

УДК 004.94
МРТИ 28.23.15
DOI 10.56525/VRXC4608

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РАЗВИТИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ (IOT)

Мамедова Айида Магомедия кызы, Мамедова Арзу Натиг кызы
Азербайджанский технологический Университет, Гянджа, Азербайджан
e-mail: a_memmedova@atu.edu.az, a.mammadova@atu.edu.az

Аннотация. Интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект (ИИ), которые оказывают значительное влияние на различные аспекты жизни общества. Эта статья посвящена исследованию взаимосвязи между этими технологиями и анализу того, как интеграция IoT с ИИ может способствовать ускоренному развитию умных систем, повышению их эффективности и решению более сложных задач. Анализируются ключевые тенденции развития, вызовы и перспективы интеграции IoT и ИИ, а также влияние этого процесса на различные отрасли.

Дополнительно рассматриваются архитектурные подходы к объединению IoT и ИИ, включая облачные и периферийные (edge) вычисления, обеспечивающие обработку данных в реальном времени. Особое внимание уделяется вопросам безопасности, конфиденциальности и надежности данных, которые становятся критически важными при масштабировании таких систем. Приводятся примеры применения в умных городах, промышленности, здравоохранении и образовании. Показано, что синергия IoT и ИИ открывает новые возможности для автоматизации, прогнозирования и оптимизации процессов, формируя основу для цифровой трансформации экономики и общества.

Ключевые слова: Интернет вещей (IoT), Искусственный интеллект (ИИ), технологии, умные города, умное село.

Введение

Интернет вещей (IoT) представляет собой сеть устройств, подключенных к интернету, которые могут собирать, обмениваться и анализировать данные. В свою очередь, Искусственный интеллект (ИИ) охватывает технологии, которые позволяют машинам выполнять задачи, требующие интеллектуальной обработки информации, такие как обучение, распознавание образов и принятие решений. Сочетание этих технологий открывает новые возможности для создания более интеллектуальных и автономных систем, которые могут взаимодействовать с окружающей средой и адаптироваться к изменениям в реальном времени [3].

Города считаются сложными системами с огромным числом взаимосвязанных жителей, транспортных средств, коммуникационных сетей, разнообразных услуг и предприятий, а также инфраструктур, улучшающих качество жизни городского населения. Большое количество людей устремляется в города, и городским властям приходится обеспечивать минимально необходимые условия для жизни. Чрезмерная урбанизация и рост населения приводят к множеству проблем, включая социально-экономические, технические и организационные сложности, а также угрозы экологической и экономической устойчивости городов. Многие современные города столкнулись с быстрым ростом, соответствуя стандартам, но при этом столкнулись с загрязнением, пробками и социально-экономическим неравенством [1].

В последние годы многие люди переехали в города, а прогнозы показывают, что к 2030 году 60% мирового населения будет жить в городских условиях [1]. В связи с увеличением численности населения появились различные умные технологии, призванные упростить жизнь и

способствовать развитию концепции умных городов. Концепция умного города включает в себя интеллектуальное управление такими ключевыми компонентами, как транспорт, медицинские услуги, коммунальное хозяйство, жилые районы, сельское хозяйство и экологическое строительство. Кроме того, для эффективного функционирования умных городов необходимы различные телекоммуникационные и беспроводные технологии, обеспечивающие соединение миллионов устройств с помощью технологий машинного взаимодействия, виртуализации сетей, беспроводных сенсорных сетей и шлюзов.

На рисунке 1 показаны скорость передачи данных, энергопотребление, стоимость развертывания и зона покрытия доступных коммуникационных технологий.

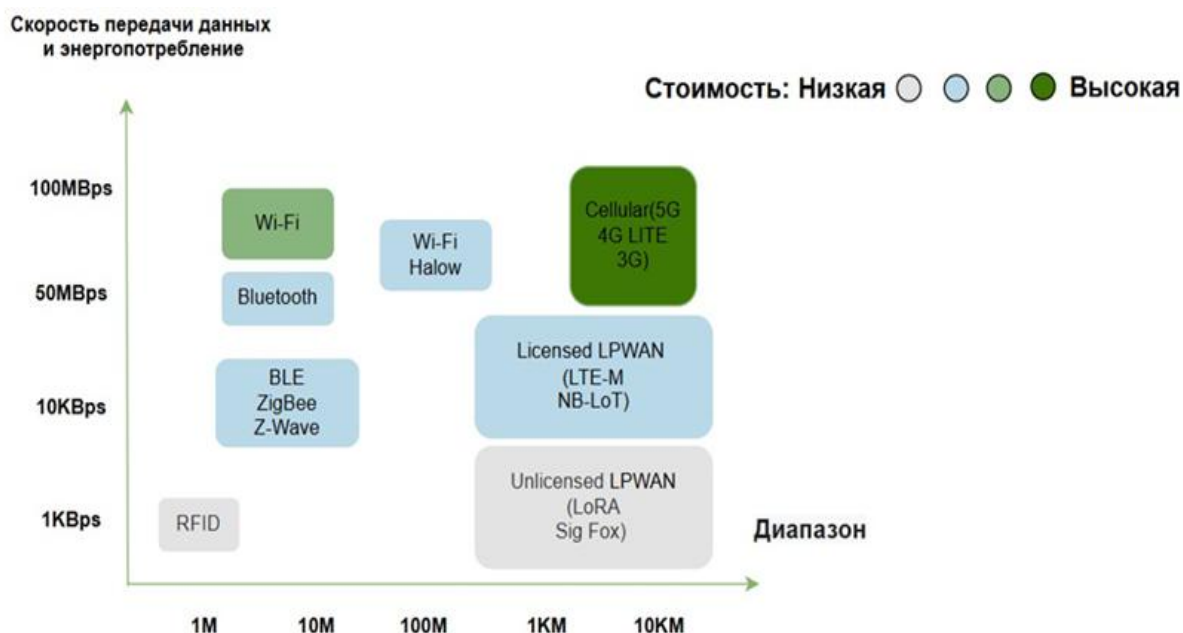


Рисунок 1. Скорость передачи данных

Рисунок 1 представляет собой график, сравнивающий различные технологии беспроводной связи по параметрам скорости передачи данных, энергопотребления, стоимости развертывания и зоны покрытия. В нем указаны следующие технологии:

- Wi-Fi – высокая скорость передачи данных (до 100 МБит/с), низкая стоимость, ограниченный диапазон (до 100 м).
- Bluetooth – средняя скорость передачи данных (до 50 МБит/с), низкая стоимость, небольшой диапазон (до 10 м).
- Wi-Fi HaLow – средняя скорость (до 50 МБит/с), низкая стоимость, широкий диапазон (до 1 км).
- Сотовая связь (5G, 4G/LTE, 3G) – высокая скорость (до 100 МБит/с), высокая стоимость, дальний диапазон (до 10 км).
- BLE, ZigBee, Z-Wave – низкая скорость (до 100 КБит/с), низкая стоимость, ограниченный диапазон (до 100 м).
- Лицензированные LPWAN (LTE-M, NB-IoT) – низкая скорость (до 100 КБит/с), низкая стоимость, широкий диапазон (до 10 км).
- Нелицензированные LPWAN (LoRa, SigFox) – низкая скорость (до 1 КБит/с), низкая стоимость, широкий диапазон (до 10 км).
- RFID – низкая скорость (до 1 КБит/с), низкая стоимость, очень малый диапазон (до 1 м).

Этот график показывает (Рис.1.), что Wi-Fi и сотовая связь обеспечивают высокую скорость передачи данных, но имеют сравнительно высокую стоимость, в то время как LPWAN технологии (LoRa, SigFox, LTE-M, NB-IoT) обеспечивают широкое покрытие при низком энергопотреблении, но с малой скоростью передачи данных.

Материалы и обсуждения. Технологические основы и взаимодействие IoT и ИИ IoT включает в себя устройства, такие как датчики, камеры, устройства для мониторинга здоровья, а также бытовую технику, которая способна собирать данные о своем состоянии и окружающей среде. Взаимодействие таких устройств между собой и с централизованными вычислительными системами обеспечивает эффективный сбор и обработку информации.

ИИ использует алгоритмы машинного обучения, нейронные сети и другие методы для анализа больших объемов данных и принятия решений на основе полученной информации. В контексте IoT ИИ играет важную роль в обработке данных, поступающих с устройств, в автоматизации процессов и в принятии интеллектуальных решений.

Взаимодействие IoT и ИИ.

IoT собирает огромные массивы данных с датчиков, устройств и систем.

- ИИ анализирует эти данные, выявляет закономерности и принимает решения.
- Вместе они формируют интеллектуальные экосистемы, где устройства не просто фиксируют информацию, но и действуют автономно.

Основные направления применения

- Умные города: оптимизация трафика, энергопотребления и экологии.
- Здравоохранение: мониторинг состояния пациентов в реальном времени и прогнозирование рисков.
- Промышленность (IoT): предиктивное обслуживание оборудования, снижение простоев.
- Домашние системы: умные ассистенты, адаптивное управление энергией и безопасностью.

Преимущества интеграции

- Повышение эффективности и точности решений.
- Автоматизация процессов без участия человека.
- Возможность прогнозирования и предотвращения проблем.
- Создание адаптивных систем, которые учатся и совершенствуются со временем.

Синергия IoT и ИИ позволяет создать умные системы, которые способны не только собирать данные, но и использовать их для принятия решений без участия человека. Например, в умных городах устройства IoT могут собирать данные о движении транспорта, а ИИ – анализировать их и оптимизировать дорожное движение. В медицине устройства IoT могут мониторить состояние здоровья пациента, а ИИ – предсказывать возможные заболевания на основе анализа данных [2].

В Азербайджане активно развиваются концепции «умный город» и «умное село», особенно после освобождения Карабахского региона. Эти проекты направлены на цифровизацию инфраструктуры и внедрение интернета вещей (IoT) для повышения качества жизни населения.

Умный город в Азербайджане. Азербайджан реализует элементы Smart City в таких городах, как Баку, Гянджа, Шамахе, а также на строящихся городах и селах на освобожденных от оккупации территориях. В этих городах внедряются:

- Автоматизированные системы управления транспортом – прогнозирование трафика, регулирование работы «умных» светофоров и мониторинг усталости водителей.
- Цифровые системы мониторинга – сенсоры и камеры видеонаблюдения, отслеживающие качество воздуха, воды, почвы и уровень преступности.

- Энергетическая оптимизация – перераспределение электроэнергии между районами в часы пик.
- Умное водоснабжение и управление отходами – автоматизированные системы контроля расхода воды и сбора мусора.
- Цифровизация общественных служб – подключение школ, больниц, библиотек и других учреждений к дистанционным центрам управления.

Умное село в Азербайджане. Первый пилотный проект «умного села» реализуется в Зангиланском районе, охватывая села Агалы-I, II и III. В рамках проекта предусмотрено:

- Жилищный сектор – строительство 200 инновационных домов с «умными» инженерными коммуникациями.
- Социальная инфраструктура – современные школы, детские сады, поликлиники и центры электронного управления.
- «Умное сельское хозяйство» – использование IoT для мониторинга почвы, автоматизированного полива и управления урожаем.
- Альтернативная энергетика – внедрение солнечных и других возобновляемых источников энергии.
- Экономическое развитие – поддержка стартапов и микро-бизнеса среди сельского населения.

Эти проекты помогут Азербайджану создать устойчивую и технологически развитую среду, обеспечивая комфортное проживание как в городах, так и в сельской местности.

Преимущества интеграции IoT и ИИ. Одним из основных преимуществ интеграции IoT и ИИ является создание автономных систем, которые могут самостоятельно адаптироваться к изменениям внешней среды. Например, умные дома, которые автоматически регулируют температуру, освещенность и даже безопасность на основе данных с датчиков, или промышленная автоматизация, где IoT-устройства и ИИ совместно контролируют процессы.

Предиктивная аналитика

Благодаря ИИ устройства IoT могут не только фиксировать текущее состояние, но и прогнозировать будущие события.

- В промышленности это означает предсказание поломок оборудования до их возникновения.
- В медицине — раннее выявление рисков для здоровья на основе данных носимых устройств.

Оптимизация ресурсов

ИИ помогает IoT-системам эффективно распределять энергию, воду и другие ресурсы.

- Умные энергосети автоматически балансируют нагрузку.
- В сельском хозяйстве датчики и алгоритмы ИИ регулируют полив и удобрение, снижая затраты.

Масштабируемость и гибкость

Интеграция позволяет системам расти без потери эффективности.

- Новые устройства легко подключаются к сети и сразу начинают работать в общей интеллектуальной экосистеме.
- Алгоритмы ИИ адаптируются к увеличению объёмов данных.

Улучшение пользовательского опыта

IoT+ИИ создают персонализированные сервисы.

- Умные дома подстраиваются под привычки жильцов.
- Автомобили с IoT и ИИ обеспечивают адаптивное вождение и безопасность.

Безопасность и мониторинг

ИИ усиливает возможности IoT в сфере защиты.

- Системы видеонаблюдения распознают подозрительное поведение.
- Умные датчики предотвращают аварии, например утечки газа или воды.

Улучшение эффективности и принятие решений. Использование ИИ для анализа данных с устройств IoT позволяет принимать более обоснованные решения, минимизируя ошибки и повышая оперативность. Например, в сельском хозяйстве датчики IoT могут следить за состоянием почвы и растений, а ИИ – прогнозировать урожайность и оптимизировать использование ресурсов.

Новые возможности для инноваций. Интеграция IoT и ИИ способствует созданию новых продуктов и сервисов, которые ранее были невозможны. Например, в области транспорта – это системы автономного вождения, которые используют данные от множества датчиков и алгоритмы ИИ для безопасного движения.

Методы исследования. Вызовы и проблемы интеграции ИИ и IoT. Одним из самых серьезных вызовов при интеграции IoT и ИИ является обеспечение *безопасности данных*. Устройства IoT часто собирают чувствительную информацию, и использование ИИ для ее анализа создает дополнительные риски утечек данных и хакерских атак. Это требует разработки надежных методов защиты данных на всех уровнях системы.

Совместимость и стандарты. Разнообразие устройств IoT, их протоколов и стандартов создают проблемы для интеграции с ИИ. Для эффективного взаимодействия различных технологий необходимо разработать единые стандарты и протоколы, что является одной из ключевых задач для дальнейшего развития данной области [3].

Этические и социальные вопросы. Использование ИИ и IoT также поднимает важные этические вопросы, связанные с конфиденциальностью, автоматизацией рабочих мест и контролем за личной жизнью. Эти аспекты требуют внимательного рассмотрения и регулирования на уровне законодательства.

Перспективы развития и влияние на различные отрасли. Интеграция IoT и ИИ имеет огромный потенциал для различных отраслей, включая здравоохранение, энергетику, транспорт, образование и другие. Например, в медицине она может привести к созданию более точных систем диагностики и прогнозирования, в сельском хозяйстве — к улучшению устойчивости к климатическим изменениям, а в логистике – к оптимизации цепочек поставок и сокращению затрат [1].

Заключение. Влияние Искусственного интеллекта - ИИ на развитие Интернета вещей (IoT) представляет собой важный шаг в создании более умных, автономных и эффективных систем. Несмотря на существующие вызовы, такие как безопасность данных и совместимость технологий, интеграция IoT и ИИ открывает новые возможности для инноваций и значительных улучшений в различных сферах жизни. Будущее этой технологии обещает еще большее взаимодействие между устройствами и интеллектуальными системами, что приведет к созданию более высокоэффективных и адаптивных решений для различных отраслей.

Как сложная киберфизическая система, Интернет вещей (IoT) объединяет различные устройства, оснащенные функциями сенсоров, идентификации, обработки, связи и сетевого взаимодействия. В частности, сенсоры и исполнительные механизмы становятся все более мощными, менее дорогими и компактными, что делает их применение повсеместным.

Промышленные предприятия проявляют большой интерес к внедрению IoT-устройств для развития промышленных приложений, таких как автоматизированный мониторинг, управление, контроль и техническое обслуживание. Благодаря стремительному развитию технологий и промышленной инфраструктуры IoT ожидается широкое применение в различных отраслях.

В IoT играет ключевую роль в развитии современных городов, позволяя обычным объектам – оснащенным микроконтроллерами, радиомодулями и коммуникационными протоколами – взаимодействовать и обмениваться данными. Эта технология располагается в основе концепции «умных городов», где IoT-устройства помогают оптимизировать использование ресурсов, улучшать качество услуг (QoS) и снижать эксплуатационные расходы. Государственные и частные организации применяют IoT в решениях в области информационных и коммуникационных технологий (ICT) для эффективного управления городским пространством.

По прогнозам, к 2030 году число устройств с поддержкой IoT превысит 29 миллиардов, почти утраиваясь по сравнению с 2020 годом. Такой стремительный рост подчеркивает значимость IoT в формировании инфраструктуры умных городов, поддержке устойчивого развития и стимулировании инноваций. Тем не менее, внедрение IoT сопровождается вызовами, включая вопросы безопасности данных, защиты конфиденциальности и сложности управления.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lee, S., & Kim, J. (2021). IoT and AI Integration: Challenges and Opportunities. *Journal of Smart Cities*, 4(2), 45-56.
2. Liu, X., & Wang, L. (2022). Artificial Intelligence for the Internet of Things: A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 18(5), 2150-2162.
3. Zhang, Y., & Zhang, J. (2023). Internet of Things and Artificial Intelligence: Convergence and Impact on Smart Systems. *Journal of Technology Integration*, 15(3), 89-101.

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE DEVELOPMENT OF THE INTERNET OF THINGS (IOT)

Mammedova Ayida, Mammedova Arzu

Azerbaijan Technological University, Ganja, Azerbaijan
e-mail: a_mammedova@atu.edu.az, a.mammadova@atu.edu.az

ABSTRACT. The Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) have a significant impact on various aspects of modern society. This article is devoted to studying the relationship between these technologies and analyzing how the integration of IoT with AI can contribute to the accelerated development of smart systems, increase their efficiency, and enable them to solve more complex tasks. Key development trends, challenges, and prospects of IoT and AI integration, as well as its impact on various industries, are analyzed.

Additionally, architectural approaches to integrating IoT and AI are considered, including cloud and edge computing, which enable real-time data processing. Particular attention is paid to issues of security, data privacy, and reliability, which become critically important as such systems scale. Examples of applications are provided in smart cities, industry, healthcare, and education. It is shown that the synergy of IoT and AI opens new opportunities for automation, forecasting, and process optimization, forming the foundation for the digital transformation of the economy and society.

Keywords: Internet of Things (IoT), Artificial intelligence (AI), technology, smart cities, smart village.

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТИҢ ЗАТТАР ИНТЕРНЕТІНІҢ ДАМУЫНА ӘСЕРІ (ИОТ)**Мамедова Айида Магомедия кызы, Мамедова Арзу Натиг кызы**

Өзірбайжан технологиялық Университеті, Ганджа, Өзірбайжан

e-mail: a_memmedova@atu.edu.az, a.mammadova@atu.edu.az

Анотация. Заттардың интернеті (IoT) және жасанды интеллект (ЖИ) қазіргі қоғамның түрлі салаларына айтарлықтай әсер етуде. Бұл мақалада аталған технологиялардың өзара байланысы зерттеліп, IoT пен ЖИ интеграциясы ақылды жүйелердің жедел дамуына, олардың тиімділігін арттыруға және күрделі міндеттерді шешуге қалай ықпал ететіні талданады. Сонымен қатар, IoT және ЖИ интеграциясының негізгі даму үрдістері, қиындықтары мен болашағы, сондай-ақ оның әртүрлі салаларға әсері қарастырылады.

Қосымша ретінде IoT пен ЖИ біріктірудің архитектуралық тәсілдері, соның ішінде нақты уақыт режимінде деректерді өңдеуді қамтамасыз ететін бұлттық және шеткі (edge) есептеулер қарастырылады. Жүйелерді кеңейту барысында аса маңызды болатын қауіпсіздік, деректердің құпиялылығы мен сенімділігі мәселелеріне ерекше назар аударылады. Ақылды қалаларда, өнеркәсіпте, денсаулық сақтау мен білім беру салаларында қолдану мысалдары келтірілген. IoT пен ЖИ синергиясы автоматтандыру, болжау және процестерді оңтайландыру үшін жаңа мүмкіндіктер ашып, экономика мен қоғамды цифрлық трансформациялаудың негізін қалыптастыратыны көрсетілген.

Түйін сөздер: заттар интернеті (IoT), жасанды интеллект (AI), технология, ақылды қалалар, ақылды ауыл.