

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Малина А.Б., Стрельцов Н.В.

Самарский государственный технический университет, Самара, РФ

E-mail: kuzdavletova_ab@mail.ru, skyfox0202@mail.ru

В статье рассмотрены возможности применения технологии Интернета вещей в образовательной деятельности. Проанализированы основные аспекты использования данной технологии в целях повышения эффективности проводимого образовательного процесса, повышения доступности учебных и образовательных ресурсов, материалов, а также повышения степени вовлеченности людей в процесс обучения. Приводится обзор существующих решений на базе Интернета вещей, выявлены их особенности и отличия в сравнении со схожей концепцией межмашинного взаимодействия. Обоснованы перспективы и проблемы внедрения технологии Интернета вещей в образовательную сферу по сравнению с аналогами. Подробно описана архитектура данной технологии, а также выделены основные ее компоненты, обеспечивающие функционирование данной системы. Выдвинуты идеи, которые могут способствовать развитию образовательных форматов и методов обучения с использованием возможностей Интернета вещей.

Ключевые слова: Интернет вещей, образование, формат обучения, межмашинное взаимодействие, радиочастотная идентификация, цифровизация образования, искусственный интеллект

Введение

Современные технологии с каждым годом играют все более важную роль в жизни каждого человека. Технические достижения также, как и сам человек, развиваются, некоторые технологии сменяют собой существующие, тем самым формируя новое поколение изобретений. Это создает возможности для применения технологий в различных отраслях и сферах жизни людей, включая образование.

Образование всегда играло ключевую роль в развитии общества, обеспечивая людям знания и навыки, которые позволяют им сформироваться как личности, способные внести свой вклад в развитие общества. Пренебрежение развитием образования может привести к застою не только для отдельных людей, но и для общества в целом. С появлением научно-технического прогресса, сфера образования претерпела огромные изменения. Помимо внедрения новых технологий, таких как онлайн-обучение, виртуальная (VR) и дополненная (AR) реальность, меняется и сам подход к обучению [1].

Однако сфера образования сталкивается с тем, что существует такой ряд процессов, которые с трудом поддаются цифровизации или автоматизации. Для решения данной проблемы была разработана быстро развивающаяся технология – Интернет вещей (Internet of Things, IoT).

Внедрение технологий IoT в сферу образования является важным шагом на пути к переходу в цифровой формат. IoT-технологии позволяют создавать интерактивные и персонализированные образовательные среды, что делает процесс обучения более увлекательным и эффективным. Устройства на базе IoT быстро заменяют традиционные инструменты обучения, такие как карандаши, доски и тетради, что может привести к тому, что эти предметы в будущем станут ненужными для процесса обучения [2].

Большим скачком для развития технологий в образовательной деятельности послужила пандемия Covid-19, которая привела к тому, что большинство людей, в частности школьники и студенты, были вынуждены сидеть дома. В результате этого вызова было принято решение о переходе на дистанционное обучение, которое оказалось тесно связанным с технологиями IoT. Это решение не только обеспечило возможность продолжения образовательного процесса, но и открыло новые горизонты для использования цифровых технологий в обучении. На рисунке 1 показана динамика изменения числа обучающихся онлайн по программам профессионального образования в России, которая свидетельствует о сохранении тенденции проведения занятий в таком формате.

Обучение в онлайн-формате находит свое применение и на текущий момент, позволяя организовать гибридный формат работы и обуче-

ния, подразумевающий возможность комбинированного проведения очных и дистанционных занятий [3].

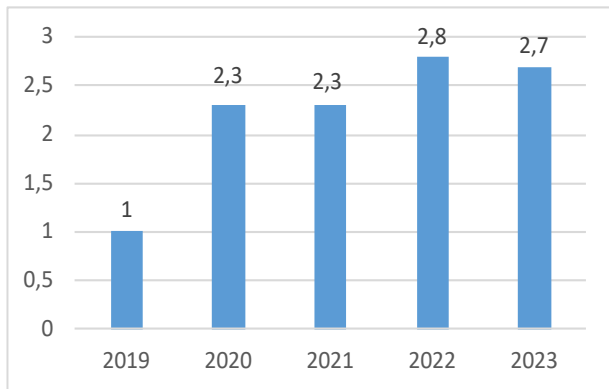


Рисунок 1. Динамика изменения числа обучающихся онлайн по программам профессионального образования в России, млн. чел. [3]

Интернет-вещей: обзор, развитие и принципы архитектуры

Описание и рассмотрение тематики начнем с определения понятия IoT. IoT – комплексный подход, подразумевающий взаимодействие между физическими устройствами посредством передачи данных через Интернет в облако.

Официально IoT появился в 1990 году, но в те времена он не получил славы и должного внимания и только спустя пару десятков лет о данной концепции вспомнили, когда компании размышляли о том, какая технология станет новой ступенью развития после распространения смартфонов [4].

Распространение смартфонов и Интернета способствовало укреплению позиций IoT на мировом рынке. На текущий момент расходы на интеграцию и реализацию IoT составляют примерно

1,1 триллион долларов и по статистике эти показатели растут с каждым годом (рисунок 2) [5].

На рисунке 2 представлена статистика затрат на технологию Интернета вещей по всему миру.

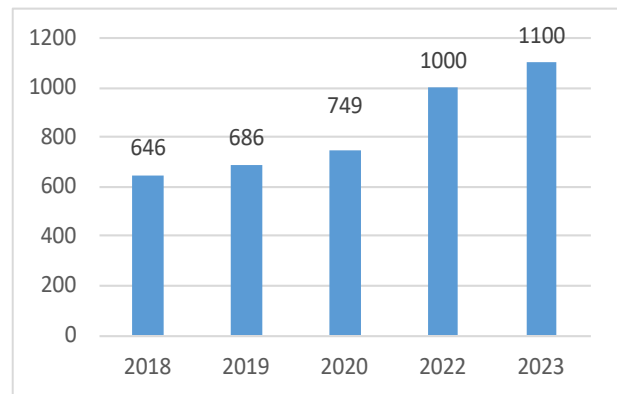


Рисунок 2. Статистика затрат на технологию IoT по всему миру, млрд. долл. [5]

Затраты на IoT говорят о том, что данная технология находит применение в различных сферах жизни, на этом этапе находится и образование. Одним из первых нововведений в рамках образовательного процесса является появление совершенно новой интерактивной доски на основе IoT, которая дает возможность с помощью специального маркера, компьютера и проектора, писать текст и взаимодействовать с элементами через экран. Преимущество данной доски заключается в отсутствии необходимости использования мела или маркера, что исключает повреждение и загрязнение поверхности, также экран компьютера можно проецировать на более крупный масштаб, и демонстрировать презентации на белом фоне, что более удобно.

Для развития данной концепции и интеграции в большее количество образовательных учреждений важно то, чтобы сама технология продолжала

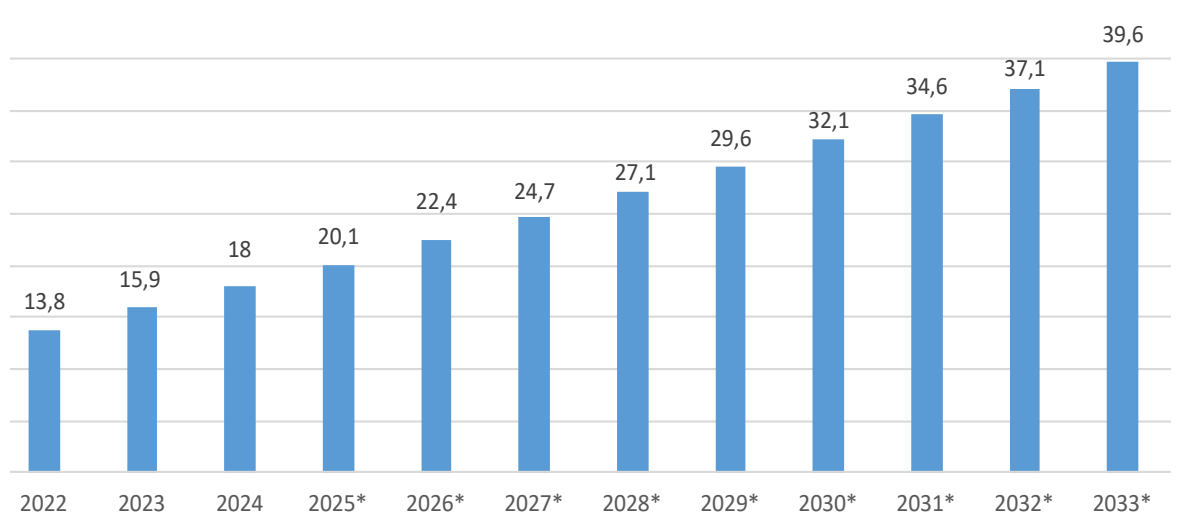


Рисунок 3. Количество подключенных устройств к IoT, млрд. ед. [6]

ла расширяться. Существует проблема, которая тормозит быстрый темп развития – внедрение IoT является трудоемким процессом. На данный момент количество устройств, подключенных к IoT, насчитывает около 18 млрд единиц. Прогнозируется, что к 2033 году количество подключенных устройств увеличится почти в 3 раза, что будет способствовать более широкому распространению данной технологии, о чем свидетельствует статистика, представленная на рисунке 3 [6].

Таким образом, рост расходов на IoT и увеличение количества подключаемых устройств свидетельствует о значительном потенциале развития данной технологии. В сфере образования это может привести к созданию различных интерактивных и персональных методов обучения, изменению подходов для сбора данных об успеваемости учащихся, а также к улучшению взаимодействия между преподавателями и студентами.

Статья посвящена анализу существующих решений в сфере образования, использующих технологию IoT, а также рассмотрению методов реализации готовых проектов и потенциал для их дальнейшего развития. Но перед этим особое внимание стоит уделить архитектуре данной концепции и ее ключевым компонентам.

IoT состоит из таких базовых сегментов как:

1. Физические устройства (без них реализация технологии IoT попросту невозможна).
2. Датчики (сенсоры, встроенные в устройства и собирающие информацию различного характера).
3. Шлюзы (элементы, принимающие данные с физических носителей и передающие их в облако).
4. Облако (специальная инфраструктура, используемая для обработки, анализа и хранения полученных данных).
5. Программное обеспечение (приложение, которое предоставляет владельцу доступ к управлению устройствами и анализу данных) [7].

Архитектура же в обобщенном виде проиллюстрирована на рисунке 4, что позволяет наглядно понять взаимодействие основных компонентов и процессы обработки данных.

Таким образом, механизм работы IoT можно описать как процесс, при котором устройства подключаются к облаку через специальные каналы связи и передают данные, собранные с датчиков. Облачные вычисления позволяют обрабатывать данные с целью принятия решений или уведомления пользователя о результатах. Важным аспектом является обеспечение безопасности данных, особенно это касается сферы образования, где обрабатывается большое количество персональной информации.

Очень часто IoT путают со схожей концепцией межмашинного взаимодействия (Machine-to-Machine, M2M). Главное отличие заключается в способе передачи данных. M2M подразумевает передачу данных между автономными устройствами напрямую по выделенным каналам связи, в то время как в IoT устройства обязательно должны быть подключены к Интернету для обеспечения Интернет-соединения, позволяя отправлять данные в облако с целью их последующей обработки или долгосрочного хранения с возможностью интеграции с другими системами [7].

Важной составляющей технологии IoT является метод радиочастотной идентификации (Radio Frequency Identification, RFID). RFID – это технология, которая предоставляет возможность идентифицировать и отслеживать объекты посредством использования радиоволн. Если говорить про IoT, то RFID позволяет в беспроводном режиме передавать информацию с физических устройств на компьютер в реальном времени [8].

Не менее важным методом в IoT является использование беспроводных сенсорных сетей (Wireless Sensor Network, WSN). WSN представ-



Рисунок 4. Архитектура IoT в обобщенном формате [10]

ляет собой сеть распределенных устройств с датчиками, предназначенную для мониторинга процессов и окружающей среды. В рамках IoT, WSN обеспечивает передачу данных в облако с минимальными затратами на аппаратуру и возможностью автономной работы [9].

Как результат, в основе технологии IoT можно выделить основные методы, такие как облачные вычисления, RFID и WSN. Искусственный интеллект (ИИ) также играет важную роль, но является скорее инструментом для анализа данных, чем базовым методом.

Далее рассмотрим применение готовых решений с использованием IoT в сфере образования. Актуальность этой задачи обусловлена необходимостью оценки влияния IoT на ключевые показатели образовательной деятельности. В качестве основных критериев выступают такие показатели, как безопасность проводимых мероприятий, вовлеченность учащихся, удобство, доступность и потенциал.

Внедрение IoT в образовательный процесс позитивно сказывается на всех этих факторах и имеет важное значение на практике.

Так, первое, что можно выделить, это автоматизированная система контроля посещаемости, которая установлена во многих высших учебных заведениях (ВУЗ). Существует такая проблема, что во многих высших учебных заведениях проверку посещаемости и отметку в журналах проводит вручную преподаватель и из-за этого тратится большое количество времени в зависимости от размера группы и формы проведения занятия. Одним из таких решений является применение IoT для автоматизации и цифровизации такого процесса.

Принцип данной системы заключается в том, что каждому студенту выдается пропуск, представляющий собой специальную RFID-метку с уникальным идентификатором. На входе в корпус или аудиторию, если они организованы, стоит RFID-считывающее устройство. При взаимодействии RFID-метки со считывающим устройством, оно фиксирует идентификатор студента, время и дату входа, расположение (корпус, аудитория), после чего отправляет данные в облако для дальнейшей обработки и записи в базу данных, чтобы отметить посещение учащегося. Такой подход позволяет быстро, точно и автоматически отмечать посещение пар студентами, тем самым снижается нагрузка с преподавателя, что способствует повышению академической успеваемости за счет организации более четкого контроля посещаемости с возможностью уведом-

ления об отсутствии [11].

Немаловажной является активно внедряемая в мире и России концепция Smart-образования. Данный подход направлен на выявление и развитие творческих возможностей учащихся. Достичь этого возможно посредством формирования системы образования на базе Smart-технологий для повышения качества обучения. Под smart-технологиями стоит понимать такой ряд технических решений и устройств, которые используют ИИ, IoT и большие объемы данных (Big Data) [12].

В Smart-образовании можно выделить следующие подходы:

1. Использование электронных устройств, в частности смартфонов, интерактивных досок и планшетов в ходе обучения. Взаимодействие со Smart-устройствами носит положительный характер, поскольку такой формат обучения вызывает интерес у обучающихся, так и делает процесс наиболее эффективным с точки зрения успеваемости.

2. Индивидуальное обучение. Основная отличительная особенность адаптивного формата обучения от стандартного формата заключается в применении систем, которые подстраиваются под определенный уровень знаний учащегося, делая формат обучения намного более гибким.

3. Аналитика данных. Данный подход подразумевает сбор статистики успеваемости по каждому обучающемуся с целью выработки индивидуальных рекомендаций и изменения образовательных стратегий.

4. Облачные сервисы. На основе использования IoT реализуется возможность сбора учебного материала для более подробного ознакомления. Также это подразумевает использование дистанционных методик, которые способствуют повышению самостоятельности при освоении материала [12].

Таким образом, Smart-образование – это ключевая концепция в сфере образования. Она подразумевает изменение формата обучения в цифровой формат с элементами индивидуального и дистанционного обучения. Немаловажно и то, что IoT играет важную роль в реализации и развитии Smart-обучения. С помощью IoT-устройств можно создавать интеллектуальные учебные пространства, где различные устройства и сенсоры взаимодействуют друг с другом для организации комфортной и эффективной образовательной среды.

Рассмотрим примеры использования IoT на основе Smart-образования:

Smart-аудитории: оборудование аудиторий датчиками, которые регулируют освещение, темпера-

туру и вентиляцию в зависимости от присутствия обучающихся и условий окружающей среды.

Умные учебные материалы: интерактивные учебники и пособия, которые адаптируются под прогресс и потребности учащихся.

В более обобщенном виде основные достоинства IoT в образовательной среде представлены на рисунке 5.

Предоставление новых идей, решений, анализ возникающих сложностей

Существует несколько инновационных решений, которые еще не реализованы в сфере образования, но имеют большой потенциал. Среди них можно выделить следующие концепции:

1. Интеграция с VR и AR устройствами. Данная технология появилась относительно недавно и уже сейчас обладает высоким потенциалом для внедрения в различные сферы. Так, в статье [13] авторы рассказывают о значительных преимуществах применения VR в сфере образования. Использование VR позволяет демонстрировать сложные объекты, процессы или явления, которые невозможно освоить в обычной среде на практике или без фактической закупки. В дополнение к этому, сама VR технология отлично взаимодействует с IoT, подразумевая возможность реализации интересных технических решений. Например, одним из таких решений может послужить виртуальная лаборатория. С помощью VR и AR воссоздается прототип реальной лаборатории, а IoT-датчики организуют возможность передачи данных между реальной и виртуальной лабораториями, тем самым обучающийся видит реальные параметры.

2. Устройства для обеспечения конфиденциальности экзаменов. Интересный подход, ко-

торый нацелен больше на преподавателей, цель которого – предотвратить утечки информации о материалах экзамена и, соответственно, правильных ответах на вопросы. Такая концепция, предложенная авторами из Индии [14], заключается в использовании специального браслета, который на основе IoT-датчика собирает данные из окружающей среды на основе определенного радиуса. Это позволяет улавливать как посторонние металлические предметы, например, мобильный телефон, так и фиксировать подозрительные действия, касающиеся списывания с обычных шпаргалок, поскольку данная технология улавливает лишние шумы и движения. Реализация такой идеи позволит проводить экзамены честным образом, тем самым студенты начнут наиболее усердно и тщательно готовиться, или же их мотивация к получению знаний повысится.

3. Интеграция платформ для персонального обучения. Платформы для персонального обучения предлагается использовать во многих сферах, которые касаются обучения по конкретной тематике. Так, в статье [15] предлагается интересная Интернет-платформа на основе ИИ и IoT для индивидуального изучения английского языка. Такой подход можно применить в более масштабном формате, создав отдельную платформу с рядом образовательных программ и курсов по разным сферам обучения и анализируя интересы отдельной личности на основе просмотров. ИИ в этом случае помогает сделать прогноз на предмет того, что также может интересовать обучающегося на основе его истории просмотра с последующим составлением ленты рекомендаций.

IoT подключается к этому процессу, собирая данные о вовлеченности и успехах обучающихся через устройства и датчики. Например, носимые



Рисунок 5. Достоинства IoT в образовательной среде

гаджеты могут отслеживать физиологическое состояние и активность учащихся, а IoT-аналитика помогает интерпретировать эти данные для оценки эффективности обучения. На основе этих данных IoT-системы могут автоматически корректировать уровень сложности заданий и подбирать программы в соответствии с этим уровнем, что позволяет сделать обучение более персонализированным и эффективным.

Теперь перейдем к некоторым сложностям, которые возникают при внедрении или реализации IoT. Среди таких недостатков можно выделить следующие:

1. **Безопасность данных.** Одним из ключевых недостатков IoT является то, что технология взаимодействует с персональными данными обучающихся, а сама сеть IoT может быть очень огромной, что усложняет защиту каждого компонента, создавая угрозы в случаях несанкционированного доступа к информации. Для защиты данных необходимо использовать шифрование, обеспечивающее целостность.

2. **Качество и этика.** В Интернете представлено большое количество материалов и цифровых курсов, что создает проблему обеспечения необходимости своевременного поддержания качества материала, обучения и оценки работы студентов. Образовательные приложения IoT нуждаются в инструментах и технологиях для преподавателей и профессоров с целью повышения качества исследований и решения этических проблем в сфере высшего образования.

3. **Несовместимость.** Разные устройства изготавливаются разными производителями, что создает риск возникновения проблемы несовместимости устройств.

4. **Трудоемкость внедрения.** Технология используется не так давно, вследствие чего существуют некоторые проблемы, ограничивающие взаимодействие устройств между собой. IoT может взаимодействовать с большим количеством устройств, что делает процесс их идентификации и передачи данных достаточно масштабным и сложным [16].

Заключение

В настоящей научной статье рассмотрены технические решения на основе IoT, применяемые в сфере образования. Анализ показал, что внедрение и развитие данной концепции является важным инструментом, позволяющим проводить занятия более эффективно и делать их удобнее и интереснее, что важно как для учащихся, так и для преподавателей.

Особенность IoT, предполагающая возможность обеспечения взаимодействия с другими технологиями и методами, например, облачными вычислениями, ИИ и RFID, способствует организации различных инновационных решений, например, в Smart-образовании, направленных на организацию такого вида обучения, которое стимулирует обучающихся успешно учиться и получать от этого удовольствие, а также является комфортным для преподавателей.

И хотя внедрение IoT является довольно трудоемкой задачей и требует некоторых доработок, связанных с конфиденциальностью личных данных пользователей, интеграция технологии является приоритетной задачей для будущих проектов.

Таким образом, дальнейшее внедрение концепции IoT в сферу образования является большим шагом к преобразованию сферы из традиционного формата в Smart-обучение. Продолжение изучения технологий и методов, которые корректно взаимодействуют с IoT, позволит создать больше возможностей для использования этой концепции, что окажет позитивное влияние на все образовательное сообщество.

Литература

1. Алдошина М.И. Современные проблемы науки и образования: учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2019. 182 с.
2. Баланов А.Н. IoT-решения: принципы, примеры, перспективы. СПб.: Лань, 2024. 94 с.
3. Онлайн-образование (рынок России). URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Онлайн-образование_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Онлайн-образование_(рынок_России)) (дата обращения: 20.10.2024).
4. Кокунин П.А., Латыпов И.И., Латыпова Л.С. Введение в Интернет вещей: учебное пособие. Казань: Издательство Казанского университета, 2022. 147 с.
5. 73 IoT statistics (2025): market & growth data. URL: <https://www.demandsage.com/internet-of-things-statistics/> (дата обращения: 20.10.2024).
6. Number of Internet of Things (IoT) connections worldwide from 2022 to 2023, with forecasts from 2024 to 2033. URL: <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/> (дата обращения: 20.10.2024).
7. Ли П. Архитектура интернета вещей / пер. с англ. М.А. Райтмана. М.: ДМК Пресс, 2019. 456 с.
8. RFID-технология: что это, как работает, виды чипов и сферы применения. URL: <https://digitalocean.ru/n/rfid-metki-chipy-vokrug-nas> (дата обращения: 21.10.2024).

9. Bahga A., Madiseti V. Internet of Things: A Hands-on Approach. India: Universities Press, 2015. 520 p.
 10. Интернет вещей – одна из основ цифровой экономики (конспект 3). URL: <https://shalaginov.com/2021/11/25/iot-conspect-3/> (дата обращения: 21.10.2024).
 11. Attendance system using RFID tag / G.M. Kumar [et al.] // AIP Conference Proceedings. 2022. Vol. 2418, no. 1. P. 030027. DOI:10.1063/5.0081796
 12. Семенов О.Ю., Демко А.И. Применение информационно-коммуникационных Smart-технологий в образовательном пространстве учебного заведения // Образование и право. 2019. № 8. С. 293–302.
 13. Захарова О.И., Кондрашева П.П. Сравнительный анализ средств разработки программ обучения с использованием виртуальной реальности // Инфокоммуникационные технологии. 2022. Т. 20, № 2 (78), 2022. С. 108–115. DOI: 10.18469/ikt.2022.20.2.13
 14. An IoT model for securing examinations from malpractices / S. Haque [et al.] // Materials Today: Proceedings. 2023. Vol. 81, no. 2. P. 371–376. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.03.413
 15. Dong W., Pan D., Kim S. Exploring the integration of IoT and Generative AI in English language education: Smart tools for personalized learning experiences // Journal of Computational Science. 2024. Vol. 82. P. 102397. DOI: 10.1016/j.jocs.2024.102397
 16. Груздева М.Л., Груздева К.Е. Плюсы и минусы Интернета вещей в образовании // Школа будущего. 2020. № 3. С. 292–299.
- Дата поступления 30.11.2024
Дата принятия 30.12.2024

Малина Алиа Бахтагалиевна, к.э.н., доцент кафедры информатики и вычислительной техники (ИВТ) Самарского государственного технического университета (СамГТУ). 443100, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Тел. +7 846 278-43-11. E-mail: kuzdavletova_ab@mail.ru

Стрельцов Никита Витальевич, магистрант кафедры ИВТ СамГТУ. 443100, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Тел. +7 846 278-43-11. E-mail: skyfox0202@mail.ru

UDC 004.04

DOI: 10.18469/ikt.2024.22.4.11

INTERNET OF THINGS IN THE FIELD OF EDUCATION

Malina A.B., Streltsov N.V.

Samara State Technical University, Samara, Russian Federation

E-mail: kuzdavletova_ab@mail.ru, skyfox0202@mail.ru

The article discusses the possibilities of using Internet of Things technology in educational activities. The main aspects of using this technology are analyzed in order to increase the educational process effectiveness, improve the availability of educational and educational resources, materials, as well as increase people's involvement in the studying process. An overview of existing Internet of Things-based solutions has been performed, and their features and differences have been identified in comparison with a similar concept of machine-to-machine interaction. The prospects and problems of introducing Internet of Things technology into the educational field in comparison with analogues are substantiated. The architecture of this technology is described in detail, as well as its main components that ensure the functioning of the system. Ideas that can contribute to the development of educational formats and teaching methods using the capabilities of the Internet of Things have been put forward.

Keywords: *Internet of Things, education, learning format, machine-to-machine interaction, radio frequency identification, digitalization of education, artificial intelligence*

Malina Aliya Bakhtagaliyevna, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Street, Samara, 443100, Russian Federation; Associate Professor of Information Systems Department, PhD in Economics. Tel. +7 846 278-43-11. E-mail: kuzdavletova_ab@mail.ru

Streltsov Nikita Vitaliyevich, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Street, Samara, 443100, Russian Federation; Master's Degree Student of Information Systems Department. Tel. +7 846 278-43-11. Email: skyfox0202@mail.ru

References

1. Aldoshina M.I. *Modern Problems of Science and Education*: Textbook for Universities. 2nd ed., revised and enlarged. Moscow: Izdatel'stvo Yurajt, 2019, 182 p. (In Russ.)
2. Balanov A.N. *IoT-Solutions: Principles, Examples, Perspectives*. Saint Petersburg: Lan', 2024, 94 p. (In Russ.)
3. Online education (Russian market). URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Онлайн-образование_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Онлайн-образование_(рынок_России)) (accessed: 20.10.2024). (In Russ.)
4. Kokunin P.A., Latypov I.I., Latypova L.S. *Introduction to the Internet of Things*. Kazan: Izdatel'stvo Kazanskogo Univesriteta, 2022, 147 p. (In Russ.)
5. 73 IoT statistics (2025): market & growth data. URL: <https://www.demandsage.com/internet-of-things-statistics/> (accessed: 20.10.2024)
6. Number of Internet of Things (IoT) connections worldwide from 2022 to 2023, with forecasts from 2024 to 2033. URL: <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/> (accessed: 20.10.2024)
7. Lee P. *Architecture of the Internet of Things*. Transl. From English by M.A. Reitman. Moscow: DMK Press, 2019. 456 p. (In Russ.)
8. RFID technology: what it is, how it works, types of chips and fields of application. URL: <https://digitalocean.ru/n/rfid-metki-chipy-vokrug-nas> (accessed: 21.10.2024). (In Russ.)
9. Bahga A., Madiseti V. *Internet of Things: A Hands-on Approach*. Universities Press (India), 2015, 520p.
10. The Internet of Things is one of the foundations of the digital economy (synopsis 3). URL: <https://shalaginov.com/2021/11/25/iot-conspect-3/> (accessed: 21.10.2024). (In Russ.)
11. Kumar G.M. et al. Attendance system using RFID tag. *AIP Conference Proceedings*, 2022, vol. 2418, no. 1, pp. 030027. DOI: 10.1063/5.0081796
12. Semenov O.Yu., Demko A.I. Application of infocommunication smart technologies in the educational of the educational institution. *Obrazovanie i Pravo*, 2019, no. 8, pp. 293–302. (In Russ.)
13. Zakharova O.I., Kondrashova P.P. Comparative analysis of development tools for training programs using virtual reality. *Infokommunikacionnye tehnologii*, 2022, vol. 20, no.2 (78), pp. 108–115. DOI: 10.18469/ikt.2022.20.2.13 (In Russ.)
14. Haque S. et al. An IoT model for securing examinations from malpractices. *Materials Today: Proceedings*, 2023, vol. 81, no. 2, pp. 371–376. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.03.413
15. Dong W., Pan D., Kim S. Exploring the integration of IoT and Generative AI in English language education: Smart tools for personalized learning experiences. *Journal of Computational Science*, 2024, vol. 82, pp. 102397. DOI: 10.1016/j.jocs.2024.102397
16. Gruzdeva M.L., Gruzdeva K.E. Formation of social activity of teenagers in the system of additional education. *Shkola budushchego*, 2020, no. 3, pp. 292–299. (In Russ.)

Received 30.11.2024

Accepted 30.12.2024