

DOI: 10.37791/2687-0657-2022-16-1-66-78

Конкурентоспособность системы промышленного Интернета вещей

Э. А. Гумеров¹, Т. В. Алексеева^{1*}

¹ Университет «Синергия», Москва, Россия

* TAlekseeva@synergy.ru

Аннотация. Промышленный Интернет вещей благодаря интеллектуальному взаимодействию присоединенных к интернету устройств и программ предоставляет громадные возможности в производстве, экономике, управлении сложными системами. Суть парадигмы конкуренции, предлагаемой промышленным Интернетом вещей, – в непрерывном изменении условий конкуренции благодаря новым стратегическим возможностям, извлекаемым из потоков больших данных промышленного Интернета вещей. Целью статьи является системный анализ конкурентоспособности промышленного Интернета вещей. В процессе работы были решены задачи исследования вкладов в конкурентоспособность системы промышленного Интернета вещей его функциональных подсистем: информационно-технологической, интеллектуальной, экономической, социальной и подсистемы информационной безопасности, исследования вклада в конкурентоспособность взаимодействия систем промышленного Интернета вещей. В качестве метода исследования был применен классический системный анализ. Научная новизна работы заключена в системном анализе конкурентоспособности системы промышленного Интернета вещей. Эффективное применение конкурентных преимуществ промышленного Интернета вещей существенно повышается в рамках взаимодействия систем промышленного Интернета вещей. Определены условия, при которых это сотрудничество наиболее эффективно. Рассмотрено информационное и интеллектуальное взаимодействие отдельных систем промышленного Интернета вещей через обмен услугами своих сервисов. Способность автоматически генерировать новые бизнес-модели является основой для создания конкурентоспособной многосторонней цифровой платформы. В статью предложены конкурентоспособные решения для всех уровней системы промышленного Интернета вещей, разработана архитектура системы промышленного Интернета вещей. Практическая значимость работы в том, что предложена основа для разработки конкурентоспособной системы промышленного Интернета вещей.

Ключевые слова: цифровая экономика, Интернет вещей, промышленный Интернет вещей, экосистема промышленного Интернета вещей, бизнес-модель, парадигма конкурентоспособности, Интернет всего

Для цитирования: Гумеров Э. А., Алексеева Т. В. Конкурентоспособность системы промышленного Интернета вещей // Современная конкуренция. 2022. Т. 16. № 1. С. 66–78. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-16-1-66-78

System Competitiveness of the Industrial Internet of Things

E. Gumerov¹, T. Alekseeva^{1*}

¹*Synergy University, Moscow, Russia*

**TAlekseeva@synergy.ru*

Abstract. The article considers a new paradigm of competition, the essence of which is a combination of competition with cooperation within the framework of the interaction of ecosystems of the industrial Internet of Things. The conditions under which this cooperation is most effective are determined. The information and intellectual interaction of industrial Internet of Things ecosystems through the exchange of their services is considered. Important conditions: specialization of services of industrial Internet of Things ecosystems and the intensity of their exchange of services. The result is the generation of many business models, creating an explosion of opportunities to increase the value of the economy of the industrial Internet of Things. The task of selecting the most promising effective business models from the set of obtained business models is not trivial, the use of which ultimately gives a high competitiveness of the ecosystems involved in the exchange of services. However, no one has canceled economical, technically advanced solutions and competitive solutions at all levels of the functioning of the industrial Internet of Things system, that is, at the levels of sensors, gateways, business agents, server programs, databases of dynamic data generated by sensors, executive devices. The article offers competitive solutions for all levels of the industrial Internet of Things system, the architecture of the industrial Internet of Things ecosystem is developed. The possibilities of the system related to the connection of people to the system of the industrial Internet of Things and to the transition to the “Internet of Everything” (Internet of everything or IoE) are considered. The Internet of everything significantly increases the set of optimal business models that increase the value of a particular product.

Keywords: digital economy, Internet of Things, industrial Internet of Things, industrial Internet of Things ecosystem, services of the industrial Internet of Things ecosystem, business model, competitiveness paradigm, Internet of Everything

For citation: Gumerov E., Alekseeva T. System Competitiveness of the Industrial Internet of Things. *Sovremennaya konkurentsia*=Journal of Modern Competition, 2022, vol.16, no.1, pp.66-78 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2022-16-1-66-78

Введение

Промышленный Интернет вещей (англ. *Industrial Internet of Things – IIoT*) представляет систему устройств и бизнес-агентов (программ), присоединенных к интернету и, самое главное, управляемых своими интеллектуальными системами. Интеллектуальное взаимодействие устройств в интересах производства и бизнес-агентов в интересах бизнеса предприятия создает синергетический и оперативный эффекты и дает существенные конкурентные преимущества предприятию.

Влияние Интернета вещей¹ на конкурентную среду двойственно:

- с одной стороны, Интернет вещей предоставляет крупным ИТ-предприятиям ключевую инфраструктуру для работы в сети, что

¹ Интернет вещей (англ. *Internet of Things, IoT*) – концепция сети передачи данных между физическими объектами («вещами»), оснащенными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Предполагается, что организация таких сетей способна перестроить экономические и общественные процессы, исключить из части действий и операций необходимость участия человека. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей

позволяет им продвигать свои сервисы, стать монополистами в своем сегменте рынка;

• с другой стороны, Интернет вещей предоставляет мощные средства объединения предприятий, например в цепочках создания стоимостей, что позволяет сделать отношения между предприятиями цепочки более гармоничными.

Система промышленного Интернет вещей отдельного предприятия повышает его конкурентоспособность благодаря более эффективному управлению:

• производством (непрерывный обмен информацией интеллектуальных систем устройств обеспечивает немедленное управляющее воздействие лучше любого диспетчера);

• бизнесом (непрерывный обмен информацией бизнес-агентов, работающих 24 часа в сутки во всех сферах бизнеса предприятия, обеспечивает немедленную реакцию на событие, выявляет угрозы и новые возможности для бизнеса, существенно увеличивает свойство саморегулирования бизнеса).

Технология систем промышленного Интернет вещей позволяет создать цепочку прозрачных и недоступных для изменения, имеющих разных владельцев систем промышленного Интернет вещей предприятий. Это позволяет регулировать экономические отношения между предприятиями в пределах цепочки создания стоимости.

Интенсивный обмен систем промышленного Интернет вещей своими услугами создает множество бизнес-моделей, из которых можно отобрать наиболее эффективные и конкурентоспособные. При этом реализация отобранной бизнес-модели должна быть технически совершенной на всех уровнях систем промышленного Интернет вещей.

Можно выделить следующие уровни:

- уровень датчиков;
- уровень шлюзов;
- уровень динамических баз данных датчиков;
- уровень серверных программ оперативного и интеллектуального анализа данных;

- уровень программных бизнес-агентов;
- уровень исполнительных устройств.

Существенным вкладом в повышение конкурентоспособности системы является синергетический эффект взаимодействия всех уровней.

Цель статьи – системный анализ конкурентоспособности промышленного Интернет вещей.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать конкурентоспособность подсистем промышленного Интернет вещей;
- исследовать механизм взаимодействия систем промышленного Интернет вещей с помощью обмена услугами своих сервисов;
- разработать архитектуру сети взаимодействующих систем промышленного Интернет вещей. Архитектура является ключевым элементом системы и определяет технологические процессы системы, способные повысить ее конкурентные возможности.

Объект исследования – система промышленного Интернет вещей. Предмет исследования – конкурентоспособность подсистем промышленного Интернет вещей и конкурентоспособность их взаимодействий. В качестве научного метода исследования использовался системный анализ.

«Умные продукты», сочетающие в себе физические свойства и интеллектуальные возможности, стимулируют новые стратегические решения в направлении развития бизнеса и получения прибыли, стимулируют новые бизнес-процессы, что дает конкурентные преимущества, и предприятие на время становится монополистом на своем рынке и может диктовать свои цены. Необходимость защиты полученных конкурентных преимуществ требует новых стратегических решений, которые можно найти путем интеллектуального анализа потоков больших данных, непрерывно создаваемых устройствами и бизнес-агентами промышленного Интернет вещей.

Понятие конкуренции в промышленном Интернет вещей шире понятия экономической конкуренции, как само понятие «про-

мышленный Интернет вещей» шире понятия «экономическая система». Конкурентные решения принимаются интеллектуальными системами распределенных устройств и бизнес-агентов промышленного Интернета вещей.

Научная новизна предлагаемой работы заключена в системном анализе конкурентоспособности системы промышленного Интернета вещей.

Практическая значимость работы в том, что предложена основа для разработки конкурентоспособных систем промышленного Интернета вещей и взаимодействий систем.

Обзор литературы

В работе [9] отмечено, что промышленный Интернет вещей изменяет основы конкуренции в двух взаимно дополняющих направлениях:

1. Перестройка границ отраслей. Генерируемый устройствами и бизнес-агентами промышленного Интернета вещей поток больших данных содержит скрытые закономерности, которые таят в себе новые стратегические возможности. Реализация новых стратегических возможностей, связанных с открытием новых направлений и с привлечением к бизнесу новых партнеров и поставщиков, размывает границы отраслей, обеспечивая высокую прибыль первопроходцам.

2. Создание «умной продукции» меняет природу вещей, разрушает существующие цепочки создания стоимости, при этом изменяются основы конкуренции. ИТ становятся частью своих продуктов, реализуя в новом продукте новые функции и стратегии.

Примером высокоразвитой ИТ-экосистемы является экосистема компании Huawei [12]. Экосистема считается универсальной и отражает все стороны ИТ-деятельности предприятия. Ее особенности:

- а) универсальная операционная система Harmony OS;
- б) расширение аппаратной подсистемы Интернета вещей;
- в) новый язык программирования HiLink.

Каждая система промышленного Интернета вещей представляет собой сервисную систему, которая предоставляет свои услуги другим системам, получая взамен востребованные ею услуги этих систем.

При этом существенно расширяется богатство бизнес-моделей, оптимизирующих бизнес и повышающих его ценность.

В работах [18, 20] отмечена решающая роль интеллектуальных систем в системе промышленного Интернета вещей для ведения бизнеса. Системы промышленного Интернета вещей стирают границы между отраслями экономики, делают более успешными сетевые бизнес-модели. В работах отмечено, что конкуренция цифровых платформ промышленного Интернета вещей становится стратегически важной.

Интересным является утверждение о том, что мастерство цифровизации ИТ-специалистов и искусство выбора новых бизнес-направлений существенно влияют на конкурентоспособность систем промышленного Интернета вещей [22]. Обеспечение конкурентоспособности систем требует профессиональных навыков в предметной области: здравоохранении, создании «умных зданий», торговле, обучении [2].

Существенный синергетический эффект может дать совместное применение промышленного Интернета вещей и блокчейн-систем [1, 4].

Бизнес-агенты (интеллектуальные программы) промышленного Интернета вещей напрямую определяют конкурентоспособность предприятия [3]. Благодаря непрерывному и интенсивному взаимодействию программных агентов устройств интернета конкретного бизнеса между собой улучшаются свойства саморегулирования бизнеса и его устойчивости к внешним воздействиям.

Применение стандартов промышленного Интернета вещей [7, 8] обеспечивает высокий уровень и совместимость разрабатываемых систем.

Применение систем промышленного Интернета вещей для управления цепочкой

создания стоимости исследовано в работах [15, 16]. Показана возможность поддержки Интернетом вещей и искусственным интеллектом развития рынка для объединения покупателей и продавцов производственных услуг, сырья и продуктов с целью построения глобальных цепочек поставок.

В работе [13] вводится понятие двухуровневой экономики, в которой постепенно ликвидируется паразитирующий на ее достижениях класс посредников, что ведет к изменению модели конкуренции в пользу конкуренции систем искусственного интеллекта.

Наиболее близка к теме настоящей статьи работа [20], в которой рассматривается проблема взаимодействия систем промышленного Интернет вещей. Отмечено, что промышленный Интернет вещей необходимо развивать в направлении систем искусственного интеллекта. Объединение технологий искусственного интеллекта нового поколения и промышленного Интернет вещей способствует быстрому развитию прикладных технологий в производственной цепочке, особенно интеллектуального производства и интеллектуальных услуг.

Сетевые вопросы Интернет вещей подробно освещены в работе [19]. Исследованы преимущества специально созданной для Интернет вещей сети *LoRaWAN*, которая обеспечивает минимальное потребление энергии удаленными датчиками Интернет вещей по сравнению с сетями сотовой связи.

В работе [14] рассмотрены преимущества промышленного Интернет вещей:

- автоматизация принятия решений;
- стратегические решения на основе больших данных и их интеллектуального анализа;
- повышение качества данных и, как следствие, снижение операционных расходов;
- новые потоки доходов за счет синергии данных;
- автоматические реакции на эксплуатационные возмущения;
- предупреждение снижения брака продукции и предупреждение аварий оборудо-

вания на основе интеллектуального анализа больших данных;

- адресная работа с клиентами.

Приведены организационные последствия внедрения промышленного Интернет вещей, указаны проблемы с переобучением персонала и созданием ИТ-инфраструктуры для эксплуатации системы, отмечено, что внедрение IIoT – это непрерывный процесс совершенствования системы.

В работе [11] отмечено двойственное воздействие цифровых технологий:

- с одной стороны, они могут значительно улучшить качество жизни населения, поскольку обеспечивают доступ к большому количеству информации, упрощают доступ к образованию, медицинской информации, потребительским товарам через онлайн-покупки;
- с другой стороны, цифровые технологии вызывают дифференциацию общества, поскольку возникает существенный разрыв между теми, кто имеет навыки использования цифровых технологий, и теми, кто их не имеет.

Динамический характер потока данных отмечен в работе [21]. Исследованы типичные производственные процессы работы системы логистики с поддержкой Интернет вещей и использование системной динамики для разработки экономичных решений IoT.

В работе [17] приложения промышленного Интернет вещей использованы для модернизации существующего производства. Отмечено, что интеллектуальное производственное подразделение можно рассматривать как мощную промышленную систему, связанную с материалами, деталями, оборудованием, инструментами, запасами и логистикой, которые могут передавать данные и общаться друг с другом в системе промышленного Интернет вещей.

Вывод на основе выполненного литературного обзора: *на данное время не решены проблемы системного анализа конкурентоспособности системы промышленного Интернет вещей.*

Подсистемы промышленного Интернета вещей

Промышленный Интернет вещей – это система, состоящая из функциональных подсистем:

- 1) информационно-технологической (ИТ-подсистемы);
- 2) интеллектуальной;
- 3) экономической;
- 4) производственной;
- 5) социальной;
- 6) информационной безопасности.

ИТ-подсистема – это совокупность аппаратного и программного обеспечения системы промышленного Интернета вещей.

Подсистема реализует сетевое взаимодействие устройств и программ, присоединенных к интернету и управляемых интеллектуальными агентами, способными принимать решения по определению собственного поведения.

Подсистема реализует управление потоками данных, генерируемых датчиками и программами, присоединенными к интернету (больших данных), обеспечивая преобразование их форматов, временное хранение, интеллектуальную обработку и реализацию стратегии, разработанной человеком на основе анализа результатов интеллектуальной обработки.

Подсистема участвует в обеспечении информационной безопасности системы промышленного Интернета вещей.

Интеллектуальная подсистема состоит:

- из интеллектуальных программ, управляющих устройствами и бизнес-агентами, подключенными к интернету;
- интеллектуальной программы анализа больших данных, непрерывно создаваемых Интернетом вещей;
- интеллектуальной программы поддержки принятия стратегических решений;
- интеллектуальных алгоритмов взаимодействия системы промышленного Интернета вещей с другими системами промышленного Интернета вещей.

Экономическая подсистема – встроенное программное обеспечение, обеспечивающее управление и выполнение бизнес-процессов промышленного Интернета вещей. Основной функциональный вклад экономической подсистемы в повышение конкурентного действия системы промышленного Интернета вещей состоит в том, что подсистема:

- реализует стратегии, разработанные человеком на основе закономерностей, найденных при интеллектуальном анализе больших данных, непрерывно генерируемых промышленным Интернетом вещей;
- управляет созданными бизнес-объектами. Бизнес-объект – это интеллектуальная программа, подключенная к интернету и способная управлять бизнес-процессами, например закупать товар у поставщика;
- реализует модель взаимодействия «поставщик – потребитель», состоящую из эффективной самооптимизирующейся цепочки от предприятий-поставщиков до компаний – конечных потребителей;
- реализует сервисные системы, объединяющие множество различных информационных систем управления разных предприятий;
- реализует системы автоматического управления ресурсами через всю цепочку поставок и создания стоимости продукции (от разработки идеи, дизайна, проектирования до производства, эксплуатации и утилизации);
- реализует новую бизнес-модель эксплуатации оборудования, когда оборудование оплачивается заказчиком по факту использования его функций.

Производственная подсистема промышленного Интернета вещей. Она реализует интеллектуальное производство интеллектуальной продукции. Основной функциональный вклад производственной подсистемы:

- с помощью интеллектуального сетевого взаимодействия между машинами, оборудованием и технологическими приспособлениями осуществляет мониторинг оборудования и параметров технологических процессов;

- реализует интеллектуальные системы автоматизированного управления бизнес-процессами и интеллектуальные системы автоматизированного управления сложными техническими системами;

- реализует технологию производства «умной продукции»;

- создает системы автоматического управления устройств всех уровней производственной инфраструктуры предприятия, включая процессы планирования производства и реализации «умной продукции»;

- объединяет реальные производственные, транспортные, человеческие, инженерные ресурсы в виртуальные программно-управляемые источники ресурсов и предоставляет пользователю не сами устройства, а функции устройств за счет реализации сквозных информационно-технологических, интеллектуальных, производственных и бизнес-процессов.

Социальная подсистема обеспечивает интересы потребителей во всех остальных подсистемах системы промышленного Интернета вещей, ненавязчиво формируя их творческое взаимодействие с системой промышленного Интернета вещей.

Системный анализ конкурентоспособности системы промышленного Интернета вещей

Для проведения анализа конкурентоспособности системы промышленного Интернета вещей использовалась методология системного анализа, основанная на разбиении исследуемой системы на подсистемы [6]. Подсистемы выделялись по функциональному признаку. Рассматривались параметры подсистем: вход, выход, сам процесс, ограничения и обратная связь. Анализировались такие подсистемы, как ИТ-подсистема, производственная, интеллектуальная, экономическая, социальная и информационная безопасности.

Информационно-технологическая подсистема. На вход системы поступают дан-

ные от датчиков. Они запускают процесс интеллектуального взаимодействия устройств и бизнес-агентов по сети Интернет в интересах производства и бизнеса. На выходе генерируются различные управляющие воздействия на оборудование, технологические и бизнес-процессы, выявляются скрытые закономерности, передаваемые по контуру обратной связи. Ограничения – скорость передачи данных по сети Интернет.

Производственная подсистема. На вход поступают управляющие воздействия на оборудование, технологические и бизнес-процессы, в процессе происходит выполнение управляющих воздействий. На выходе – «умная продукция», рост конкурентоспособности. Обратная связь позволяет корректировать показатели оборудования и процессов. Ограничения по ресурсам.

Интеллектуальная подсистема. На вход поступают данные от физических датчиков и бизнес-агентов, которые в процессе подвергаются интеллектуальному анализу, определяющему на выходе скрытые закономерности в работе устройств. Обратная связь состоит в самообучении нейронной сети. Ограничениями служат мощности инструментальных средств.

Экономическая подсистема. На входе – «умная продукция», которая запускает процесс продаж, обеспечивая на выходе прибыль и конкурентоспособность предприятия. Обратная связь позволяет скорректировать процесс производства. Ограничения – действия конкурентов.

Социальная подсистема. На входе – «умная продукция», объем продаж, прибыль. В процессе идет эффективная работа с клиентами. На выходе – увеличение популярности бренда, увеличение конкурентоспособности.

Подсистема информационной безопасности. На входе – всевозможные атаки на систему, в процессе – обеспечение защиты от различных угроз и рисков, на выходе – ликвидация атак, в ходе обратной связи – улучшение подсистемы информационной безопасности.

Выводы по системному анализу системы промышленного Интернета вещей:

1. Все процессы в подсистемах и все процессы взаимодействия подсистем – это взаимодействия интеллектуальных программных агентов.

2. Взаимодействия интеллектуальных программных агентов имеют природу системного действия, следовательно, конкурентоспособность, созданная в результате этих взаимодействий, имеет природу системного действия.

3. Конкурентоспособность системы промышленного Интернета вещей усиливается синергетическим эффектом ее подсистем.

Общий вывод. Системный анализ конкурентоспособности системы промышленного Интернета вещей доказал, что конкуренция в системе имеет природу системного действия. Особенность конкуренции в том, что в ней участвуют интеллектуальные системы, управляющие устройствами и бизнес-агентами Интернета вещей как самостоятельные субъекты. Для успешного функционирования указанных интеллектуальных систем в их алгоритме обязательно присутствует функция «ситуация – действие».

Интеллектуальная система бизнес-агента способна на следующие самостоятельные действия:

- перемещение по компьютерной сети;
- взаимодействие с интеллектуальными системами других бизнес-агентов системы;
- поиск бизнес-партнера, преодолевая действия конкурентов;
- проверка подлинности сайта бизнес-партнера и полученных данных;
- самостоятельное принятие решения о заключении сделки.

Касательно рассмотрения деятельного подхода к исследованию конкуренции в работе [10] сказано, что в центр внимания помещают совокупность действий, и авторов прежде всего интересует, как осуществляется конкуренция, «каковы ее операционные характеристики и место в используе-

мых конкретными участниками рынка моделях маркетинга, предпринимательства или менеджмента», интересует, «каким образом участникам рынка удастся управлять интенсивностью собственных конкурентных действий, усилить конкуренцию, наращивать конкурентные преимущества, избавляться от конкурентных недостатков, преодолевать конкурентные барьеры и справляться с соперниками в условиях относительной неопределенности рынков».

Уровни системы промышленного Интернета вещей и процессы повышения конкурентоспособности машиностроительного предприятия

Ключевой вопрос системы промышленного Интернета вещей – это организация работы с данными. Можно выделить три основных уровня работы с данными. Они представлены на рисунке 1.

Уровни работы с данными одновременно являются уровнями, где рождается конкурентоспособность системы промышленного Интернета вещей.

1. Уровень датчиков

Датчики системы Интернета вещей промышленного предприятия генерируют с высокой скоростью данные самых разных форматов. Большой проблемой является оперативная и интеллектуальная обработка данных в реальном времени, чтобы в течение миллисекунды можно было подать управляющее воздействие на исполнительные механизмы.

Наиболее конкурентоспособным действием будет обработка данных в месте их возникновения, то есть непосредственно в датчиках. Это существенно снижает трафик сети, позволяет провести оперативную и интеллектуальную обработку данных, генерируемых с высокой скоростью в реальном времени. Обработка данных в месте их возникновения позволяет исполнительным устройствам вовремя реагировать на изменение ситуации.

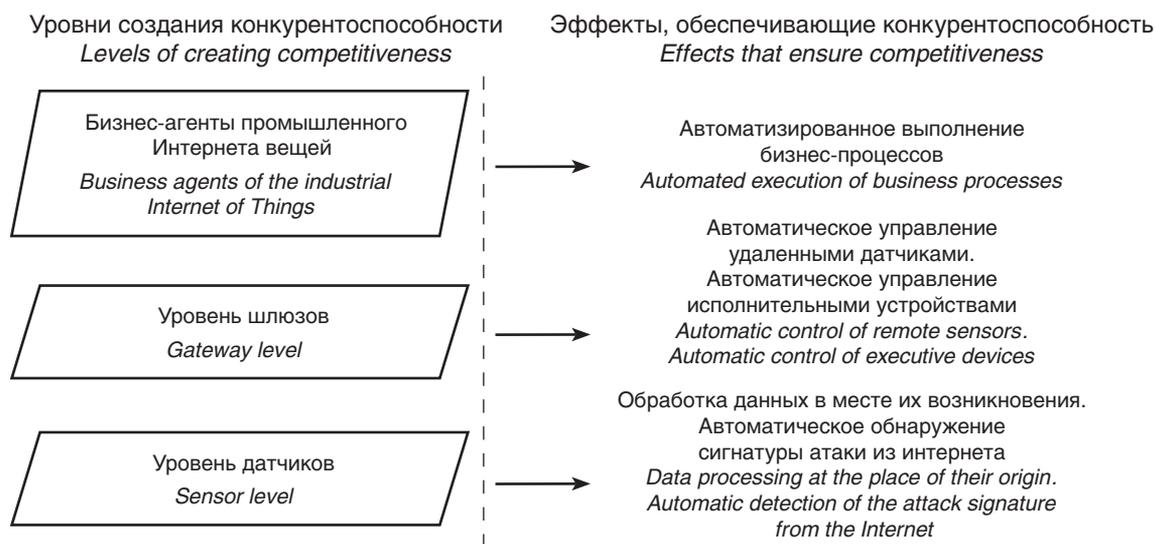


Рис. 1. Уровни создания конкурентоспособности системы промышленного Интернета вещей
Fig. 1. Levels of creating the competitiveness of the industrial Internet of Things system

2. Уровень приграничных вычислительных узлов и шлюзов

Наиболее конкурентоспособным действием будет создание в системе промышленного Интернета вещей сети приграничных (расположенных на границе компьютерной сети) узлов и шлюзов для обработки данных ближе к месту их возникновения и для определения сигнатуры сетевой атаки с помощью интеллектуальных алгоритмов.

Целесообразно шлюз снабдить функциями, как этого требует стандарт ПНСТ 438-2020. Информационные технологии. Интернет вещей. Типовая архитектура [7]. Шлюз должен:

- содержать функции удаленного управления;
- обеспечивать электронное хранение данных от датчиков;
- предоставлять функции для управления исполнительными устройствами системы.

3. Уровень бизнес-агентов

Бизнес-агент – это присоединенная к интернету интеллектуальная система, способная самостоятельно автоматически управлять бизнес-операциями. Основные свойства бизнес-агента:

- самостоятельно перемещается по узлам составной компьютерной сети;

- обменивается оперативной информацией с другими бизнес-агентами системы промышленного Интернета вещей;

- самостоятельно находит оптимального бизнес-партнера в соответствии со своей специализацией;

- самостоятельно принимает решение о заключении сделки;

- самостоятельно сообщает данные сделки в систему бухгалтерского учета;

- самостоятельно контролирует ход выполнения сделки.

Подсистема бизнес-агентов работает 24 часа в сутки, и количество бизнес-агентов неограниченно. Это существенно повышает конкурентоспособность бизнеса, проявляет его свойства саморегулирования и повышает устойчивость бизнеса к внешним воздействиям.

Бизнес-агенты работают эффективней любой команды менеджеров: предупреждают об угрозах для бизнеса, определяют новые пути развития бизнеса, снижают стоимость транзакций, лучше ищут и используют ресурсы для бизнеса, оперативно работают во внешней среде, занимают лучшие позиции на новых рынках.

Взаимодействие основных уровней – уровней датчиков, шлюзов и бизнес-агентов, создает дополнительный синергетический эффект повышения конкурентоспособности системы промышленного Интернета вещей.

В исследовании разработана архитектура системы Интернета вещей промышленного предприятия. Архитектура определяет технологию системы, ее возможности и конкурентоспособность. Это ключевой элемент системы. Пример архитектуры приведен на рисунке 2.

Система обладает высокой конкурентоспособностью и способна предлагать свои сервисы другим системам Интернета вещей промышленных предприятий. Система может предложить следующие сервисы:

1. Оперативная и интеллектуальная обработка данных в месте их возникновения.
2. Инфраструктура бизнес-агентов, существенно повышающая конкурентоспособность бизнеса предприятия.

3. Подсистема управления оборудованием и технологическими процессами предприятия в реальном времени.

С другой стороны, система может эффективно использовать подсистему корпоративного облака. Важность сетевой структуры для многосторонних цифровых платформ доказана в работе [5].

Заключение

Промышленный Интернет вещей создает новые принципы функционирования предприятий. Конкурентоспособность предприятия повышается как за счет повышения эффективности распределенного управления, осуществляемого интеллектуальными устройствами, присоединенными к интернету, так и за счет создания новой парадигмы конкуренции – парадигмы сотрудничества конкурирующих экосистем разных промышленных предприятий. Технология промышленного Интернета вещей позволяет систе-

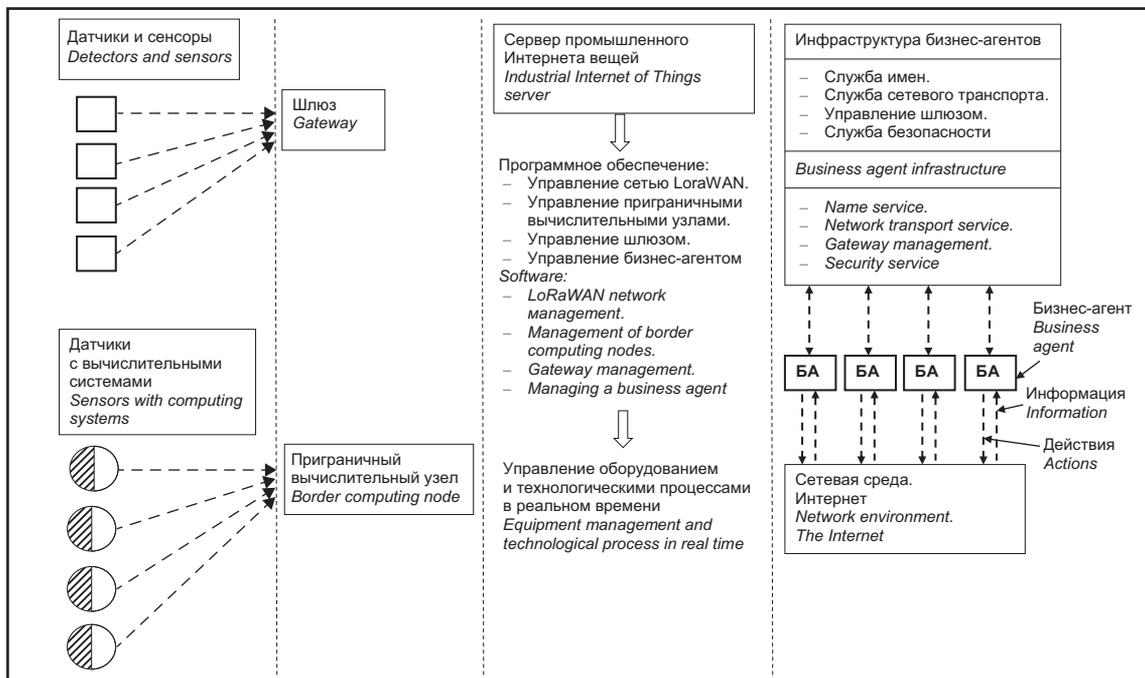


Рис. 2. Пример архитектуры системы Интернета вещей промышленного предприятия
 Fig. 2. An example of the architecture of the Internet of Things ecosystem of an industrial enterprise

мам различных предприятий обмениваться сервисами в целях повышения конкурентоспособности каждого предприятия.

Проведен системный анализ конкуренции промышленного Интернета вещей. В качестве метода исследования был применен классический системный анализ.

Исследованы вклады в конкурентоспособность функциональных подсистем системы промышленного Интернета вещей: информационно-технологической, интеллектуальной, экономической, социальной и подсистемы информационной безопасности на уровне функционирования системы и при взаимодействии систем промышленного Интернета вещей.

Промышленный Интернет вещей осуществляет интеллектуальное преобразование промышленных систем, повышая их конкурентоспособность. Ускоренное развитие интернета, технологии 5G, систем искусственного интеллекта создали новое направление, синтезирующее новейшие

промышленные и информационные технологии. Применение современного IIoT-оборудования, основанного на данных технологиях, выводит предприятие на новый уровень конкурентоспособности.

В результате исследования разработана архитектура системы Интернета вещей промышленного предприятия. Система обладает высокой конкурентоспособностью и способна предлагать свои сервисы другим системам Интернета вещей промышленных предприятий. **Доказано, что главное преимущество взаимодействия систем промышленного Интернета вещей – в автоматическом создании новых бизнес-моделей.**

Научная новизна работы – системный анализ конкурентоспособности системы промышленного Интернета вещей и выявление природы конкуренции как системного действия. Практическая значимость работы – предложена основа для разработки конкурентоспособных подсистем промышленного Интернета вещей и их взаимодействий.

Список литературы

1. Алексеева Т. В., Грачев А. И. Перспективные методы применения технологии блокчейна // Материалы XIII Международного научного конгресса «Роль бизнеса в трансформации общества-2018». – М.: МФПУ «Синергия», 2018. – С. 439–443.
2. Воздействие интернета вещей на бизнес-модель закупок [Электронный ресурс] // Центр 2М. URL: <https://center2m.ru/iiot-business-model-zakupok#rec77622309> (дата обращения: 30.09.2021).
3. Гумеров Э. А., Кузяшев А. Н. Бизнес-функции интернета вещей [Электронный ресурс] // Научный электронный журнал «Меридиан». 2020. №8 (42). URL: <http://meridian-journal.ru/site/article?id=3497> (дата обращения: 30.09.2021).
4. Гумеров Э. А., Кузяшев А. Н., Шаяхметов И. Ф. Криптовалюта – новая парадигма мировой экономической системы // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2018. №4. С. 104–108.
5. Коваленко А. И. Сетевой эффект как признак доминирующего положения цифровых платформ // Современная конкуренция. 2020. Т. 14. №1 (77). С. 18–37. DOI: 10.37791/1993-7598-2020-14-1-18-37.
6. Оптнер Ст. Л. Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности / пер. с англ. – 3-е изд., стереотип. – М.: Концепт, 2006. – 205 с.
7. ПНСТ 438-2020 (ИСО/МЭК 30141:2018). Предварительный национальный стандарт Российской Федерации. Информационные технологии. Интернет вещей. Типовая архитектура [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200174805> (дата обращения: 19.09.2021).
8. ПНСТ 516-2021. Информационные технологии. Интернет вещей. Спецификация LoRaWANRU [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200177821> (дата обращения: 19.06.2021).
9. Портер М., Халпелманн Дж. Революция в производстве [Электронный ресурс] // Harvard Business Review Россия. 2015. URL: <https://hbr-russia.ru/management/strategy/a16698> (дата обращения: 30.09.2021).
10. Рубин Ю. Б. Дискуссионные вопросы современной теории конкуренции // Современная конкуренция. 2010. №3 (21). С. 38–67.
11. Стукаленко Е. А. Риски цифровизации жизни населения и пути их снижения // Идеи и идеалы. 2021. Т. 13. №4-1. С. 180–203. DOI: 10.17212/2075-0862-2021-13.4.1-180-203.

12. Huawei представила новые возможности умной универсальной экосистемы [Электронный ресурс] // cnews. 2020. URL: https://www.cnews.ru/news/line/2020-09-10_huawei_predstavila_novye_vozmozhnosti (дата обращения: 30.09.2021).
13. Швецов Ю. Г. Теоретическая платформа цифровой экономики // Вестник НГУЭУ. 2021. №3. С. 114–124. DOI: 10.34020/2073-6495-2021-3-114-124.
14. Brous P., Janssen M., Herder P. M. The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations // International Journal of Information Management. 2019. Vol. 51. Article 101952. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008.
15. Constantiou I. D., Marton A., Tuunainen V. K. Four models of sharing economy platforms // MIS Quarterly Executive. 2017. Vol. 16. No. 4. P. 231–251.
16. Ferrera E. Pacelli G., Rossini R., Bosi I., Pastrone C. Leveraging Internet-of-Things to support circular economy paradigm in manufacturing industry. – In book: Industry 4.0 – Impact on Intelligent Logistics and Manufacturing [Working Title]. 2018. URL: https://www.researchgate.net/publication/329339433_Leveraging_Internet-of-Things_to_Support_Circular_Economy_Paradigm_in_Manufacturing_Industry (дата обращения: 30.09.2021). DOI: 10.5772/intechopen.80453.
17. Javaid M., Haleem A., Singh R. P., Rab Sh., Suman R. Upgrading the manufacturing sector via applications of Industrial Internet of Things (IIoT) // Sensors International. 2021. Vol. 2. No. 2. Article 100129. DOI: 10.1016/j.sintl.2021.100129.
18. Langley D. J., van Doorn J., C. L. Ng Irene, Stieglitz S., Lazovik A., Boonstra A. The Internet of Everything: Smart things and their impact on business models // Journal of Business Research. 2021. Vol. 122. P. 853–863. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.12.035.
19. Lea P. Internet of Things for Architects. – Packt Publishing, 2018. – 524 p.
20. Qin Wei, Chen Siqi, Peng Mugen. Recent advances in Industrial Internet: insights and challenges // Digital Communications and Networks. 2020. Vol. 6. No. 1. P. 1–13. DOI: 10.1016/j.dcan.2019.07.001.
21. Qu Ting, Thürer Matthias, Wang Junhao, Wang Zongzhong, Fu Huan, Li Congdong, Huang George Q. System dynamics analysis for an Internet-of-Things-enabled production logistics system // International Journal of Production Research. 2016. Vol. 55. No. 9. P. 2622–2649. DOI: 10.1080/00207543.2016.1173738.
22. Tabaa M., Monteiro F., Bensaga H., Dandacheb A. Green industrial Internet of Things from a smart industry perspectives // Energy Reports. 2020. Vol. 6. Supplement 6. P. 430–446. DOI: 10.1016/j.egyr.2020.09.022.

Сведения об авторах

Гумеров Эмиль Абиляирович, ORCID 0000-0001-5880-4317, канд. техн. наук, доцент, кафедра информационного менеджмента и информационно-коммуникационных технологий имени профессора В. В. Дика, Университет «Синергия», Москва, Россия, gumerovemil@yandex.ru

Алексеева Тамара Владимировна, ORCID 0000-0002-0489-1870, доцент, кафедра информационного менеджмента и информационно-коммуникационных технологий имени профессора В. В. Дика, Университет «Синергия», Москва, Россия, TAlekseeva@synergy.ru

Статья поступила 23.07.2021, рассмотрена 17.11.2021, принята 13.01.2022

References

1. Alekseeva T. V., Grachev A. I. *Perspektivnye metody primeneniya tekhnologii blokcheina* [Promising methods of using blockchain technology]. *Materialy XIII Mezhdunarodnogo nauchnogo kongressa «RoI' biznesa v transformatsii obshchestva-2018»* [Proceedings of the XIII International Scientific Congress “The role of business in the transformation of society-2018”]. Moscow, Synergy University, 2018, pp.439-443.
2. *Vozdeistvie interneta veshchei na biznes-model' zakupok* [The impact of the Internet of Things on the procurement business model]. *Tsentr 2M*. Available at: <https://center2m.ru/iot-business-model-zakupok#rec77622309> (accessed 30.09.2021).
3. Gumerov E. A., Kuzyashev A. N. Business features of the Internet of Things. *MERIDIAN*, 2020, no.8(42) (in Russian). Available at: <http://meridian-journal.ru/site/article?id=3497> (accessed 19.09.2021).
4. Gumerov E. A., Kuzyashev A. N. Shayahmetov I. F. Crypto currency is the new paradigm of the world economic system. *Ekonomika i upravlenie: nauchno-prakticheskii zhurnal*=Economics and Management: Scientific and Practical Journal, 2018, no.4, pp.101-108 (in Russian).
5. Kovalenko A. I. Network effect as a sign of dominating position of digital platforms. *Sovremennaya konkurentsia*=Journal of Modern Competition, 2020, vol.14, no.(77), pp.18-37 (in Russian). DOI: 10.37791/1993-7598-2020-14-1-18-37.

6. Optner St. L. *Sistemnyi analiz dlya resheniya problem biznesa i promyshlennostil* [System analysis for solving business and industry problems], Transl. from English. 3rd edition, stereotyp. Moscow, *Konsept* Publ., 2006, 205 p.
7. *PNST 438-2020 (ISO/MEK 30141:2018). Informatsionnye tekhnologii. Internet veshchei. Tipovaya arkhitektura* [Preliminary National Standard 438-2020 (ISO/MEK 30141:2018). Information technology. Internet of things. Reference architecture]. *Elektronnyi fond normativno-tekhnicheskoi i normativno-pravovoi informatsii Konsortsiuma «Kodeks»*. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200174805> (accessed 19.09.2021).
8. *PNST 516-2021. Informatsionnye tekhnologii. Internet veshchei. Spetsifikatsiya LoRaWANRU* [Information technologies. The Internet of Things. The LoRaWAN RU specification]. *Elektronnyi fond normativno-tekhnicheskoi i normativno-pravovoi informatsii Konsortsiuma «Kodeks»*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200177821> (accessed 19.09.2021).
9. Porter M., Happelmann J. *Revolutsiya v proizvodstve* [Revolution in production]. Harvard Business Review Russia, 2015. Available at: <https://hbr-russia.ru/management/strategiya/a16698> (accessed 30.09.2021).
10. Rubin Yu. B. Discussion questions of modern competition theory. *Sovremennaya konkurentsya*=Journal of Modern Competition, 2010, no.3(21), pp.38-67 (in Russian).
11. Stukalenko E. A. Risks of the digitalization of life of the population and ways of decreasing them. *Idey i idealy*=Ideas and Ideals, 2021, vol.13, no.4-1, pp.180-203 (in Russian). DOI: 10.17212/2075-0862-2021-13.4.1-180-203.
12. *Huawei predstavila novye vozmozhnosti umnoi universal'noi ekosistemy* [Huawei has introduced new features of a smart universal ecosystem]. *cnews*, 2020. Available at: https://www.cnews.ru/news/line/2020-09-10_huawei_predstavila_novye_vozmozhnosti (accessed 30.09.2021).
13. Shvetsov Yu. G. The theoretical platform of the digital economy. *Vestnik NSUEM*, 2021, no.3, pp.114-124 (in Russian). DOI: 10.34020/2073-6495-2021-3-114-124.
14. Brous P., Janssen M., Herder P. M. The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations. *International Journal of Information Management*, 2019, vol.51, article 101952. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008.
15. Constantiou I. D., Marton A., Tuunainen V. K. Four models of sharing economy platforms. *MIS Quarterly Executive*, 2017, vol.16, no.4, pp.231-251.
16. Ferrera E. Pacelli G., Rossini R., Bosi I., Pastrone C. Leveraging Internet-of-Things to support circular economy paradigm in manufacturing industry. In book: *Industry 4.0 – Impact on Intelligent Logistics and Manufacturing* [Working Title], 2018. Available at: https://www.researchgate.net/publication/329339433_Leveraging_Internet-of-Things_to_Support_Circular_Economy_Paradigm_in_Manufacturing_Industry (accessed 30.09.2021). DOI: 10.5772/intechopen.80453.
17. Javaid M., Haleem A., Singh R. P., Rab Sh., Suman R. Upgrading the manufacturing sector via applications of Industrial Internet of Things (IIoT). *Sensors International*, 2021, vol.2, no.2, article 100129. DOI: 10.1016/j.sintl.2021.100129.
18. Langley D. J., van Doorn J., C. L. Ng Irene, Stieglitz S., Lazovik A., Boonstra A. The Internet of Everything: Smart things and their impact on business models. *Journal of Business Research*, 2021, vol.122, pp.853-863. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.12.035.
19. Lea P. *Internet of Things for architects*. Packt Publishing, 2018, 524 p.
20. Qin Wei, Chen Siqi, Peng Mugen. Recent advances in Industrial Internet: insights and challenges. *Digital Communications and Networks*, 2020, vol.6, no.1, pp.1-13. DOI: 10.1016/j.dcan.2019.07.001.
21. Qu Ting, Thüerer Matthias, Wang Junhao, Wang Zongzhong, Fu Huan, Li Congdong, Huang George Q. System dynamics analysis for an Internet-of-Things-enabled production logistics system. *International Journal of Production Research*, 2016, vol.55, no.9, pp.2622-2649. DOI: 10.1080/00207543.2016.1173738.
22. Tabaa M., Monteiro F., Bensaga H., Dandacheb A. Green industrial Internet of Things from a smart industry perspectives. *Energy Reports*, 2020, vol.6, supplement 6, pp.430-446. DOI: 10.1016/j.egy.2020.09.022.

About the authors

Emil A. Gumerov, ORCID 0000-0001-5880-4317, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Information Management and Information and Communication Technologies Department named after Professor V. V. Dik, Synergy University, Moscow, Russia, gumerovemil@yandex.ru

Tamara V. Alekseeva, ORCID 0000-0002-0489-1870, Associate Professor, Information Management and Information and Communication Technologies Department named after Professor V. V. Dik, Synergy University, Moscow, Russia, TAlekseeva@synergy.ru

Received 23.07.2021, reviewed 17.11.2021, accepted 13.01.2022