

Влияние технологий Интернета вещей на экономику

М.С. Токарева

эксперт отдела исследований цифровой экономики
Институт статистических исследований и экономики знаний
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20
E-mail: mtokareva@hse.ru

К.О. Вишнеvский

кандидат экономических наук
заведующий отделом исследований цифровой экономики
Институт статистических исследований и экономики знаний
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20
E-mail: kvishnevsky@hse.ru

Л.П. Чихун

кандидат экономических наук
доцент экономического факультета
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Адрес: 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 46
E-mail: chihun@mail.ru

Аннотация

В данной статье приводится анализ одной из ключевых трансформационных сил настоящего времени – Интернета вещей, который существенно влияет на будущее развитие всех сфер жизни и является причиной радикальных изменений в рамках перехода к четвертой промышленной революции. Целью исследования является определение потенциальных экономических эффектов от внедрения технологий Интернета вещей на различных рынках. Для достижения этой цели в работе последовательно решаются следующие задачи: идентификация и классификация основных рынков приложений Интернета вещей путем совершенствования подходов ряда организаций; выявление, оценка и анализ экономических эффектов в результате использования решений Интернета вещей в рамках предложенной классификации; определение будущих направлений развития технологий Интернета вещей. На основе сочетания таких методологических подходов, как «жизненный цикл технологии» и «жизненный цикл принятия обществом новой технологии» определяются перспективы развития Интернета вещей. Теория жизненного цикла технологий рассматривается через призму методики исследовательской компании Gartner (цикл зрелости новых технологий), основой которой является достижение консенсуса среди широкого круга экспертных оценок ведущих специалистов в области информационно-коммуникационных технологий. Сопоставление двух указанных методик и экспертных оценок позволяет сделать вывод, что на сегодняшний день Интернет вещей представляет наибольший интерес для группы «ранних последователей», но имеет высокий потенциал для дальнейшего распространения.

Ключевые слова: Интернет вещей; информационные и коммуникационные технологии; жизненный цикл технологии; жизненный цикл принятия технологии; цифровизация; умные вещи; глобализация.

Цитирование: Токарева М.С., Вишнеvский К.О., Чихун Л.П. Влияние технологий Интернета вещей на экономику // Бизнес-информатика. 2018. № 3 (45). С. 62–78.
DOI: 10.17323/1998-0663.2018.3.62.78.

Введение

Переход к четвертой промышленной революции характеризуется конвергенцией передовых технологий и стиранием границ между объектами физической, цифровой и биологических сфер. Основываясь на опыте влияния предшествующих промышленных революций, ожидается стремительный рост инновационных технологий, воздействующих на развитие различных сфер общественной жизни. К числу таких технологий относится Интернет вещей, все более востребованный бизнес-сообществом и постоянно наращивающий свой рыночный потенциал. Прогнозируется рост рынка технологий Интернета вещей с 176 млрд долл. в 2016 году до 639,74 млрд долл. к 2022 году при среднегодовом темпе прироста в 25,1% в 2017–2022 годах [1].

Скорость проникновения технологических инноваций во все сферы экономики и общества возрастает экспоненциально во многом благодаря распространению и внедрению информационно-коммуникационных технологий. В ближайшие 10–15 лет ожидается следующий радикальный скачок, который будет связан с внедрением технологий Интернета вещей [2]. В результате увеличения степени взаимосвязанности различных бытовых приборов (например, роботизированных комплексов в рамках цифрового производства) посредством сенсоров и датчиков, подключенных к Интернету и функционирующих без вмешательства человека, происходит цифровая трансформация секторов экономики (промышленного производства, транспорта, медицины, сельского хозяйства и др.), меняющая характер взаимодействия между людьми и машинами. В период до 2025 года экономический эффект от внедрения технологий Интернета вещей оценивается в размере от 2,7 трлн долл. до 6,2 трлн долл. ежегодно [3]. К 2030 году вклад промышленного Интернета вещей в мировую экономику может составить около 14 трлн долл. [4]. Наряду с этим количество подключенных устройств в странах ОЭСР увеличится с 1 млрд (2016 год) до 14 млрд (к 2022 году) [5].

1. Обзор литературы

В настоящее время интерес к технологиям Интернета вещей со стороны исследователей возрастает, о чем свидетельствует рост научных публикаций в данной области (рисунки 1).

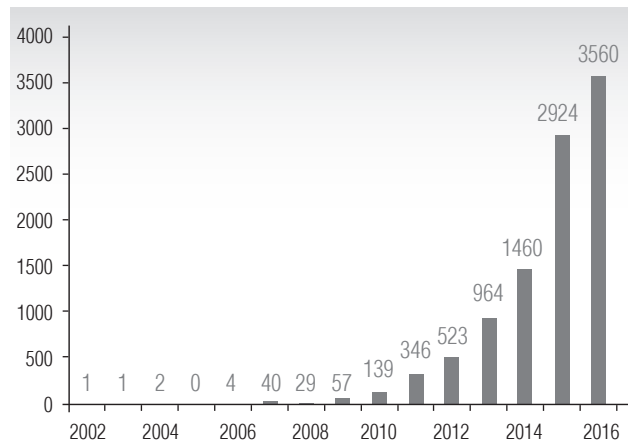


Рис. 1. Количество публикаций в области Интернета вещей (на основе Web on Science)

Первое упоминание об Интернете вещей в рамках научных трудов ученых-экономистов принадлежит авторам работы [6], которые исследовали влияние технологий Интернета вещей на экономику и общество. Интерес к данной сфере совпал с запуском компанией Amazon первого облачного веб-сервиса в 2002 году, стимулирующего распространение облачных вычислений, влияющих на развитие Интернета вещей. Затем в 2004 году ученые из Массачусетского технологического института опубликовали статью, посвященную широкому кругу аспектов развития Интернета вещей [7]. Авторы отмечают преимущества возможности подключения объектов к сетям данных, заключающиеся в оптимизации электрической сети в домах, снижении стоимости и сложности строительства зданий, развитии технологий, повышающих качество услуг по оказанию медицинской помощи в домашних условиях и др. Особо подчеркиваются актуальность и значимость решения проблемы стандартизации [7–9], являющейся в настоящее время одним из основных барьеров распространения технологий Интернета вещей. Решением данного вопроса занимаются как государственные органы власти, так и бизнес-сообщество, объединяясь в различные ассоциации и консорциумы.

Эволюция технологий Интернета вещей требует совершенствования инфраструктуры, обеспечивающей взаимосвязь между подключенными датчиками и сенсорами и глобальной сетью Интернет. Авторы работы [10] считают, что необходимо развивать технологии туманных вычислений в системах Интернета вещей путем формирования рас-

пределенных территориально «умных» устройств между сенсорами и облачными сервисами. Также высказывается мнение, что технологии облачных вычислений являются многообещающим подходом к решению некоторых проблем в сфере Интернета вещей, препятствующих реализации всего потенциала инновационной концепции в полной мере [8].

Кроме того, исследователи данной области выделяют еще одну проблему, препятствующую широкому распространению технологий Интернета вещей. Так, в работе [11] акцентируется внимание на необходимости решения проблемы интеграции и интероперабельности информационно-коммуникационных технологий и устройств. Особенно это касается таких функций сетевого уровня, как адресация, маршрутизация, мобильность, безопасность и оптимизация ресурсов. Ограничения существующей архитектуры TCP/IP в среде Интернета вещей требуют разработки энергоэффективных технологий дальнего радиуса действия (LPWAN). Подобные ограничения подтверждают позиции технологий Интернета вещей на кривой Gartner, характеризующей степень зрелости новых технологий. Так, технологии Интернета вещей находятся на пике завышенных ожиданий, который характеризуется наличием существенных технологических барьеров, к числу которых относится отсутствие развитой информационно-коммуникационной инфраструктуры с наличием широко распространенных энергоэффективных сетей [12].

Кроме того, проникновению технологий Интернета вещей в различные сферы экономики и общества препятствуют возрастающие угрозы в области кибербезопасности. Так, авторы работы [13] предлагают применять уже существующие международные правила в сфере кибербезопасности в контексте Интернета вещей, а также разрабатывать альтернативные подходы к решению данной проблемы непосредственно для технологий Интернета вещей, чему будет способствовать стандартизация данной сферы. В работе [9] утверждается, что ключом к успешному развитию экосистемы Интернета вещей является сотрудничество между органами стандартизации, поскольку в настоящее время «умные» устройства используют разные стандарты, что усложняет либо делает невозможным взаимодействие между устройствами.

Несмотря на все трудности развития технологий Интернета вещей, они становятся все более востребованными в секторах экономики в связи с воз-

можностями увеличения производительности и повышения качества жизни. Таким образом, целью данного исследования является идентификация экономических эффектов от внедрения технологий Интернета вещей в различных секторах. Для достижения поставленной цели в исследовании последовательно решаются такие задачи, как выявление и классификация основных рынков приложений технологий Интернета вещей, а также определение и оценка экономических эффектов от внедрения технологий Интернета вещей в выявленных сегментах. Основываясь на сочетании таких методологических подходов, как жизненный цикл технологий и жизненный цикл принятия новых технологий, анализируется сценарий развития технологий Интернета вещей.

Структура работы включает описание методологии исследования, анализ воздействия Интернета вещей на экономику, а также прогноз развития Интернета вещей на основе теорий в области жизненного цикла технологий.

2. Методология

Поскольку Интернет вещей является относительно новой технологией, представляется целесообразным определить сегменты рынка Интернета вещей в отсутствие общепринятой классификации. Поэтому первый этап исследования посвящен идентификации сегментов рынка Интернета вещей и совершенствованию существующих классификаций. В дальнейшем в рамках исследования авторская классификация используется для определения экономических эффектов от имплементации технологий Интернета вещей в каждом сегменте.

Для формирования прогноза развития технологий Интернета вещей используется «таймлайн», характеризующий уровень готовности технологий. Таймлайн широко применяется в целях научно-технического прогнозирования, в том числе при проведении форсайт-исследований и построении технологических дорожных карт. Научные исследования, посвященные анализу развития технологий, также встречаются в работе [14], авторы которой разработали динамическую модель процесса развития инноваций и продуктов. Модель представляет тесную связь между инновационными продуктами, самим инновационным процессом и стратегией компании. Иными словами, динамическая модель инноваций — это комбинация модели жизненного цикла продукта, модели жизненного цикла процес-

са и различных конкурентных стратегий. Авторы определили три этапа, каждый из которых влияет на отдельные компании, рынок и ресурсы, необходимые для создания инноваций.

Различные подходы к созданию траектории развития инноваций также разрабатывались позднее. Для целей исследования используется методология Gartner, ввиду наличия актуальных экспертных оценок для широкого круга инновационных технологий. На основе совместного использования двух подходов, – цикла зрелости технологий Gartner и теории жизненного цикла принятия технологии, – были проанализированы перспективы развития технологий Интернета вещей.

Методология Gartner по выявлению уровня развития возникающих технологий широко используется как на корпоративном, так на государственных уровнях для принятия более взвешенных решений относительно будущего развития технологий, скорости их принятия, взаимного влияния и конкуренции между ними. В визуальном представлении методологии Gartner вертикальная ось иллюстрирует меняющиеся ожидания стейкхолдеров в отношении возникающей технологии. До 2009 года ось ординат имела другое название – «видимость», но позже было заменено на «ожидания» как более подходящую характеристику, включающую отношение как потенциальных, так и реальных пользователей к инновационной технологии, а также инвестиционные решения относительно ее дальнейшего развития [15].

Оценка технологии в рамках методологии Gartner включает в себя пять ключевых этапов: сценарии, опросы, выявление паттернов, стресс-тест (“stalking horse”) и валидацию. На первом этапе необходимо установить исследовательские цели на основе метода опроса. Анализируя данные из различных источников, таких как аналитические отчеты, научные статьи, монографии, статистические сборники и др. выявляются возникающие новые тренды на рынках [16]. Далее необходимо изменить предположения и обновить сценарии. Четвертый этап, – стресс-тест, – предполагает изучение и обсуждение результатов с представителями различных сообществ аналитиков и ученых. Наконец, результаты сопоставляются с множеством внутренних и внешних источников.

Концепция жизненного цикла принятия технологии также представляется не менее востребованным инструментом, отражающим уровень развития

технологии [17] и предполагает поэтапное восприятие инноваций. При этом в основе выделения групп потребителей лежит анализ психологических и социальных портретов различных сегментов этого сообщества. Согласно данному подходу, население делится на пять групп по степени принятия новых технологий: новаторы, ранние последователи, раннее большинство, позднее большинство и отстающие.

Объединив два описанных выше подхода, представляется возможным идентифицировать группу потребителей, которая будет предъявлять спрос на технологию в первую очередь. Обладание подобным знанием позволит компаниям разрабатывать маркетинговые стратегии продвижения продуктов на рынке Интернета вещей. Подобный метод уже был использован в рамках исследований ряда ученых [18; 19].

Такой подход позволил сформировать портрет потребителя продуктов и услуг, созданных с применением технологий Интернета вещей. Использование данной методики позволило идентифицировать группу потребителей, для которых решения в области Интернета вещей представляют наибольший интерес в настоящее время, а также потенциальную группу потребителей в краткосрочной перспективе. Сочетание теоретических подходов позволило авторам перенести результаты обширного экспертного опроса Gartner на область другой теоретической концепции (жизненный цикл принятия технологии, для которого такие масштабные экспертные исследования не проводились) и проанализировать феномен Интернета вещей через эту призму.

3. Рынок Интернета вещей

На основе анализа различных практик (Gartner, IDC, McKinsey, Forrester, IoT Analytics, Ростелеком и т.д.) была составлена авторская классификация рынка Интернета вещей, в основе которой в качестве критерия выбран субъект рынка Интернета вещей – бизнес (промышленный Интернет вещей), потребители (потребительский сегмент Интернета вещей), государство (государственный сегмент Интернета вещей). Промышленный Интернет вещей охватывает различные отрасли экономики, где использование технологий Интернета вещей может радикально изменить бизнес-процессы, повысить производительность и операционную эффективность. Потребительский сегмент

Интернета вещей включает продуктовые решения, созданные на основе технологий Интернета вещей, используемые населением в повседневной жизни. Использование Интернета вещей в государственном сегменте нацелено, в первую очередь, на повышение общественной безопасности. Информационно-коммуникационные технологии отличаются междисциплинарностью и актуальностью во всех вышеупомянутых сегментах, включая облачные вычисления, большие данные, технологические платформы Интернета вещей, сенсорные технологии и др. Авторская классификация рынка Интернета вещей демонстрирует потенциальные перспективные сегменты внедрения технологий Интернета вещей.

Учитывая то, что цифровизация является одним из доминирующих трендов, влияющих на бизнес, в результате которого организационные подразделения предприятия интегрируются в единую сеть, многие процессы производства и администрирования могут управляться в режиме онлайн с использованием облачных вычислений и систем Интернета вещей в режиме реального времени. В соответствии с прогнозом, объем рынка Интернета вещей в бизнес-сегменте к 2020 году достигнет 5,4 млрд устройств [20; 21].

Промышленный Интернет вещей преобразует бизнес-процессы, повышает эффективность всей цепочки создания стоимости, что в конечном счете приводит к формированию новых бизнес-моделей и рынков. Основными направлениями применения технологий Интернета вещей являются эффективное управление поставками, грузовыми перевозками и активами, диагностика и телеметрия машин, управление запасами, контроль промышленной автоматизации, мониторинг оборудования в реальном времени и др. В соответствии с опросом, проведенным компанией Accenture [4], наибольший эффект от распространения промышленного Интернета вещей в России будет наблюдаться в следующих секторах: здравоохранение (данный сектор выделили 74% респондентов из России, представляющие разные отрасли экономики), промышленность (56%), энергетика (32%). В *таблице 1* представлены экономические эффекты от внедрения промышленного Интернета вещей в различных секторах экономики, включая промышленность, логистику, энергетика, добычу полезных ископаемых, сельское хозяйство, транспорт, строительство, финансы (составлено авторами на основе работ [22–26]).

Использование технологий Интернета вещей позволяет вывести производство на качественно новый уровень. В результате становится возможным интегрировать в производство гибкие производственные системы, а также цифровые системы управления, что упрощает управление производством, ускоряет его и значительно увеличивает его гибкость. В этой связи необходимо своевременно внедрять перспективные технологии, однако из-за высокой стоимости ноу-хау внедрение инноваций становится затруднительным, хотя и является ключевым вопросом. Также важно уделять достаточное внимание компетентности сотрудников и совершенствовать их навыки [27].

Максимальная автоматизация рутинных производственных операций (передовое производство) за счет внедрения систем промышленного Интернета вещей будет способствовать увеличению степени интеграции между участниками одной технологической цепочки (включая поставщиков, логистику, маркетинг, и даже вовлечь потребителей в производственный процесс, получая информацию от них в режиме реального времени) путем создания единого информационного поля. Это может повысить гибкость производства, скорость выпуска продукции на рынке, а также сократить затраты на оптимизацию. Развитие технологий промышленного Интернета вещей в России основано на профессиональных компетенциях специалистов в сфере разработки алгоритмов и программ. Это предоставляет широкие возможности для равного участия российских организаций в международных консорциумах и проектах в области Интернета вещей [28].

Существует множество примеров внедрения Промышленного Интернета вещей как на национальном уровне (например, внедрение интеллектуальных счетчиков в Германии [29]), так и на уровне предприятия (ERP-система для создания умной фабрики в V&R Industrial Automation в Австрии и др. [30]).

Интернет Вещей в потребительском сегменте способствует улучшению качества жизни за счет автоматизации многих повседневных операций, освобождения времени и предоставления новых возможностей, ранее недоступных для потребителей (таблица 2, составлено авторами на основе работ [25; 26; 31–43]). Создание беспилотных автомобилей – перспективное применение технологий Интернета вещей. Согласно прогнозам Hitachi, к 2020 году 90% новых автомобилей в Европе бу-

Таблица 1.

Экономические эффекты от внедрения технологий промышленного Интернета вещей

B2B (промышленный Интернет вещей)			
Промышленность	Логистика	Энергетика	Добыча полезных ископаемых
<ul style="list-style-type: none"> экономия эксплуатационных расходов на 2,5–5%, включая техническую поддержку; повышение скорости вывода продукта на рынок на 30%; снижение затрат, связанных с планированием и закупками, на 40%; увеличение производительности на 10–25%; снижение затрат на техническое обслуживание заводского оборудования на 40%; сокращение времени простоя оборудования на 50%; сокращение инвестиционных затрат на капитальное оборудование на 5%; снижение затрат на инвентаризацию на 20–50% 	<ul style="list-style-type: none"> снижение трудозатрат на 30%; сокращение времени обработки заказа на 30%; снижение затрат на ремонт на 12%; снижение общих расходов на обслуживание на 30%; сокращение времени простоя на 70% 	<ul style="list-style-type: none"> снижение спроса во время пиковой нагрузки на сеть на 2–4% 	<ul style="list-style-type: none"> экономия эксплуатационных расходов от повышения производительности на 5–10%; 3,7 трлн долл. экономия в глобальных эксплуатационных расходах на добычу полезных ископаемых до 2025 года
Сельское хозяйство	Транспорт	Строительство	Финансы
<ul style="list-style-type: none"> снижение стоимости повреждения транспортного средства на 25%, за счет предотвращения столкновений и повышения безопасности; внедрение передовых ирригационных систем и точного земледелия в 20–40% хозяйств; повышение урожайности на 10–20% за счет прецизионного применения удобрений и орошения 	<ul style="list-style-type: none"> экономия в размере 28 млн долл. за 10 лет за счет использования смарт-автобусов; экономия в размере 53 млн долл. за 10 лет за счет использования смарт-парковки; экономия топлива на 20–25%; сокращение количества аварий на 79%; сокращение времени ожидания автомобиля на 40%; сокращение времени поездки на 26% 	<ul style="list-style-type: none"> сокращение общих затрат на весь жизненный цикл проекта на 20% 	<ul style="list-style-type: none"> сокращение затрат на развертывание системы управления зданием и операционных расходов в офисах компаний из финансовой индустрии на 30%

дут подключены к Интернету (30% – в 2016 году). Комплементарными технологиями для беспилотных автомобилей становятся интеллектуальные транспортные системы, создаваемые для подобных транспортных средств. С 2011 года в Москве строится развитая интеллектуальная транспортная система, включающая управление техническими средствами регулирования и организации движения, контроль парковки, фото-видеосвязь нарушений правил дорожного движения, мониторинг параметров транспортного потока, контроль и регулирование организации движения [44].

Технологии «умного» дома направлены на обеспечение максимально комфортного размещения, безопасности и ресурсосбережения. Ожидается, что к 2022 году рынок «умного» дома достигнет

121,7 млрд долл., (среднегодовые темпы прироста – 14,1%) [45]. Сегмент «умного» дома включает следующие направления: управление освещением, безопасность и контроль доступа, управление системами отопления, вентиляции и кондиционирования, ИКТ-системы в области развлечения, медицинская помощь на дому, а также «умная» кухня.

Технологии Интернета вещей востребованы в сфере коммунальных услуг, и их использование позволяет снизить затраты на электроэнергию, водоотведение и отопление в рамках домашнего хозяйства. Такая экономия ресурсов оказывает положительное влияние на окружающую среду из-за сокращения количества потребляемых природных ресурсов, в том числе невозобновляемых.

**Экономические эффекты Интернета вещей
в потребительском сегменте**

Потребительский сегмент Интернета вещей (B2C)		
Умный город	Носимые интеллектуальные устройства, здравоохранение	«Умный» дом
<ul style="list-style-type: none"> сокращение среднего времени проезда на 10–20% за счет управления дорожным трафиком; снижение потребления воды на 10–20% и мониторинг возможных утечек с помощью интеллектуальных счетчиков и контроля спроса; снижение стоимости обработки отходов на 10–20%; экономия энергии на 60% за счет перехода на уличное освещение; снижение потерь при пользовании услуг водоотведения на 20%; сокращение уличной преступности на 30% 	<ul style="list-style-type: none"> снижение затрат при лечении хронических заболеваний на 10–20% за счет дистанционного мониторинга состояния здоровья; сокращение числа случаев подделки лекарств на 80–100%; экономия времени медицинского персонала на 0,5–1 час в день; экономический эффект от дистанционного мониторинга состояния здоровья пациентов с хроническими заболеваниями – 1,1 трлн долл. в год в 2025 году; снижение затрат от клинической или операционной неэффективности на 25% (около 100 млрд долл. в год); сокращение времени на ремонт подключенных устройств на 50%; сокращение затрат за счет использования дистанционного мониторинга на 2000 долл. для каждой задачи; сокращение числа вызовов специалистов по обслуживанию и ремонту оборудования на 20% 	<ul style="list-style-type: none"> снижение использования воды на 30–50%; уменьшение среднего счета на оплату расходов за водоотведение и использование воды на 50–90 долл.; снижение энергопотребления на 88%; переработка 96% строительных отходов; сокращение на 30–50% расходов на оплату электроэнергии (дополнительно 198 долл. в год или 16,5 долл. в месяц)
Торговля и ремонт	Спорт, отдых, развлечения	Образование
<ul style="list-style-type: none"> рост продаж на 1,5–7%; точность инвентаризации – 99,5%; сокращение запасов на 50% 	<ul style="list-style-type: none"> снижение операционных расходов на 25% 	<ul style="list-style-type: none"> уменьшение оплаты за использование электроэнергии в школах на 60%

К 2050 году прогнозируется увеличение спроса на водные ресурсы на 55%. Спрос на энергоресурсы также увеличится на 37% к 2040 году [46]. В связи с этим потребность в ресурсосберегающих и энергоэффективных технологиях становится все более острой с каждым годом.

Еще одним преимуществом от использования технологий Интернета вещей в области жилищно-коммунального хозяйства является экономия времени на оформление документов (заполнение квитанций, сбор информации о ежемесячных расходах на воду и электроэнергию). Решение проблемы сбора данных для повторяющихся рутинных транзакций возможно благодаря созданию «умных» счетчиков (счетчики воды, электроэнергии, тепла), подключенных к системе Интернета вещей и способных отправлять уведомления об оплате на смартфон [44].

Дополнительная возможность управления энергопотреблением связана с «умными» бытовыми приборами (стиральными и посудомоечными машинами, сушилками и др.). Благодаря исполь-

зованию встроенных датчиков и приложений Интернета вещей становится возможным автоматическое включение этих приборов в период действия минимальных ежедневных тарифов. Кроме того, «умные» приборы могут уведомить владельца о нежелательном запуске в случае применения максимальной ставки.

Многочисленные «умные» приложения для домашних систем требуют дальнейшего совершенствования в связи с наличием проблем в области обеспечения безопасности, связанных с потреблением энергии, маркетингом и совместимостью устройств. Кроме того, необходимо в дальнейшем проводить исследования и разработки в области устройств Интернета вещей и ИТ-инфраструктуры по практическому использованию встроенных датчиков нового поколения, которыми оснащены электрические устройства, о чем свидетельствуют исследования ряда ученых (например, [47]).

В свою очередь, технологии Интернета вещей в городской среде направлены на разработку инновационных решений для инфраструктуры, энергосбе-

режения, строительства и организации общественного пространства. Подключение установленных датчиков на транспортных средствах и дорогах позволяет контролировать движение в реальном времени. Кроме того, развитие подобной городской инфраструктуры увеличивает вероятность обнаружения похищенных автомобилей. В будущем информация о состоянии дорожного трафика и дорожной системы в целом (качество дорожной инфраструктуры и др.) будет генерироваться интеллектуальными транспортными системами и передаваться в транспортные средства. Это будет средством функционирования системы городского транспорта и приведет к сокращению перегрузок на ряде городских магистралей, уменьшению выбросов углекислого газа и др.

Таким образом, перспективность развития концепции «умного» города признается в ряде государств. Так, стратегическое направление «Умная городская мобильность», разработанное в рамках инициативы Сингапура «Smart Nation», является ярким примером внедрения технологий Интернета вещей. Реализация проектов направлена на совершенствование системы общественного транспорта в результате внедрения цифровых технологий и использования данных, собираемых различными устройствами [48]. В Сингапуре развитие Интернета вещей стимулируется путем предоставления доступа компаниям, занимающихся разработкой программного обеспечения, к системе датчиков, развернутых по всему городу. В результате данные, платформы Интернета вещей и программные интерфейсы приложений (APIs) становятся открытыми и позволяют создавать инновационные продукты и услуги в экосистеме Интернета вещей.

Технология Интернета вещей в здравоохранении способна оказать огромное влияние не только на качество предоставляемых медицинских услуг, но и расширить возможности современной медицины. Использование сенсоров способно на ранних стадиях выявить заболевание, в частности, для диагностики острых респираторных инфекций с помощью «карманных» биосенсоров, что приведет к уменьшению затрат на лечение и снижению потерь от нетрудоспособности. Технологии Интернета вещей в здравоохранении направлены на формирование устойчивого спроса на новое качество жизни. За счет медицинских биотехнологий и услуг персонализированной медицины возможно существенное увеличение продолжительности жизни населения, а также достижение значительных успехов

в лечении онкологических, сердечно-сосудистых и инфекционных заболеваний [46].

Интернет вещей открывает новые возможности в сферах ритейла и финансов. На основе мониторинга информации о передвижениях товаров благодаря «умной» упаковке с меткой радиочастотной идентификации (Radio Frequency Identification, RFID) производители смогут более эффективно выстраивать свои маркетинговые стратегии (разрабатывать различные программы лояльности и увеличения среднего чека, а также индивидуальные предложения для клиентов).

Существенное влияние Интернет вещей оказывает на степень проникновения финансовых услуг за счет использования бесконтактных платежей, осуществляемых посредством технологии беспроводной высокочастотной связи малого радиуса действия (до 10 см) — NFC (Near Field Communication), поддерживаемой смартфоном. Кроме того, в банковской сфере также возможно углубление кастомизации и индивидуализация предложений услуг на основе анализа данных, консолидируемых в результате развития технологий Интернета вещей.

В настоящее время Интернет вещей меняет представление о медиа и сфере развлечений за счет использования технологий виртуальной и дополненной реальности. Совершенствование качества услуг связи открывает возможность использования медиа с высоким разрешением в любое время и при любых обстоятельствах. Виртуальная реальность, доступная через мобильные устройства и приложения, затрагивает почти все социальные практики, становясь не только популярным способом социального взаимодействия, но и одной из форм развлечений. Технологии виртуальной и дополненной реальности предполагают погружение пользователя в контент, получение обратной связи от пользователя на основе анализа его эмоций: будут разрабатываться проекты, в рамках которых будет возможность действовать внутри фильма, выбирать место или героя от имени рассказчика. Технологии виртуальной и дополненной реальности наиболее широко применяются в потребительском сегменте (54%), а доля государственного и бизнес-сегмента составляет всего 46% [49].

Новое направление разработки концепции Интернета вещей — социальный Интернет вещей (Social Internet of Things, SIoT), основанный на интеграции Интернета вещей и концепции социальных сетей. Синтез двух этих направлений име-

ет потенциал для поддержки новых приложений и сетевых сервисов для Интернета вещей более эффективными способами. Кроме того, взаимодействие «умных» устройств в рамках SIoT напоминает поведенческие паттерны людей в социальных сетях: «умные» устройства способны устанавливать социальные связи и общаться друг с другом. Это возможно благодаря модели Search Social Internet of Things (SSIoT), поскольку поисковая система служит в качестве среды между двумя элементами интеграции. Соответственно, SSIoT существенно влияет на возможности и спецификации SIoT, но в то же время способствует ускорению распространения вредоносного кода, что подчеркивается в исследовании [50].

Новая парадигма SIoT имеет большой потенциал для приложений Интернета вещей и различных сетевых сервисов, которые повышают эффективность и скорость разработки и распространения этой инновации. Были идентифицированы типы и характеристики социальных отношений, которые могут быть установлены технологиями в SIoT: отношения OOR (Ownership Object Relationship – отношения с объектами собственности), отношения SOR (Social Object Relationship – социальные отношения) и отношения C-WOR (Co-work object relationship – совместная работа). В соответствии с различными типами отношений SIoT будет иметь различную архитектуру, мобильность и масштабируемость [51].

В дополнение «умные» устройства предоставляют возможность перенести реальность в виртуальное измерение в режиме онлайн-защиты. В экосистеме Интернета вещей смарт-устройства способны не только быть частью социальной сети людей, но и создавать собственную «социальную» сеть. В дальнейшем это будет способствовать разработке новых эффективных сервисов и приложений для людей, что послужило стимулом для создания новой концепции – Web of Things. Эта парадигма предназначена для автоматической публикации различной информации и данных на сайтах социальных сетей. Однако главная проблема данной концепции заключается в сложности управления многочисленными устройствами и архитектурой веб-приложений [52].

В последнее время наблюдается активное развитие **государственного сегмента Интернета вещей**. Одной из наиболее эффективных систем электронного предоставления услуг в государственном сегменте Интернета вещей является платформа

X-Road в Эстонии, благодаря которой граждане могут выполнять практически любую операцию [53]. Кибербезопасность X-Road основана на технологии блокчейн (KSI blockchain), которая позволяет отслеживать любое взаимодействие с системой [54]. Интероперабельность Интернета вещей и блокчейна позволит улучшить безопасность IoT-устройств, а также увеличит масштабируемость системы Интернета вещей и скорость взаимодействия включенных в нее устройств. В настоящее время планируется привлечь малый и средний бизнес для использования платформы, а также расширить границы использования технологий за счет привлечения бизнеса и населения [55].

Для дальнейшего развития технологий Интернета вещей необходимо решить ряд проблем в различных областях. Прежде всего, следует совершенствовать ИКТ-инфраструктуру, а также внедрять механизмы государственной поддержки адаптации новых технологий. Например, в Великобритании IoTUK Boost запустила программу, направленную на развертывание сетей Интернета вещей, которые могут быть использованы малыми и средними предприятиями [56]. Успешным примером развертывания Интернет-инфраструктуры является Эстония, где международный оператор Интернета вещей Sigfox создал национальную сеть для устройств Интернета вещей, доступ к которой планируется обеспечить для всего населения Эстонии.

В связи со стремительно развивающимся процессом цифровизации компаниям необходимо пересмотреть формы партнерства, расширить доступ к информации и обеспечить новый уровень децентрализации рабочей среды. Для более эффективного взаимодействия между сотрудниками потребуются новые типы организационных структур на уровне предприятий, в том числе на платформенных технологиях. Кроме того, необходимо разработать и внедрить новые стандарты взаимодействия и обеспечения кибербезопасности [21; 57].

Несмотря на динамичное развитие технологий Интернета вещей и положительные результаты от его внедрения в настоящее время отсутствует консенсус в отношении концепции экосистемы Интернета вещей. До сих пор нерешенным вопросом остается проблема стандартизации в области Интернета вещей, причем необходимо разрабатывать не только технические стандарты, но и нормативно-правовые. В результате увеличения количества пользователей также будет расширяться разнообра-

зие механизмов и сценариев их использования. Необходимо учитывать эволюцию Интернета вещей в связи с функциональной совместимостью человеческой деятельности и электронных устройств. Текущее состояние дел связано с решением ряда проблем и проведением исследований, как социальных, экономических, так и технологических [58].

Развитие Интернета вещей неразрывно связано с необходимостью повысить доверие потребителей к новым инновационным продуктам и услугам, основанным на конфиденциальности и безопасности данных, создаваемых с помощью различных устройств [59]. Значительной инициативой в этом направлении является деятельность Международного союза электросвязи (МСЭ). В 2012 году МСЭ представил Рекомендацию ITU-T Y.2060 с целью разработать стандарты в области Интернета вещей. В этом документе раскрываются определение (понятие) Интернета вещей и сфера его использования, идентифицируются ключевые характеристики, особенности и недостатки технологии, формируется эталонная модель Интернета вещей. Также представлены модели экосистем и бизнеса. Таким образом, реализация этих стандартов может привести к унификации требований, функциональной совместимости «умных» устройств, расширению сферы применения технологии и решению проблемы гетерогенности в вычислительных системах [60].

Для устранения препятствий в развитии Интернета вещей различные международные организации разрабатывают рекомендации и стандарты в этой области. Так, CSA Mobile Working Group разработала Руководство по безопасности в области Интернета вещей с учетом специфики внедрения технологий Интернета вещей в различных секторах экономики. В основу документа были положены исследования данных и архитектур в разных отраслях промышленности и проверки мер безопасности. Во избежание дублирования предпринимались действия по их выявлению, а также по согласованию деятельности рабочих групп различных секторов [59].

Общемировой практикой является объединение усилий, направленных на стимулирование инноваций путем формирования глобальных добровольных стандартов, разработанных регулирую-

щими органами или отраслевыми консорциумами, необходимых для обеспечения функциональной совместимости и развития экосистемы Интернета вещей. Среди основных характеристик консорциумов можно выделить прототипирование и увеличение масштабов производства в качестве основного направления деятельности, сетевой принцип взаимодействия, самообслуживаемый (после окончания бюджетного финансирования) вид деятельности, основанный на сотрудничестве бизнеса (включая малые и средние предприятия), научных и образовательных организаций. В марте 2014 года при участии Intel, IBM, Cisco, GE и AT&T был создан Консорциум промышленного Интернета (Industrial Internet Consortium, ИС), объединяющий организации с целью развития и распространения промышленного Интернета вещей путем выявления, сбора информации и обмена передовым опытом¹.

В России также был создан консорциум – Национальная ассоциация участников рынка промышленного Интернета (НАПИ)², среди членов которого преобладают представители сферы информационных технологий (55,6%), но также присутствуют представители таких секторов, как телекоммуникации, космическая деятельность, электрическое оборудование и коммерческие услуги (по 11,1%). Это свидетельствует о востребованности технологий Интернета вещей в различных секторах экономики.

Анализ членов Консорциума промышленного Интернета вещей наглядно демонстрирует те сектора мировой экономики, которые уже проявляют интерес к решениям на основе технологий Интернета вещей. В дополнение к ИТ-компаниям научные организации, исследовательские и консалтинговые компании также участвуют в разработке и стандартизации Интернета вещей. В отличие от зарубежного консорциума, анализируемого в рамках исследования, российские научные организации не являются участниками НАПИ. В связи с этим авторы хотели бы рекомендовать включаться в работу по разработке и стандартизации Интернета вещей в рамках российского консорциума как научным организациям, так и компаниям из других секторов (энергетики, финансов, машиностроения и др.), с целью сбалансированного развития Интернета вещей в России.

¹ <https://www.iiconsortium.org/members.htm>

² <http://iotunion.ru/en/uchastniki?limitstart=0>

4. Перспективы развития Интернета вещей

В рамках анализа Интернета вещей со стороны предложения необходимо решить один из актуальных вопросов: каким образом компании, осуществляющие экономическую деятельность в области Интернета вещей, могли бы преуспеть в дальнейшем продвижении продуктов и услуг на основе технологий Интернета вещей. С этой целью была исследована взаимосвязь между двумя теоретическими концепциями (жизненный цикл технологии на основе модели Gartner и жизненный цикл принятия обществом новых технологий), которая позволяет вывить наиболее релевантную целевую группу потребителей продуктов и услуг в области Интернета вещей.

Сравнение двух вышеупомянутых концепций [18; 19] показывает, что решения в области Интернета вещей привлекают потребителей, относящихся к группе ранних последователей, для которых преимущества от использования технологии Интернета вещей являются значимыми, и они готовы использовать устройства Интернета вещей для удовлетворения своих потребностей. Поскольку ранние последователи зачастую используют свою собственную интуицию при принятии решений о приобретении продуктов и услуг, основанных на новых технологиях, они играют ключевую роль в открытии любого нового сегмента рынка цифровых технологий. В соответствии с концепцией жизненного цикла принятия новых технологий существует непростая задача – преодолеть так называемый «разрыв» и привлечь группу «раннего большинства» в использовании решений, основанных на технологиях Интернета вещей.

Заключение

Скорость и эффективность разработки технологий Интернета вещей в течение следующих 15 лет в значительной степени зависят от дальнейшего распространения фиксированной и мобильной широкополосной связи, а также снижения стоимости подключенных устройств [5; 28]. Кроме того, расширение потенциала Интернета вещей возможно благодаря развитию и использованию технологий обработки и анализа больших данных, генерируемых различными датчиками и подключенными устройствами. Навыки анализа данных являются ключевой компетенцией в будущем. В этой связи существует возможность возрастания

социального неравенства: часть населения будет широко использовать новые возможности, открываемые посредством внедрения технологий Интернета вещей, улучшающих их качество жизни, в то время как для других эти преимущества будут недоступны [46].

В рамках дальнейших исследований в данной предметной области представляется актуальным составить социально-психологические портреты потребителей для каждого сегмента рынка Интернета вещей, проанализированных в настоящем исследовании. Идентификация этих групп потребителей будет востребована отделами маркетинга и развития бизнеса в компаниях, провайдерами платформ и приложений Интернета вещей, а также государством.

Следует отметить, что часть населения не замечает, как технологии Интернета вещей постепенно становятся частью их повседневной жизни. Уже сейчас, приобретая новые апартаменты, потребители зачастую получают новое жилье с встроенными решениями Интернета вещей, направленными на экономию потребляемой электроэнергии и воды. Необходимо информировать население о новых возможностях, возникающих в результате использования устройств Интернета вещей для стимулирования спроса на них со стороны как бизнеса, так и населения.

Также необходимо отметить, что технология Интернета вещей, будучи одной из ключевых технологий четвертой промышленной революции, аналогично предыдущим промышленным революциям влияет на рынок труда. Последний аспект может быть перспективной областью для дальнейших исследований. С одной стороны, растет спрос на высококвалифицированных специалистов, особенно в области облачных вычислений, больших данных и т.д. Но, с другой стороны, распространение Интернета вещей приводит к снижению спроса на низкоквалифицированную рабочую силу. Для решения возникающих социальных проблем необходимо реализовывать программы по повышению квалификации сотрудников как на государственном уровне, так и на микроуровне (уровне предприятий). Поэтому необходимо расширять прием студентов университетами на направления в области ИКТ, открывать новые программы, готовящих как бакалавров, так и магистров в области Интернета вещей, облачных вычислений, больших данных, распределенных вычислений и других «сквозных» цифровых технологий. Например, в США

более полумиллиона студентов со специальностью STEM (наука, технология, инженерия и математика) ежегодно выпускаются учебными заведениями, в Китае — 4,7 млн студентов [61]. Кроме того, на микроуровне компаниям необходимо совершенствовать навыки сотрудников, чтобы оставаться конкурентоспособными на современных динамично меняющихся рынках. ■

Литература

1. Internet of Things technology market by node component (processor, sensor, connectivity IC, memory device, and logic device), network infrastructure, software solution, platform, service, end-use application, and geography – Global forecast to 2022 / Markets and Markets, 2017. [Электронный ресурс]: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/iot-application-technology-market-258239167.html> (дата обращения 30.01.2018).
2. Индустриальный Интернет вещей: Революционные изменения в промышленности // Глобальные технологические тренды. 2016. № 10. [Электронный ресурс]: https://issek.hse.ru/data/2016/11/15/1110389295/%D0%98%D0%A2%D0%A2_10_2016.pdf (дата обращения 08.12.2017).
3. Digital globalization: The new era of global flows. Report, McKinsey Global Institute, February 2016 / J. Manyika [et al.]. [Электронный ресурс]: www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/digital-globalization-the-new-era-of-global-flows (дата обращения 25.12.2017).
4. Winning the Industrial Internet of Things. How to accelerate the journey to productivity and growth / Accenture, 2015. [Электронный ресурс]: https://www.accenture.com/us-en/~media/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Digital_1/Accenture-Industrial-Internet-of-Things-Positioning-Paper-Report-2015.pdf (дата обращения 11.01.2018).
5. OECD digital economy outlook 2015. Paris: OECD Publishing, 2015. [Электронный ресурс]: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en> (дата обращения 10.12.2017).
6. Schoenberger C., Upbin B. The internet of things // Forbes, 18 March 2002. [Электронный ресурс]: <http://www.fbcoverup.com/docs/library/2002-03-18-The-internet-of-things-by-Chana-Schoenberger-and-Bruce-Upbin-FORBES-Mar-18-2002.pdf> (дата обращения 10.12.2017).
7. Gershenfeld N., Krikorian R., Cohen D. The Internet of Things. The principles that gave rise to the Internet are now leading to a new kind of network of everyday devices, an “Internet-0” // Scientific American. 2004. No. 10. P. 76–81. [Электронный ресурс]: http://fab.cba.mit.edu/classes/S62.12/docs/Cohen_Internet.pdf (дата обращения 25.12.2017).
8. On the interplay of Internet of Things and Cloud Computing: A systematic mapping study / E. Cavalcante [et al.] // Computer Communications. 2016. Vol. 89–90. P. 17–33.
9. Park H., Kim H., Joo H., Song J. Recent advancements in the Internet-of-Things related standards: A oneM2M perspective // ICT Express. 2016. Vol. 2. No. 3. P. 126–129.
10. Exploiting smart e-Health gateways at the edge of healthcare Internet-of-Things: A fog computing approach / A.M. Rahmani [et al.] // Future Generation Computer Systems. 2017. Vol. 78. No. 2. P. 641–658.
11. Bello O., Zeadally S., Badra M. Network layer inter-operation of Device-to-Device communication technologies in Internet of Things (IoT) // Ad Hoc Networks. 2017. No. 57. P. 52–62.
12. Gartner’s 2015 Hype Cycle for emerging technologies identifies the computing innovations that organizations should monitor / Gartner, 2015. [Электронный ресурс]: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217> (дата обращения 10.12.2017).
13. Weber R.H., Studer E. Cybersecurity in the Internet of Things: Legal aspects // Computer Law & Security Review. 2016. Vol. 32. No. 5. P. 715–728.
14. Utterback J.M., Abernathy W.J. A dynamic model of process and product innovation // Omega. 1975. Vol. 3. No. 6. P. 639–656.
15. Fenn J., Raskino M. Understanding Gartner’s Hype Cycles, 2011 / Gartner, 2011. [Электронный ресурс]: <https://www.gartner.com/doc/1748018/understanding-gartners-hype-cycles-> (дата обращения 09.12.2017).
16. Technology-related insights for your critical business decisions. Gartner Research Methodologies / Gartner, 2017. [Электронный ресурс]: http://www.gartner.com/imagesrv/research/methodologies/gartner_methodologies.pdf (дата обращения 10.12.2017).
17. Beal G.M., Bohlen J.M. The diffusion process // Iowa State College. Special report No. 18. 1957. [Электронный ресурс]: <https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1015&context=specialreports> (дата обращения 19.12.2017).
18. Banerjee U. How experts explain technology adoption cycle / WordPress.com. Technology Trend Analysis, 2012. [Электронный ресурс]: <https://setandbma.wordpress.com/2012/05/28/technology-adoption-shift/> (дата обращения 20.12.2017).
19. Rao S.V., Cohen M.G. Staying ahead of the curve // Cardiovascular Revascularization Medicine. 2014. Vol. 15. No. 4. P. 193–194.
20. Internet of Things / Cisco, 2016. [Электронный ресурс]: <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/se/internet-of-things/at-a-glance-c45-731471.pdf> (дата обращения 18.12.2017).
21. State of the market. Internet of Things 2016 / Verizon, 2016. [Электронный ресурс]: <https://www.verizon.com/about/sites/default/files/state-of-the-internet-of-things-market-report-2016.pdf> (дата обращения 25.12.2017).
22. Smart production. Finding a way forward: how manufacturers can make the most of the Industrial Internet of Things / Accenture, 2016. [Электронный ресурс]: https://www.accenture.com/t20160119T041002Z__w_/us-en/_acnmedia/PDF-5/Accenture-804893-Smart-Production-POV-Final.pdf (дата обращения 25.12.2017).
23. Disruptive technologies: The Benefits of Digital Manufacturing / CIMdata, 2002. [Электронный ресурс]: <https://www.cimdata.com/newsletter/2009/25/01/25.01.01.htm> (дата обращения 24.10.2017).

24. Ezell S. IoT and smart manufacturing / 2016. [Электронный ресурс]: http://www2.itif.org/2016-ezell-iot-smart-manufacturing.pdf?_ga=1.261819661.1089858538.1464487061 (дата обращения 17.12.2017).
25. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy / J. Manyika [et al.]. [Электронный ресурс]: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies> (дата обращения 25.12.2017).
26. Robinson A. How the IoT platform fixes problems in today's logistics industry / Cerasis, 2016. [Электронный ресурс]: <https://cerasis.com/2016/05/02/iot-platform/> (дата обращения 09.12.2017).
27. 2016 Trends in the Internet of Things / 451 Research, 2015. [Электронный ресурс]: <https://451research.com/search?keyword=%222016+Trends+in+the+Internet+of+things%22> (дата обращения 09.12.2017).
28. The Industrial Internet of Things. Why it demands not only new technology – but also a new operational blueprint for your business / PwC, 2016. [Электронный ресурс]: <https://www.pwc.com/ru/en/kiadvanyok/assets/pdf/industrial-internet-of-things.pdf> (дата обращения 25.12.2017).
29. Reforming the German energy sector / Metering & Smart Energy International, 2017. [Электронный ресурс]: <https://www.metering.com/magazine-article/reforming-german-energy-sector/> (дата обращения 24.04.2018).
30. Smart Factory: Industry 4.0 @ B&R / Industrial Internet Consortium, 2016. [Электронный ресурс]: http://www.iiconsortium.org/pdf/BR_Case_Study.pdf (дата обращения 24.04.2018).
31. Home automation safety, security, savings / My Alarm Center, 2012. [Электронный ресурс]: http://www.loversiq.com/daut/as/m/v/vashos-green-roofed-and-energy-efficient-rd-house-blends-into-a-home-automation-infographic-efficiency-design-sustainable_green-building-home-designs_home-decor_linen-home-decor-decorators-collection-_797x5636.jpg (дата обращения 10.12.2017).
32. Michelsen C. Smart home test shows 88% reduction in household power consumption / 2012. [Электронный ресурс]: <https://cleantechnica.com/2012/08/07/smart-home-test-shows-88-reduction-in-household-power-consumption/> (дата обращения 09.12.2017).
33. The many faces of IoT (Internet of Things) in healthcare / General Electric Company, 2012. [Электронный ресурс]: <https://image.slidesharecdn.com/themanyfacesofiotinhealthcareslideshare-141112104650-conversion-gate02/95/the-many-faces-of-iot-internet-of-things-in-healthcare-11-638.jpg?cb=1416371687> (дата обращения 17.12.2017).
34. Aoun C. The smart city cornerstone: Urban efficiency / 2013. [Электронный ресурс]: [https://www.ogcio.gov.hk/en/news/consultations/d21_submission_2013/doc/079_SchneiderElectric_\(Annex\).pdf](https://www.ogcio.gov.hk/en/news/consultations/d21_submission_2013/doc/079_SchneiderElectric_(Annex).pdf) (дата обращения 22.12.2017).
35. The Internet of Things is now, connecting the real economy / Morgan Stanley (2014). [Электронный ресурс]: <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/internet-things-retail-industry//> (дата обращения 09.12.2017).
36. Honda smart home US / Honda, 2015. [Электронный ресурс]: http://thumbnails-visually.netdna-ssl.com/honda-smart-home-us_53333797b44ff_w1500.jpg (дата обращения 10.12.2017).
37. Chamberlin B. Healthcare Internet of Things: 18 trends to watch in 2016 / IBM Center for Applied Insights, 2016. [Электронный ресурс]: <https://ibmcai.com/2016/03/01/healthcare-internet-of-things-18-trends-to-watch-in-2016/> (дата обращения 25.12.2017).
38. Smart cities and the Internet of Things / Hewlett Packard, 2016. [Электронный ресурс]: <https://h20195.www2.hp.com/V2/getpdf.aspx/4AA6-5129ENW.pdf> (дата обращения 10.12.2017).
39. Sellebraten M. Smart cities could cut costs by 30% with open IoT standards / 2016. [Электронный ресурс]: <https://enterpriseiotinsights.com/20160505/smart-cities/smart-cities-cut-costs-tag29> (дата обращения 25.12.2017).
40. Thompson J. (2016) Baseball stadium uses IoT to reduce operational costs by 25 percent / 2016. [Электронный ресурс]: <https://www.engineering.com/IOT/ArticleID/13095/Baseball-Stadium-Uses-IoT-to-Reduce-Operational-Costs-by-25-Percent.aspx> (дата обращения 25.12.2017).
41. Varian Medical Systems case study / 2016. [Электронный ресурс]: <https://www.ptc.com/en/case-studies/varian-medical-systems> (дата обращения 27.12.2017).
42. Internet of Things – Taking digital world by storm / 2017. [Электронный ресурс]: <http://www.eyebriidge.in/blog/internet-of-things-taking-digital-world-by-storm/> (дата обращения 18.12.2017).
43. How to save water using smart home technology / HomeSelfe, 2017. [Электронный ресурс]: <http://www.homeselfe.com/save-water-using-smart-home-technology> (дата обращения: 09.12.2017).
44. Мир, в котором все включено // Ростелеком ПРО. 2015. № 3 (18). С. 38–41.
45. Smart home market by product (lighting control (timer, daylight sensor, occupancy sensor), security & access control, HVAC, entertainment, home healthcare and smart kitchen), software & service (behavioral, proactive), and geography – Global forecast to 2022 / Markets and Markets (2016). [Электронный ресурс]: <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-homes-and-assisted-living-advanced-technologie-and-global-market-121.html> (дата обращения 10.12.2017).
46. OECD science, technology and innovation outlook 2016. Paris: OECD Publishing, 2016. [Электронный ресурс]: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2016_sti_in_outlook-2016-en (дата обращения 10.12.2017).
47. A review of smart home applications based on Internet of Things / M. Alaa [et al.] // Journal of Network and Computer Applications. 2017. Vol. 97. P. 48–65.
48. Smart nation. Strategic national projects / Smart Nation and Digital Government Office, 2018. [Электронный ресурс]: <https://www.smartnation.sg/about/Smart-Nation> (дата обращения 15.05.2018).
49. Virtual & augmented reality: Understanding the race for the next computing platform / Goldman Sachs // Equity Research. 13 January 2016. [Электронный ресурс]: <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf> (дата обращения 25.12.2017).

50. Search engine: The social relationship driving power of Internet of Things / C. Fu [et al.] // Future Generation Computer Systems (in press). [Электронный ресурс]: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X17307884?via%3Dihub> (дата обращения 26.04.2018).
51. Atzori L., Iera A., Morabito G., Nitti M. The Social Internet of Things (SIoT) – When social networks meet the Internet of Things: Concept, architecture and network characterization // Computer Networks. 2012. Vol. 56. No. 16. P. 3594–3608.
52. Atzori L., Carboni D., Iera A. Smart things in the social loop: Paradigms, technologies, and potentials // Ad Hoc Networks. 2014. No. 18. P. 121–132.
53. X-Road / e-Estonia, 2018. [Электронный ресурс]: <https://e-estonia.com/solutions/interoperability-services/x-road/> (дата обращения 23.04.2018).
54. KSI blockchain / e-Estonia, 2018. [Электронный ресурс]: <https://e-estonia.com/solutions/security-and-safety/ksi-blockchain/> (дата обращения 23.04.2018).
55. Internet of Things. The new government to business platform. A review of opportunities, practices, and challenges / The World Bank Group, 2017. [Электронный ресурс]: <http://documents.worldbank.org/curated/en/610081509689089303/pdf/120876-REVISED-WP-PUBLIC-Internet-of-Things-Report.pdf> (дата обращения 24.04.2018).
56. IoTUK Boost 2017. Accelerating internet of things innovation with access to LPWAN testbeds across the UK with IoTUK boost / IoTUK, 2016. [Электронный ресурс]: <https://iotuk.org.uk/iotuk-boost-2017/> (дата обращения 24.04.2018).
57. Unlocking the potential of the Internet of Things / J. Manyika [et al.]. [Электронный ресурс]: <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>, дата обращения 25.12.2017.
58. Shin D. A socio-technical framework for Internet-of-Things design: A human-centered design for the Internet of Things // Telematics and Informatics. 2014. Vol. 31. No. 4. P. 519–531.
59. Security guidance for early adopters of the Internet of Things (IoT) / Cloud Security Alliance, 2015. [Электронный ресурс]: https://downloads.cloudsecurityalliance.org/whitepapers/Security_Guidance_for_Early_Adopters_of_the_Internet_of_Things.pdf (дата обращения 24.04.2018).
60. Recommendation ITU-T Y.2060. Overview of the Internet of Things / ITU (2012). [Электронный ресурс]: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I> (дата обращения 26.04.2018).
61. РИА (2017) Квантовая гонка вооружений: Китай пошел на обгон США. [Электронный ресурс]: <https://ria.ru/analytics/20170511/1494076882.html> (дата обращения 25.12.2017).

The impact of the Internet of Things technologies on economy

Mariya S. Tokareva

*Expert, Department of Digital Economy Research
Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge
National Research University Higher School of Economics
Address: 20, Myasnitskaya Street, Moscow, 101000, Russia
E-mail: mtokareva@hse.ru*

Konstantin O. Vishnevskiy

*Head of Department of Digital Economy Research
Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge
National Research University Higher School of Economics
Address: 20, Myasnitskaya Street, Moscow, 101000, Russia
E-mail: kvishnevsky@hse.ru*

Ludmila P. Chikhun

*Associate Professor, Faculty of Economics
Lomonosov Moscow State University
Address: 1, build. 46, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia
E-mail: chihun@mail.ru*

Abstract

This study presents the analysis of one of the major contemporary transformational forces – the Internet of Things (IoT), which significantly influences the future development of all spheres of life. The purpose of the research is to identify the potential economic effects of IoT implementation in different markets. To achieve this goal, the following tasks are consistently solved in the study: identification and classification of the main IoT applications markets; detection, assessment and analysis of the economic effects of the IoT in the selected segments within the proposed classification; formation of future directions of IoT development. Based on the combination of such methodological approaches as technology life cycle and technology adoption life cycle, perspectives of the IoT development are set out. The technology life cycle is viewed through the prism of the methodology of the research company Gartner (the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies), based on establishing a consensus among a wide range of assessments of leading experts in the field of information and communication technologies. Comparison of the two methods and expert assessments allows us to conclude that, according to the methodology of technology adoption life cycle, the Internet of Things is of interest only for a group of “early adopters.”

Key words: Internet of Things; information and telecommunication technologies; technology life cycle; technology adoption life cycle; digitalization; smart things; globalization.

Citation: Tokareva M.S., Vishnevskiy K.O., Chikhun L.P. (2018) The impact of the Internet of Things technologies on economy. *Business Informatics*, no. 3 (45), pp. 62–78. DOI: 10.17323/1998-0663.2018.3.62.78.

References

1. Markets and Markets (2017) *Internet of Things technology market by node component (processor, sensor, connectivity IC, memory device, and logic device), network infrastructure, software solution, platform, service, end-use application, and geography – Global forecast to 2022*. Available at: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/iot-application-technology-market-258239167.html> (accessed 30 January 2018).
2. ISSEK HSE (2016) Industrial'nyy Internet veshchey: Revolyutsionnyye izmeneniya v promyshlennosti [Industrial Internet of Things: Revolutionary changes in industry]. *Global Technological Trends*, no. 10. Available at: https://issek.hse.ru/data/2016/11/15/1110389295/%D0%98%D0%9A%D0%A2_10_2016.pdf (accessed 08 December 2017) (in Russian).
3. Manyika J., Lund S., Bughin J., Woetzel J., Stamenov K., Dhingra D. (2016) *Digital globalization: The new era of global flows. Report, McKinsey Global Institute, February 2016*. Available at: www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/digital-globalization-the-new-era-of-global-flows (accessed 25 December 2017).
4. Accenture (2015) *Winning the Industrial Internet of Things. How to accelerate the journey to productivity and growth*. Available at: https://www.accenture.com/us-en/~media/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Digital_1/Accenture-Industrial-Internet-of-Things-Positioning-Paper-Report-2015.pdf (accessed 11 January 2018).
5. OECD (2015) *OECD digital economy outlook 2015*. Paris: OECD Publishing. Available at: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en> (accessed 10 December 2017).
6. Schoenberger C., Upbin B. (2002) The internet of things. *Forbes*, 18 March 2002. Available at: <http://www.fbcoverup.com/docs/library/2002-03-18-The-internet-of-things-by-Chana-Schoenberger-and-Bruce-Upbin-FORBES-Mar-18-2002.pdf> (accessed 10 December 2017).
7. Gershenfeld N., Krikorian R., Cohen D. (2004) The Internet of Things. The principles that gave rise to the Internet are now leading to a new kind of network of everyday devices, an “Internet-0”. *Scientific American*, no. 10, pp. 76–81. Available at: http://fab.cba.mit.edu/classes/S62.12/docs/Cohen_Internet.pdf (accessed 25 December 2017).
8. Cavalcante E., Pereira J., Alves M.P., Maia P., Moura R., Batista T., Delicato F.C., Pires P.F. (2016) On the interplay of Internet of Things and Cloud Computing: A systematic mapping study. *Computer Communications*, vol. 89–90, pp. 17–33.
9. Park H., Kim H., Joo H., Song J. (2016) Recent advancements in the Internet-of-Things related standards: A oneM2M perspective. *ICT Express*, vol. 2, no. 3, pp. 126–129.
10. Rahmani A.M., Gia T.N., Negash B., Anzanpour A., Azimi I., Jiang M., Liljeberg P. (2017) Exploiting smart e-Health gateways at the edge of healthcare Internet-of-Things: A fog computing approach. *Future Generation Computer Systems*, vol. 78, no. 2, pp. 641–658.
11. Bello O., Zeadally S., Badra M. (2017) Network layer inter-operation of Device-to-Device communication technologies in Internet of Things (IoT). *Ad Hoc Networks*, no. 57, pp. 52–62.
12. Gartner (2015) *Gartner's 2015 Hype Cycle for emerging technologies identifies the computing innovations that organizations should monitor*. Available at: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217> (accessed 10 December 2017).
13. Weber R.H., Studer E. (2016) Cybersecurity in the Internet of Things: Legal aspects. *Computer Law & Security Review*, vol. 32, no. 5, pp. 715–728.
14. Utterback J.M., Abernathy W.J. (1975) A dynamic model of process and product innovation. *Omega*, vol. 3, no. 6, pp. 639–656.
15. Fenn J., Raskino M. (2011) *Understanding Gartner's Hype Cycles, 2011*. Available at: <https://www.gartner.com/doc/1748018/understanding-gartners-hype-cycles-> (accessed 09 December 2017).
16. Gartner (2017) *Technology-related insights for your critical business decisions. Gartner Research Methodologies*. Available at: http://www.gartner.com/imagesrv/research/methodologies/gartner_methodologies.pdf (accessed 10 December 2017).
17. Beal G.M., Bohlen J.M. (1957) The diffusion process. *Iowa State College. Special report No. 18*. Available at: <https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1015&context=specialreports> (accessed 19 December 2017).

18. Banerjee U. (2012) *How experts explain technology adoption cycle*. WordPress.com. Technology Trend Analysis. Available at: <https://setandbma.wordpress.com/2012/05/28/technology-adoption-shift/> (accessed 20 December 2017).
19. Rao S.V., Cohen M.G. (2014) Staying ahead of the curve. *Cardiovascular Revascularization Medicine*, vol. 15, no. 4, pp. 193–194.
20. Cisco (2016) *Internet of Things*. Available at: <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/se/internet-of-things/at-a-glance-c45-731471.pdf> (accessed 18 December 2017).
21. Verizon (2016) *State of the market. Internet of Things 2016*. Available at: <https://www.verizon.com/about/sites/default/files/state-of-the-internet-of-things-market-report-2016.pdf> (accessed 25 December 2017).
22. Accenture (2016) *Smart production. Finding a way forward: how manufacturers can make the most of the Industrial Internet of Things*. Available at: https://www.accenture.com/t20160119T041002Z__w_/us-en/_acnmedia/PDF-5/Accenture-804893-Smart-Production-POV-Final.pdf (accessed 25 December 2017).
23. CIMdata (2002) *Disruptive technologies: The Benefits of Digital Manufacturing*. Available at: <https://www.cimdata.com/newsletter/2009/25/01/25.01.01.htm> (accessed 24 October 2017).
24. Ezell S. (2016) *IoT and smart manufacturing*. Available at: http://www2.itif.org/2016-ezell-iot-smart-manufacturing.pdf?_ga=1.261819661.1089858538.1464487061 (accessed 17 December 2017).
25. Manyika J., Chui M., Bughin J., Dobbs R., Bisson P., Marrs A. (2013) *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. Available at: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies> (accessed 25 December 2017).
26. Robinson A. (2016) *How the IoT platform fixes problems in today's logistics industry*. Available at: <https://cerasis.com/2016/05/02/iot-platform/> (accessed 09 December 2017).
27. 451 Research (2015) *2016 Trends in the Internet of Things*. Available at: <https://451research.com/search?keyword=%222016+Trends+in+the+Internet+of+things%22> (accessed 09 December 2017).
28. PwC (2016) *The Industrial Internet of Things. Why it demands not only new technology – but also a new operational blueprint for your business*. Available at: <https://www.pwc.com/hu/en/kiadvanyok/assets/pdf/industrial-internet-of-things.pdf> (accessed 25 December 2017).
29. Metering & Smart Energy International (2017) *Reforming the German energy sector*. Available at: <https://www.metering.com/magazine-article/reforming-german-energy-sector/> (accessed 24 April 2018).
30. Industrial Internet Consortium (2016) *Smart Factory: Industry 4.0 @ B&R*. Available at: http://www.iiconsortium.org/pdf/BR_Case_Study.pdf (accessed 24 April 2018).
31. My Alarm Center (2012) *Home automation safety, security, savings*. Available at: http://www.loversiq.com/daut/as/m/v/vashos-green-roofed-and-energy-efficient-rd-house-blends-into-a-home-automation-infographic-efficiency-design-sustainable_green-building-home-designs_home-decor_lino-home-decor-decorators-collection-_797x5636.jpg (accessed 10 December 2017).
32. Michelsen C. (2012) *Smart home test shows 88% reduction in household power consumption*. Available at: <https://cleantechnica.com/2012/08/07/smart-home-test-shows-88-reduction-in-household-power-consumption/> (accessed 09 December 2017).
33. General Electric Company (2012) *The many faces of IoT (Internet of Things) in healthcare*. Available at: <https://image.slidesharecdn.com/themanyfacesofiotinhealthcareslideshare-141112104650-conversion-gate02/95/the-many-faces-of-iot-internet-of-things-in-healthcare-11-638.jpg?cb=1416371687> (accessed 17 December 2017).
34. Aoun C. (2013) *The smart city cornerstone: Urban efficiency*. Available at: [https://www.ogcio.gov.hk/en/news/consultations/d21_submission_2013/doc/079_SchneiderElectric_\(Annex\).pdf](https://www.ogcio.gov.hk/en/news/consultations/d21_submission_2013/doc/079_SchneiderElectric_(Annex).pdf) (accessed 22.12.2017).
35. Morgan Stanley (2014) *The Internet of Things is now, connecting the real economy*. Available at: <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/internet-things-retail-industry/> (accessed 09.12.2017).
36. Honda (2015) *Honda smart home US*. Available at: http://thumbnails-visually.netdna-ssl.com/honda-smart-home-us_53333797b44ff_w1500.jpg (accessed 10 December 2017).
37. Chamberlin B. (2016) *Healthcare Internet of Things: 18 trends to watch in 2016*. Available at: <https://ibmcai.com/2016/03/01/healthcare-internet-of-things-18-trends-to-watch-in-2016/> (accessed 25 December 2017).
38. Hewlett Packard (2016) *Smart cities and the Internet of Things*. Available at: <https://h20195.www2.hp.com/V2/getpdf.aspx/4AA6-5129ENW.pdf> (accessed 10 December 2017).
39. Sellebraten M. (2016) *Smart cities could cut costs by 30% with open IoT standards*. Available at: <https://enterpriseiotinsights.com/20160505/smart-cities/smart-cities-cut-costs-tag29> (accessed 25 December 2017).
40. Thompson J. (2016) *Baseball stadium uses IoT to reduce operational costs by 25 percent*. Available at: <https://www.engineering.com/IOT/ArticleID/13095/Baseball-Stadium-Uses-IoT-to-Reduce-Operational-Costs-by-25-Percent.aspx> (accessed 25 December 2017).
41. Varian Medical Systems (2016) *Varian Medical Systems case study*. Available at: <https://www.ptc.com/en/case-studies/varian-medical-systems> (accessed 27 December 2017).
42. Eyebridge (2017) *Internet of Things – Taking digital world by storm*. Available at: <http://www.eyebriidge.in/blog/internet-of-things-taking-digital-world-by-storm/> (accessed 18 December 2017).
43. HomeSelfe (2017) *How to save water using smart home technology*. Available at: <http://www.homeselfe.com/save-water-using-smart-home-technology> (accessed 09 December 2017).
44. Rostelecom (2015) *Mir, v kotorom vse vklyucheno [A world where everything is included]*. *Rostelecom PRO*, no. 3 (18), pp. 38–41 (in Russian).
45. Markets and Markets (2016) *Smart home market by product (lighting control (timer, daylight sensor, occupancy sensor), security & access control, HVAC, entertainment, home healthcare and smart kitchen), software & service (behavioral, proactive), and geography – Global forecast to 2022*. Available at: <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-homes-and-assisted-living-advanced-technology-and-global-market-121.html> (accessed 10 December 2017).
46. OECD (2016) *OECD science, technology and innovation outlook 2016*. Paris: OECD Publishing. Available at: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2016_sti_in_outlook-2016-en (accessed 10 December 2017).

47. Alaa M., Zaidan A.A., Zaidan B.B., Talal M., Kiah M.L.M. (2017) A review of smart home applications based on Internet of Things. *Journal of Network and Computer Applications*, no. 97, pp. 48–65.
48. Smart Nation and Digital Government Office (2018) *Smart nation. Strategic national projects*. Available at: <https://www.smartnation.sg/about/Smart-Nation> (accessed 15 May 2018).
49. Goldman Sachs (2016) Virtual & augmented reality: Understanding the race for the next computing platform. *Equity Research*, 13 January 2016. Available at: <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf> (accessed 25 December 2017).
50. Fu C., Peng C., Liu X.-Y., Yang L.T., Yang J., Han L. (2018) Search engine: The social relationship driving power of Internet of Things // *Future Generation Computer Systems* (in press). Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X17307884?via%3Dihub> (accessed 26 April 2018).
51. Atzori L., Iera A., Morabito G., Nitti M. (2012) The Social Internet of Things (SIoT) – When social networks meet the Internet of Things: Concept, architecture and network characterization. *Computer Networks*, vol. 56, no. 16, pp. 3594–3608.
52. Atzori L., Carboni D., Iera A. (2014) Smart things in the social loop: Paradigms, technologies, and potentials. *Ad Hoc Networks*, no. 18, pp. 121–132.
53. e-Estonia (2018) *X-Road*. Available at: <https://e-estonia.com/solutions/interoperability-services/x-road/> (accessed 23 April 2018).
54. e-Estonia (2018) *KSI blockchain*. Available at: <https://e-estonia.com/solutions/security-and-safety/ksi-blockchain/> (accessed 23 April 2018).
55. The World Bank Group (2017) *Internet of Things. The new government to business platform. A review of opportunities, practices, and challenges*. Available at: <http://documents.worldbank.org/curated/en/610081509689089303/pdf/120876-REVISED-WP-PUBLIC-Internet-of-Things-Report.pdf> (accessed 24 April 2018).
56. IoTUK (2016) *IoTUK Boost 2017. Accelerating Internet of Things innovation with access to LPWAN testbeds across the UK with IoTUK boost*. Available at: <https://iotuk.org.uk/iotuk-boost-2017/> (accessed 24 April 2018).
57. Manyika J., Chui M., Bisson P., Woetzel J., Dobbs R., Bughin J., Aharon D. (2015) *Unlocking the potential of the Internet of Things*. Available at: <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world> (accessed 25 December 2017).
58. Shin D. (2014) A socio-technical framework for Internet-of-Things design: A human-centered design for the Internet of Things. *Telematics and Informatics*, vol. 31, no. 4, pp. 519–531.
59. Cloud Security Alliance (2015) *Security guidance for early adopters of the Internet of Things (IoT)*. Available at: https://downloads.cloudsecurityalliance.org/whitepapers/Security_Guidance_for_Early_Adopters_of_the_Internet_of_Things.pdf (accessed 24 April 2018).
60. ITU (2012) *Recommendation ITU-T Y.2060. Overview of the Internet of Things*. Available at: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-1> (accessed 26 April 2018).
61. RIA (2017) *Kvantovaya gonka vooruzheniy: Kitay poshel na obgon SShA* [Quantum arms race. China to overtake USA]. Available at: <https://ria.ru/analytics/20170511/1494076882.html> (accessed 25 December 2017) (in Russian).