AI) — это совокупность знаний, методов и средств создания интеллектуальных систем, имитирующих когнитивные функции человека на основе мате-

матических моделей и вычислительных алгоритмов [12]. Схожую задачу решают нейротехнологии.

IT-решения на основе ***иммерсивных технологий*** обеспечивают погружение пользователя в искусственно созданную среду, которая предоставляет ему визуальную и сенсорную информацию высокого качества и объема и в которой он приобретает знания и опыт деятельности.

К иммерсивным технологиям относятся:

- технологии виртуальной реальности (virtual reality, VR);
- дополненной реальности (augmented reality, AR);
- смешанной реальности (mixed reality, MR);
- расширенной реальности (eXtended reality, XR) [24].

Технология AR используется в сочетании с реальной средой, включая цифровые данные в реальную сцену [8]. Полностью виртуальная среда — практическое воплощение технологии VR. На стыке виртуального и реального миров находятся технологии смешанной реальности MR и технологии дополненной виртуальности (augmented virtuality, AV), обеспечивающие отображения виртуальной среды реальными объектами. Понятие «расширенная реальность» включает в себя любые виртуальные надстройки и является обобщающим для всех иммерсивных технологий. Применение иммерсивных технологий способствует улучшению образовательных результатов обучающихся, развитию навыков сотрудничества и творческих способностей в процессе обучения [24].

В условиях современного мира образовательные траектории обучающихся характеризуются высокой мобильностью и вариативностью построения. Образовательные достижения обучающегося подтверждаются сертификатами (дипломами, удостоверениями, аттестатами), которые характеризуют его индивидуальную образовательную траекторию. Необходимо иметь возможность надежной и безопасной фиксации и хранения документов об образовании. Ещё более важно иметь возможность верификации таких документов, подтверждения их подлинности и получения заверенной копии при необходимости [1]. Удовлетворить эту потребность позволяют IT-решения с использованием ***Blockchain*** — технологии хранения данных на основе распределенного реестра, гарантирующего их безопасность, целостность и конфиденциальность. Ценность этой технологии для образования заключается в том, что она гарантирует надежное и долгосрочное хранение документов об академических достижениях человека, защиту их от несанкционированного доступа и изменения, простоту их

получения и верификации [18]. Blockchain-решения позволяют хранить данные разного типа (личные дела, дипломы, результаты экзаменов, тексты сочинений, видеозаписи выступлений, награды, грамоты, экзаменационные / творческие работы).

Внедрение сквозных технологий в педагогическую практику связано с изменениями в деятельности образовательных организаций в целом, а также с изменением способов и технологий обучения, способов и средств предоставления образовательного контента и взаимодействия субъектов образовательного процесса друг с другом. Таким образом, все IT-решения для сферы образования, функционирующие на основе сквозных технологий, можно условно разделить на инфраструктурные и образовательные. Первые предназначены для организации и управления инфраструктурой (материальными объектами и условиями, в которых реализуется образовательный процесс) и ее использованием (управление работой образовательной организации). Вторые связаны с осуществлением образовательного процесса и включают в себя программные и программно-технические средства, приложения и сервисы для обучения.

Инфраструктурные IT-решения на основе сквозных технологий. Применение решений на основе облачных технологий обеспечивает основу для совместной работы (в том числе, удаленно) участников образовательных отношений, использования ими программного обеспечения, учебных материалов и документации и др. [5], [10]. Важным направлением использования облачных решений в образовании является обеспечение процессов управления работой образовательной организации (системы электронного документооборота (EnDocs Cloud), учета хода учебного процесса, успеваемости и посещаемости обучающихся (Дневник.ру, Образование web 2.0, 1С: Образование, Apex Learning), управления финансами, зачислением обучающихся (Jenzabar)) [12]. На основе облачных решений возможно привлечение представителей работодателей к формированию учебных планов и образовательных программ, трудоустройству выпускников, проверке знаний студентов и др. Другим направлением использования облачных технологий является поддержка образовательного процесса [22], которая в первую очередь ассоциирована с организацией инфраструктуры e-learning (Live@edu, G Suite for Education, Moodle), с совместной работой субъектов образовательного процесса с ресурсами и учебными материалами и программным обеспечением (облачные ком-

пьютерные классы (1cloud), вебинарные комнаты и сервисы видеоконференцсвязи (BigBlueButton, OpenMeetings) [25].

Системы интернета вещей осуществляют сбор и обработку больших объемов информации в режиме реального времени (отслеживание безопасности, мониторинг успеваемости учащихся, контроль за профессиональной подготовкой преподавателей и др.) [26] и обеспечивают возможность управления различными устройствами (электронные пропуска, студенческие билеты по технологии RFID, использование датчиков дыма, системы видеонаблюдения, беспроводные дверные замки, биометрическое отслеживание посещений вуза) [17] и ресурсами (контроль эффективности потребления энергии или воды, оптимизация логистических процессов, мониторинг состояния и загруженности оборудования, «интеллектуальная» инвентаризация, «интеллектуальная» парковка).

IT-решения на основе технологии Blockchain используются для организации хранения и предоставления цифровых портфолио, документов об образовании обучающихся и их достижениях [6]. Примерами таких решений являются Blockchain-системы школ в Кении, Римского университета «Tor Vergata» (Италия), Государственного Мельнбургского университета (Австралия) и Университета Никосии (Кипр), проект «Blockcerts» Массачусетского технологического института (США) и др. [20]. IT-решения на основе технологии Blockchain не ограничены хранением учебных документов, хотя это и наиболее распространенная задача, решаемая с их помощью. Например, университет Никосии разработал и запустил массовые открытые онлайн курсы на основе Blockchain [21].

С помощью технологий AI реализуется построение [11], [19]:

- систем администрирования образовательного процесса (составление расписание; учет рабочего времени преподавателей, посещаемости и успеваемости студентов; распределения обучающихся по группам в соответствии с их потребностями, способностями и достигнутыми образовательными результатами);
- систем управления обучением;
- систем автоматизации оценивания (в том числе, образовательных результатов, требующих экспертной оценки);
- систем предиктивной безопасности (оценка риска и прогнозирование возможности девиантного, агрессивного или опасного для окружающих поведения субъектов).

Средства AI применяются при проектировании интеллектуальных информационных систем (например, информационные чат-боты образовательных организаций [23]), обучающих и консультационных систем, позволяющих обеспечить гибкость и персонификацию образовательного процесса, эффективное использование ресурсов цифровой образовательной среды [19].

Образовательные IT-решения на основе сквозных технологий. На основе облачных технологий функционируют облачные хранилища данных и ресурсов (GoogleDisk, Dropbox, SkyDrive, Яндекс.Диск), облачные сервисы для совместной работы (Jamboard, Miro) и др.) [10]. Не менее важным является использование облачных технологий для организации учебных пространств, таких как Российская электронная школа, School in the Cloud, Blackboard, Cisco Networking Academy, электронные библиотеки цифровые платформы и др. [22]. Облачную основу имеют такие распространенные образовательные инструменты как онлайн курсы, которые используются в рамках дистанционного формата обучения и в очном образовании как источник дополнительных образовательных ресурсов во время занятий, а также при обучении по модели «перевернутый класс».

Использование технологии IoT для обеспечения и реализации учебного процесса имеет не меньшие перспективы и уже широко распространено в практике образования. Конструируемая на основе технологии IoT умная образовательная инфраструктура позволяет расширять возможности очного и дистанционного обучения как в плане управления образовательным процессом (контроль доступа и присутствия), так и в плане его реализации [26]. Технологии IoT позволяют осуществлять проведение занятий с использованием вебкамер для их онлайн-трансляции, электронных интерактивных досок, связанных с таскскринами, цифровыми учебниками, мобильными телефонами, планшетами и др. Подключенные к Интернету и собранные в единую систему по технологии IoT датчики, приборы, лабораторные установки и целые лаборатории позволяют проводить практические занятия с использованием реального оборудования в дистанционном формате [17], [26], в том числе с использованием цифровых двойников оборудования и объектов [2]. Инструменты IoT позволяют реализовывать идею инклюзии в образовании, делая его доступнее для обучающихся с особыми образовательными потребностями [17]. Одним из примеров использования технологии для обеспечения инклюзивности образования является использование спе-

циальных перчаток, подключенных к датчикам и планшету для генерации устной речи на основе движения рук обучающегося, выражающего свою мысль при помощи языка жестов.

Принципы Blockchain лежат в основе построения образовательного процесса по модели сотрудничества Consensus Systems (ConsenSys) [20]. Данная модель имеет сходные черты с ризоматическим подходом, но более структурирована и предполагает достижение обучающимися конкретной запланированной и измеримой образовательной цели. Образовательный процесс, организованный по модели ConsenSys, представляет собой совместную проектную деятельность обучающихся, каждый из которых владеет частью выбранного им проекта в виде токенов Ethereum. Обучающиеся самостоятельно определяют и контролируют содержание обучения, критерии оценивания и вознаграждение, фиксируемые в смарт-контрактах функции и обязанности участников команды, распределение их нагрузки. Blockchain выступает IT-основой концепции «обучение — это заработок», когда обучающиеся зарабатывают токены, изучая финансируемые через маркетплейс темы [21].

Методы AI используются при создании умных и роботизированных устройств, используемых в учебном процессе (медицинские роботы «Эйдос») и в системах Интернета вещей в образовании (Smart Campus). Технологии AI применяются для обеспечения адаптивности обучения на основе оценки результатов деятельности обучающихся и прогнозирования успеваемости:

- построение индивидуального образовательного трека;
- настраиваемые учебные материалы;
- определение возможных трудностей в обучении;
- выявление пробелов в знаниях обучающихся и определение их причин.

Одним из наиболее распространенных образовательных AI-инструментов являются чат-боты, которые используются для поддержки учебного процесса, выполняя информационную, консультационную, поддерживающую, развлекательную и др. функции, и выступают в качестве виртуальных ассистентов преподавателя [19], [23]. Средства AI применяются при разработке VR-тренажеров и VR-симуляторов (VR Chemistry Lab), образовательных VR-игр и виртуальных образовательных сред [19].

Виртуальная образовательная среда (ВОС) представляет собой «Web-систему инструментов и приложений для осуществления онлайн-ком-

муникации, совместного обучения, загрузки учебного контента, оценки учебных достижений обучающихся, обеспечения обратной связи и администрирования образовательного процесса» [3, с.28-29]. ВОС как пространство, а не как наполненная цифровым контентом система управления обучением, позволяет конструировать контекст для деятельности обучающихся, который подобен реально существующему физическому пространству образовательной организации [10]. Особенности ВОС позволяют имитировать физическое присутствие обучающихся на занятиях: наделять обучающихся социальными ролями и давать им возможность самостоятельно управлять действиями своего аватара в режиме реального времени, выполнять различные виды учебной деятельности, в том числе вступать во взаимодействие друг с другом и с виртуальным преподавателем. ВОС близка по своим характеристикам к играм виртуальной реальности так как позволяет наполнять виртуальное пространство аналогами привычных обучающимся используемых в учебном процессе физических объектов, модели которых трехмерны и доступны для того же взаимодействия с ними, что и их аналоги в реальном мире [3].

Виртуальные симуляторы (VR-симуляторы, VR-тренажеры) используются на разных ступенях образования, однако наибольшее значение они имеют при формировании у будущих специалистов умений и навыков практической деятельности, в том числе, в случаях, когда реальная практика затруднена или невозможна по техническим или этическим причинам, из соображений безопасности или ввиду сложности обеспечения необходимых условий [24].

В школе VR-симуляторы выступают эффективным средством наглядности, например, для проведения физических экспериментов и химических опытов.

В профессиональном образовании применение VR-симуляторов, не являющихся полноценной заменой реальной практической подготовке, обеспечивает следующие возможности и положительные эффекты [24]:

- приобретение обучающимися первичных навыков практической деятельности;
- снижение моральной нагрузки на обучающихся (отсутствие угрозы для своего здоровья и безопасности окружающих, риска поломки оборудования);
- поддержка интерактивности образовательного процесса;

- обеспечение безопасности высоко рисковых видов деятельности для обучающегося и окружающих;
- облегчение и сокращение периода трудовой адаптации;
- предоставление не только оперативной обратной связи в режиме реального времени, но и отложенной (видеорегистрация, данные об особенностях и результатах деятельности для анализа педагогом/инструктором);
- обеспечение приближенности практической деятельности к реальным условиям, в том числе, невоспроизводимым в обычных условиях (обрушение здания, выброс токсичных веществ, боевые действия);
- снижение затрат на расходные материалы и оборудование, его обслуживание и ремонт.

VR-симуляторы применяются при подготовке машинистов, водителей и пилотов [12], [15], работников медицинской сферы, [14], сотрудников правоохранительных органов [13], специалистов технических специальностей (сварщиков, шахтеров и горноспасателей и др.) [7].

Цифровая трансформация образования, предполагающая активное внедрение сквозных технологий в учебный процесс, открывает широкие возможности его совершенствования в соответствии с реалиями и потребностями современной жизни. Многие из этих возможностей уже реализуются в образовательном процессе, вытесняя и обновляя педагогические технологии, методы и средства обучения, утратившие эффективность и целесообразность. Особое значение в силу своего интегративного характера имеют сквозные технологии и IT-решения для сферы образования на их основе, которые создают условия для комплексных и системных инноваций. Стремительность и масштабность происходящих изменений порождают риски, связанные с проблемой отчуждения человека от образования, с невозможностью прогнозирования и оценки тех последствий, которые влечет такая трансформация. Пандемия COVID-19 стала маркером уровня достигнутых изменений и триггером цифровой трансформации не только в образовании, но и в других сферах в национальном и мировом масштабах. Тем не менее, считать пандемию основной причиной внедрения цифровых технологий в практику российского образования неверно, поскольку усиление цифрового тренда в этой сфере прослеживается в ряде национальных программ развития образования двух последних десятилетий. ■

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Балдов Д. В., Петрова С. Ю., Лебедев А. А.* Использование технологии блокчейн для защиты данных. International Journal of Open Information Technologies. 2021. Vol. 9 no. 9. С. 27—32.
2. *Баранов В. Н., Безруких А. И., Константинов И. Л., Рудницкий Э. А., Солопеко Н. С., Байковский Ю. В.* Использование цифрового двойника для обучения студентов металлургического профиля // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. № 2. С. 135–148.
3. *Гречушкина Н. В., Мартишина Н. В.* Педагогическое общение в электронной информационно-образовательной среде / Н. В. Гречушкина, Н. В. Мартишина. — Москва: РУСАЙНС, 2020. — 180 с.
4. *Захаров Г. В., Коростелев О. В.* Развитие образовательной среды в условиях цифровой трансформации // Инновации и инвестиции. 2021. № 12. С. 86—89.
5. *Итинсон К. С.* Облачные технологии в образовании: концепция и реальность // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. Т. 9. № 4 (33). С. 90—92.
6. *Кирюникова Н. М., Лесовая Э. Д., Горбачев А. Ю., Резвых В. А., Гулякин Д. В.* Перспективы применения технологии блокчейн в учебно-образовательном процессе. Russian Economic Bulletin. 2022. Т. 5. № 1. С. 32—36.
7. *Куценко С. М., Казакевич Е. В., Шаблюк О. П., Коротин В. Е.* Цифровизация учебного процесса транспортного университета // Техник транспорта: образование и практика. 2022. Т. 3. № 1. С. 57—62.
8. *Меркулова В. А., Третьякова З. О., Шестакова И. Г.* Инновации в инженерно-техническом образовании с использованием AR-технологии на примере дисциплин начертательной геометрии и инженерной графики // Перспективы науки и образования. 2022. Т. 4. №. 58. С. 243—265.
9. *Мартишина Н. В., Гречушкина Н. В.* Цифровизация образования: вызовы и требования к педагогу // Образование и общество. 2022. № 1 (132). С. 3—10.
10. *Назаренко Э. Г.* Облачные технологии в образовании // Инновационные проекты и программы в образовании. 2020. № 3 (69). С. 63—68.
11. *Никитин П. В., Горохова Р. И., Абашин В. Г.* Совершенствование системы онлайн-обучения средствами искусственного интеллекта // Перспективы науки и образования. 2022. Т. 4. № 58. С. 522—539.
12. *Плотников Д. М.* Тренды развития сквозных технологий в образовании в контексте реализации цифровой экономики в России // Современное педагогическое образование. 2021. № 3. С. 13—17.
13. *Танаева З. Р., Иванова Л. Ф.* Интерактивные симуляторы и виртуальные тренажеры в системе электронных средств обучения будущих сотрудников правоохранительных органов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Право. 2020. Т. 20. № 1. С. 13—18.
14. *Тихонова О. В., Авачёва Т. Г., Гречушкина Н. В.* Тренды развития цифровых технологий в медицине // Медицинская техника. 2022. № 2 (332). С. 43—47.

15. *Федченко А.Д.* Виртуальная реальность в современных технологиях профессионального образования // Вестник молодых ученых и специалистов Самарского университета. 2020. № 2 (17). С. 43—49.
16. Цифровая экономика: 2022: краткий статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, С.А. Васильковский, К.О. Вишневский [и др.]. — Москва: НИУ ВШЭ, 2022. — 124 с.
17. *Abichandani P., Sivakumar V., Lobo D., Iaboni C., Shekhar P.* Internet-of-Things Curriculum, Pedagogy, and Assessment for STEM Education: A Review of Literature // IEEE Access. 2022. Vol. 10. P. 38351—38369.
18. *Aini Q., Lutfiani N., Santoso N. P. L., Sulistiawati S., Astriyani E.* Blockchain for Education Purpose: Essential Topology // Aptisi Transactions on Management (ATM). 2021. Vol. 5. No. 2. P. 112–120.
19. Artificial Intelligence in Higher Education: A Practical Approach / P.P. Churi, S. Joshi, M. Elhoseny, A. Omrane (eds). Boca Raton, USA: CRC Press. 266p.
20. *Capetillo A., Camacho D., Alanis M.* Blockchained education: challenging the long-standing model of academic institutions // International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM). 2022. Vol. 16. No. 2. P. 1—12.
21. *Chen G., Xu B., Lu M., Chen N.-S.* Exploring blockchain technology and its potential applications for education // Smart Learning Environments. 2018. No. 5. Article 1.
22. *Sheveleva N.A., Vasilyev I.A.* Digital platforms in Russian higher education // Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences. 2022. Vol. 15. No. 8. P. 1156—1170.
23. *Smutny P., Schreiberova P.* Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger // Computers & Education. 2020. Vol. 151. Article 103862.
24. *Tang Y.M., Chau K.Y., Ma X.* A systematic review of immersive technology applications for medical practice and education — Trends, application areas, recipients, teaching contents, evaluation methods, and performance // Educational Research Review. 2021. Vol. 35. Article 100429.
25. *Wu W., Plakhtii A.* E-Learning Based on Cloud Computing // International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET). 2021. No.16 (10). P. 4—17.
26. *Zeeshan K., Hämäläinen T., Neittaanmäki P.* Internet of Things for Sustainable Smart Education: An Overview // Sustainability. 2022. No. 14. Issue 4293.