



Перспективы Интернета вещей

Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ с помощью системы анализа больших данных iFORA определил десятку наиболее перспективных направлений развития и применения технологий Интернета вещей, которые будут особенно востребованы в мире в 2023 г. и на кратко- и среднесрочном горизонте.

Справочно: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA разработана ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с применением передовых технологий искусственного интеллекта и включает более 700 млн документов (научные публикации, патенты, нормативная правовая база, рыночная аналитика, отраслевые медиа, материалы международных организаций, вакансии и другие виды источников). В 2020 г. iFORA отмечена в журнале *Nature* в качестве эффективного инструмента поддержки принятия решений в интересах бизнеса и органов власти. ОЭСР относит систему к успешным инициативам в области цифровизации науки. Для данного исследования были проанализированы более 5.7 тыс. источников за 2018–2022 гг., отражающих актуальную повестку бизнеса.

Технологии Интернета вещей (Internet of Things, IoT) стремительно меняют облик ключевых отраслей экономики и социальной сферы. К 2030 г. глобальный спрос на решения в области Интернета вещей составит более 620 млрд долл.¹, увеличившись почти в 3.5 раза за 10 лет. Российские компании все активнее используют эти технологии: по оценкам ИСИЭЗ, уже сейчас их применяют 16.7% (41.5 тыс.) российских организаций, что на 3.7 п.п. больше, чем годом ранее². По мере роста технологической зрелости IoT, продукты и сервисы на его основе становятся все более доступными и активнее используются населением и бизнесом для решения прикладных задач (табл. 1).

Таблица 1. Топ-10 наиболее перспективных технологий Интернета вещей в 2023 г.

Ранг	Технологии	Индекс значимости	Уровень динамичности	Сроки массового внедрения
1	Интернет медицинских вещей (IoMT)	1.00		3-5 лет
2	Туманные вычисления и облачный Интернет вещей	0.97		1-2 года
3	Мобильный Интернет вещей	0.81		1-2 года
4	Искусственный интеллект вещей (AIoT)	0.70		3-5 лет
5	Интернет вещей для умного города / дома	0.58		1-2 года
6	Интернет робототехнических вещей (IoRT)	0.23		3-5 лет
7	Спутниковый Интернет вещей	0.21		4-6 лет
8	Носимый Интернет вещей	0.16		3-5 лет
9	Интеграция Интернета вещей и периферийных устройств	0.12		1-2 года
10	Интернет вещей на транспорте	0.09		1-2 года

Легенда:



Стабильные



Растущие



Быстрорастущие

Рассчитано на основе массива профессиональных СМИ (более 5.7 тыс. англоязычных источников за 2018–2022 гг.). **Индекс значимости** технологии показывает ее относительную встречаемость в проанализированном массиве источников, где 1 соответствует максимальному числу упоминаний. При расчете учитываются частота встречаемости термина, его специфичность и векторная центральность. Частота встречаемости сама по себе недостаточна для отражения реальной актуальности термина, важно, чтобы он обозначал конкретное научно-технологическое направление и не был слишком общим (эту задачу решает показатель специфичности), а векторная центральность отражает степень его связи с другими направлениями поиска. **Индекс динамичности** показывает темп изменения значимости технологии в проанализированном массиве источников за 2018–2022 гг. При этом высокий спрос и интерес к технологии не связаны с уровнем ее готовности к массовому распространению. **Сроки массового внедрения** определяются с учетом интегральных показателей значимости и динамичности, а также экспертных оценок.

¹ Statista (2023). Internet of Things (IoT) Total Annual Revenue Worldwide from 2020 to 2030.

² ИСИЭЗ НИУ ВШЭ (2022). Индикаторы цифровой экономики: 2022. Статистический сборник.

Наиболее ожидаемые прорывы возможны для самых динамично растущих направлений. Одно из них – **Интернет медицинских вещей** (IoMT, Internet of Medical Things) (№ 1). Глобальный рынок решений на базе этой технологии вырос с 2017 г. почти в четыре раза (до 158 млрд долл. в 2022 г.)³. Контуры развития направления начали формироваться в период пандемии COVID-19. Все более востребованными становятся такие IoMT-решения, как диагностические устройства, оборудование для мониторинга состояния пациентов, системы учета запасов медикаментов и др.

Для мониторинга показателей здоровья будут также широко применяться элементы **носимого Интернета вещей** (№ 8), в том числе умные устройства (фитнес-трекеры, смарт-часы, умные браслеты и пластыри). Они представляют собой систему датчиков и оборудования, которые размещаются на теле либо встраиваются в одежду, позволяя отслеживать состояние человека или контролировать его перемещения. Такие решения уже широко внедряются в профессиональной среде (скафандры, пожарная форма) и постепенно становятся все более доступными для индивидуальных потребителей. Среди перспективных сфер применения носимого IoT – бесконтактная оплата, пропускные системы, трансляция контента (проекторные решения, аудиосистемы) и др.

На фоне пандемии стало весьма актуальным создание безлюдных технологий, не требующих участия человека, и устройств, которые могут автономно выполнять задачи оператора, в том числе в удаленном режиме. Одно из перспективных направлений исследований в этой области – **Интернет робототехнических вещей** (IoRT, Internet of Robotic Things) (№ 6). Например, японская компания SoftBank Robotics совместно с сингапурской UnaBiz внедряет сервисных роботов, которые могут обслуживать клиентов, убирать и дезинфицировать помещения, регистрировать посетителей и др. Логистические компании заинтересованы в роботах-доставщиках⁴, созданием которых занимаются Alibaba, Amazon, Fedex и др.

Ощутимые изменения будут связаны с постепенным взаимопроникновением IoT и искусственного интеллекта. Зародившийся на стыке этих технологий **искусственный интеллект вещей** (AIoT, Artificial Intelligence of Things) (№ 4) обеспечивает более эффективное взаимодействие человека с устройствами IoT. Развитие программных решений позволяет строить нейронные сети и проводить предобработку данных на устройствах IoT. Технология все чаще становится основой для создания систем искусственного интеллекта в различных областях – в промышленности, энергетике, логистике и др. Активное развитие технологии на фоне роста заинтересованности участников рынка делает искусственный интеллект вещей одним из наиболее перспективных направлений 2023 г.

К быстрорастущим трендам в ближайшие годы также можно отнести **спутниковый Интернет вещей**, пилотные запуски которого реализуются уже сейчас (№ 7). Технология позволяет поддерживать взаимодействие устройств на орбите, а также работу единой сети устройств с использованием спутниковых каналов связи. Спутниковый IoT повысит доступность сервисов, которые не способна предоставить наземная инфраструктура. В настоящее время запущен ряд успешных систем, в частности российская «Сфера», OneWeb (США) и др.

Для стабильного функционирования приложений IoT необходим постоянный удаленный доступ к вычислительным мощностям, базам данных, облачным хранилищам. Оптимизировать эти процессы позволяют **туманные (fog) вычисления и облачный Интернет вещей** (№ 2). Эти связанные технологии, посредством которых данные с устройств перед передачей в облачные хранилища проходят этап обработки с помощью туманных вычислений, являются основой платформенных решений, используемых в экосистемах целого ряда сервисов от крупнейших компаний (Alibaba, Amazon, Google, Microsoft и др.).

Объем передаваемых по сети данных можно значительно сокращать за счет их обработки на периферийных узлах систем. Для экономии вычислительных ресурсов и повышения автономности сервисов все больше компаний применяют технологии **интеграции Интернета вещей и периферийных устройств** (№ 9). В августе 2022 г. Accenture и Changi Airport Group объявили о сотрудничестве по внедрению цифровых технологий в аэропортах для улучшения анализа потребительского опыта и формирования персональных рекомендаций (рекламных предложений и пр.). Аналогичные практики будут активно применяться и в 2023 г.

За счет **мобильного Интернета вещей** (№ 3) обеспечивается взаимодействие различных цифровых устройств и формирование единого умного пространства как на уровне мегаполисов, так и отдельных домов. Решения для **умного города и дома** (№ 5) уже ощутимо меняют

³ Insider Intelligence (2022). IoT Healthcare in 2022: Companies, Medical Devices and Use Cases.

⁴ ИСИЭЗ НИУ ВШЭ (2022). Топ-15 трендов робототехники.

повседневную жизнь, в частности с их помощью возможно более эффективно вести учет расхода ресурсов (воды, электричества и др.), в городском пространстве – анализировать уровень загрязненности воздуха, управлять потоками людей и автомобилей. Новые концепции умных городов предполагают энергетическое самообеспечение на основе ВИЭ (в этом направлении в Саудовской Аравии реализуется масштабный проект Neom) и использование беспилотного транспорта для повышения мобильности населения.

Совершенствование беспилотных автомобилей, в том числе за счет датчиков и автономных исполнительных систем, способствует росту рынка **Интернета вещей на транспорте** (№ 10). Среди основных задач этой достаточно зрелой технологии – повышение энергоэффективности и ресурсосбережения. Так, международный аэропорт Нью-Дели на 23% сократил потребление топлива в рамках модернизации пожарных автомобилей благодаря установке в них датчиков и сенсоров для сбора и обработки информации (о времени работы, маршрутах, объемах потребляемых ресурсов и углеродных выбросов).

Комментирует Константин Вишневский, директор Центра исследований цифровой экономики ИСИЭЗ НИУ ВШЭ:

Развитие и распространение IoT в мире продолжается весьма интенсивными темпами, и уже в 2023 г. можно ожидать значительного продвижения ведущих экономик на пути цифровой трансформации бизнеса и повседневных практик населения. Например, все более доступной, персонализированной и ориентированной на пациента становится медицина, использующая системы удаленного мониторинга и онлайн-консультации. На транспорте благодаря IoT-решениям возможно будет значительно сократить расход топлива и снизить объемы выбросов в окружающую среду. Активно осваивает радикальные инновации и промышленность: для мониторинга производственных процессов и контроля параметров оборудования в режиме реального времени внедряются цифровые двойники, сенсоры и датчики IoT, что, помимо преобразования традиционных технологических процессов, запускает изменения на уровне управления предприятиями и их последующий переход на новые бизнес-модели, в частности описываемые в рамках концепций цифровых или виртуальных «фабрик будущего».



Источники: Расчеты на основе системы интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ); результаты проекта «Экспертно-аналитическое сопровождение деятельности по развитию высокотехнологичных направлений в 2023 г., включая подготовку ежегодного доклада (“белой книги”) о развитии отдельных высокотехнологичных направлений» тематического плана научно-исследовательских работ, предусмотренных Государственным заданием НИУ ВШЭ.

■ Материал подготовили **Г. В. Димов, М. М. Комаров, С. Г. Приворотская, К. О. Вишневский**

Данный материал НИУ ВШЭ может быть воспроизведен (скопирован) или распространен в полном объеме только при получении предварительного согласия со стороны НИУ ВШЭ (обращаться issek@hse.ru). Допускается использование частей (фрагментов) материала при указании источника и активной ссылки на интернет-сайт ИСИЭЗ НИУ ВШЭ (issek.hse.ru), а также на авторов материала. Использование материала за пределами допустимых способов и/или указанных условий приведет к нарушению авторских прав.
