

UDC 004.9

DOI 10.52171/herald.332

## **Interaction of Artificial Intelligence (AI) with Internet of Things (IoT) Technologies**

**A.M. Mammadova<sup>1</sup>, G.S. Zhilkishbaeva<sup>2</sup>, A.N. Mammadova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Azerbaijan Technological University (Ganja, Azerbaijan)*

<sup>2</sup> *Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yesenov (Aktau, Kazakhstan)*

### **For correspondence:**

Aida Mammadova / e-mail: a.memmedova@atu.edu.az

### **Abstract**

Over the past decades, technologies, including the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI), have been rapidly evolving, significantly impacting various aspects of life. This article examines the interconnection between these technologies and analyzes how their integration accelerates the development of smart systems, enhances their efficiency, and addresses complex challenges. Additionally, it explores key trends, challenges, and prospects of IoT and AI integration, as well as their impact on different industries.

**Keywords:** Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), technologies, smart city, smart village.

**Submitted** 5 June 2025

**Published** 17 December 2025

### **For citation:**

A.M. Mammadova, G.S. Zhilkishbaeva, A.N. Mammadova

[Interaction of Artificial Intelligence (AI) with Internet of Things (IoT) Technologies]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2025, vol. 17 (4), pp. 87-93

## **Süni intellekt (AI) və əşyaların internetinin (IoT) integrasiyası**

**A.M. Məmmədova<sup>1</sup>, G.S. Zhilkişbaeva<sup>2</sup>, A.N. Məmmədova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Azərbaycan Texnologiya Universiteti (Gəncə, Azərbaycan)*

<sup>2</sup> *Ş. Yesenov adına Kaspi Texnologiya və Mühəndislik Universiteti (Aktau, Qazaxıstan)*

### **Xülasə**

Son onilliklər ərzində Əşyaların İnterneti IoT və Süni İntellekt AI kimi texnologiyalar sürətlə inkişaf edərək həyatın müxtəlif aspektlərinə əhəmiyyətli təsir göstərmişdir. Bu məqalə bu texnologiyaların qarşılıqlı əlaqəsini araşdırır və onların integrasiyasının ağıllı sistemlərin inkişafını sürətləndirdiyini, səmərəliliyini artırdığını və mürəkkəb problemləri həll etdiyini təhlil edir. Bundan əlavə, Əşyaların İnternetinin və Süni İntellektin integrasiyası ilə bağlı əsas tendensiya, çətinliklər və perspektivlər, eləcə də onların müxtəlif sahələrə təsiri araşdırılır.

**Acar sözlər:** süni intellekt (AI), əşyaların interneti (IoT), texnologiyalar, ağıllı şəhər, ağıllı kənd.

---

## **Взаимодействие Искусственного интеллекта (AI) с технологиями Интернета вещей (IoT)**

**A.M. Мамедова<sup>1</sup>, Г.С. Жилкишбаева<sup>2</sup>, А.Н. Мамедова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Азербайджанский технологический университет (Гянджа, Азербайджан)*

<sup>2</sup> *Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова (Актау, Казахстан)*

### **Аннотация**

За последние десятилетия технологии, включая Интернет вещей IoT и Искусственный интеллект ИИ, стремительно развиваются, оказывая существенное влияние на различные сферы жизни. В данной статье рассматривается взаимосвязь этих технологий и анализируется, каким образом их интеграция способствует ускоренному развитию умных систем, повышению их эффективности и решению сложных задач. Также изучены ключевые тенденции, вызовы и перспективы объединения IoT и ИИ, а также их влияние на различные отрасли.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект (ИИ), интернет вещей (IoT), технологии, умный город, умное село.

## Введение

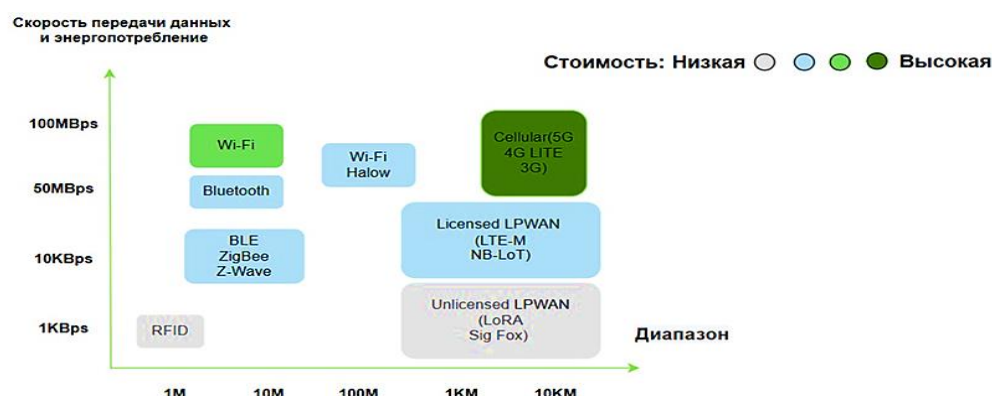
Интернет вещей (IoT) – это сеть подключенных к интернету устройств, которые способны собирать, передавать и анализировать данные. Искусственный интеллект (ИИ), в свою очередь, включает технологии, позволяющие машинам выполнять интеллектуальные задачи, такие как обучение, распознавание образов и принятие решений. Их объединение открывает перспективы для создания умных и автономных систем, способных взаимодействовать с окружающей средой и оперативно адаптироваться к её изменениям.

Города представляют собой сложные системы, включающие в себя большое количество жителей, транспортных потоков, коммуникационных сетей, разнообразных услуг и предприятий, а также инфраструктуру, которая способствует улучшению качества жизни. Стремительный рост численности населения побуждает создавать необходимые условия для удобного и комфортного проживания. Однако интенсивная урбанизация и демографический рост приводят к множеству вызовов, включая социально-экономические, технические и организаци-

онные трудности, а также риски, связанные с экологической и экономической устойчивостью. Многие современные города столкнулись с быстрым ростом, соответствующим стандартам, но при этом столкнулись с загрязнением, пробками и социально-экономическим неравенством. За последние годы численность городского населения существенно возросла, и прогнозы указывают, что к 2030 году в урбанизированной среде будет проживать около 60% мирового населения [1].

В ответ на этот рост появились передовые технологии, направленные на упрощение повседневной жизни и развитие концепции умных городов. Эта концепция охватывает интеллектуальное управление основными сферами, такими как транспорт, медицина, коммунальные службы, жилые районы, сельское хозяйство и экологическое строительство.

На рисунке представлены характеристики доступных коммуникационных технологий, включая скорость передачи данных, энергопотребление, стоимость развертывания и охват зоны покрытия.



**Рисунок** – Технологии беспроводной связи с учетом скорости передачи данных, энергопотребления, затрат на развертывание и зоны покрытия

**Figure** – Wireless technologies based on data rates, power consumption, deployment costs and coverage area

Рисунок иллюстрирует сравнительный анализ различных технологий беспроводной связи с учетом скорости передачи данных, энергопотребления, затрат на развертывание и зоны покрытия. В нем представлены следующие технологии:

- Wi-Fi – обеспечивает высокую скорость передачи данных (до 100 Мбит/с), отличается низкими затратами и имеет ограниченный радиус действия (до 100 м).
- Bluetooth – обеспечивает умеренную скорость передачи данных (до 50 Мбит/с), отличается низкими затратами и ограниченным радиусом действия (до 10 м).
- Wi-Fi HaLow – обладает средней скоростью передачи данных (до 50 Мбит/с), доступной стоимостью и широким диапазоном (до 1 км).
- Сотовые сети (5G, 4G/LTE, 3G) – характеризуются высокой скоростью передачи данных (до 100 Мбит/с), значительными затратами и обширной зоной покрытия (до 10 км).
- BLE, ZigBee, Z-Wave – низкая скорость (до 100 КБит/с), низкая стоимость, малый 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).

Рисунок показывает, что Wi-Fi и мобильные сети обеспечивают быструю передачу данных, но их эксплуатация обходится дороже. В то же время LPWAN-технологии,

такие как LoRa, SigFox, LTE-M и NB-IoT, характеризуются широким охватом и низким энергопотреблением, однако их скорость передачи данных остается сравнительно низкой.

Основы технологий и взаимодействие IoT и ИИ включают использование различных устройств, таких как датчики, камеры, медицинские мониторинговые системы и бытовая техника, способных собирать данные о своем состоянии и окружающей среде. Их интеграция с централизованными вычислительными системами позволяет эффективно собирать, обрабатывать и анализировать информацию.

ИИ, в свою очередь, применяет алгоритмы машинного обучения, нейросетевые методы и другие подходы для анализа больших объемов данных, извлеченных из IoT-устройств. В этой среде ИИ играет ключевую роль в обработке поступающей информации, автоматизации процессов и принятии интеллектуальных решений, повышая эффективность работы систем и их взаимодействие.

Интеграция IoT и ИИ позволяет создавать интеллектуальные системы, которые не только собирают данные, но и самостоятельно принимают решения без вмешательства человека. Например, в умных городах IoT-устройства фиксируют транспортные потоки, а ИИ анализирует полученную информацию и оптимизирует движение. В медицинской сфере IoT-системы отслеживают состояние пациентов, а ИИ прогнозирует возможные заболевания, основываясь на анализе собранных данных [2].

Для эффективной работы умных городов требуется широкий спектр телекоммуникационных и беспроводных технологий, обеспечивающих связь миллионов

устройств посредством машинного взаимодействия, сетевой виртуализации, беспроводных сенсорных сетей и шлюзов.

### **Smart City, или Умный город в Азербайджане**

Азербайджан реализует элементы Smart City в таких городах, как Баку, Гянджа, Шамaxe, а также на строящихся городах и селах на освобожденных от оккупации территориях. В этих городах активно внедряются новые технологии:

- Автоматизированные системы управления транспортом – прогнозирование трафика, регулирование работы «умных» светофоров и контроль уровня 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 ИИ и IoT**

Интеграция IoT и ИИ открывает возможности для создания автономных систем, способных адаптироваться к изменениям окружающей среды без вмешательства человека. Например, в умных домах датчики собирают данные о температуре, освещении и безопасности, а ИИ анализирует их и автоматически регулирует условия. В промышленности IoT-устройства и ИИ совместно управляют процессами, повышая эффективность производства.

Кроме того, применение ИИ для обработки данных, поступающих от IoT-устройств, способствует более точному принятию решений, снижению ошибок и ускорению реакций. В сельском хозяйстве, например, IoT-системы контролируют состояние почвы и растений, а ИИ прогнозирует урожайность и оптимизирует использование ресурсов, обеспечивая рациональное управление аграрными процессами.

Интеграция IoT и ИИ открывает новые перспективы для создания инновационных решений, которые ранее были недоступны. В транспортной сфере, например, это технологии автономного вождения, использующие данные с множества датчиков и алгоритмы ИИ для обеспечения безопасного передвижения.

Процесс объединения ИИ и IoT сопровождается рядом сложностей, среди которых особенно актуальна проблема защиты данных. IoT-устройства собирают значительные объемы конфиденциальной информации, а применение ИИ для ее обработки увеличивает риски утечек и кибератак. Это требует разработки надежных механизмов безопасности на всех уровнях системы, чтобы гарантировать защиту информации и устойчивость технологий.

Исследовательские подходы к интеграции ИИ и IoT включают анализ ключевых вызовов и проблем. Одной из наиболее значимых трудностей является обеспечение безопасности данных, поскольку IoT-устройства собирают конфиденциальную информацию, а применение ИИ для ее обработки увеличивает риски утечек и кибератак. Это требует разработки надежных механизмов защиты на всех уровнях системы.

Еще одной важной задачей является совместимость технологий. Разнообразие IoT-устройств, их протоколов и стандартов создает сложности при интеграции с ИИ. Для эффективного взаимодействия необходимо разработать единые стандарты и унифицированные протоколы, что является ключевым направлением дальнейшего развития данной области.

Применение ИИ и IoT затрагивает важные вопросы, связанные с защитой конфи-

денциальных данных, автоматизацией рабочих процессов и контролем за личной информацией. Эти технологии требуют тщательного регулирования на законодательном уровне, чтобы минимизировать риски и обеспечить их безопасное использование.

Интеграция ИИ и IoT обладает значительным потенциалом для различных сфер, включая здравоохранение, энергетику, транспорт и образование. В медицине она способствует созданию более точных диагностических систем и прогнозированию заболеваний. В сельском хозяйстве технологии помогают повысить устойчивость к климатическим изменениям, а в логистике – оптимизировать цепочки поставок и снизить затраты.

Как сложная киберфизическая система 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 техноло-

гия 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 [3, 4].

По прогнозам, к 2030 году количество IoT-устройств превысит 29 миллиардов, что почти в три раза больше по сравнению с 2020 годом. Такой стремительный рост подчеркивает ключевую роль IoT в развитии инфраструктуры умных городов, поддержке устойчивого развития и внедрении инновационных решений. Однако распространение этих технологий сопровождается рядом вызовов, включая обеспечение безопасности

данных, защиту конфиденциальности и сложности управления.

### **Заключение**

Влияние Искусственного Интеллекта (ИИ) на развитие Интернета Вещей (ИВ) 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.

### **REFERENCES**

1. **Lee S., & Kim J.** (2021). IoT and AI Integration: Challenges and Opportunities. *Journal of Smart Cities*, 4(2), pp. 45-56.
2. **Liu X., & Wang L.** (2022). Artificial Intelligence for the Internet of Things: A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 18(5), pp. 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), pp. 89-101.
4. **Alakbarova T.Sh., Hacıyev R.M.** Analysis of Robocall Attacks: Methods of Protection Against this Threat // *Herald of the Azerbaijan Engineering Academy*, 2025, vol. 17 (1), pp. 99-104. DOI: <https://doi.org/10.52171/herald.249>