

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» НА ПРЕДПРИЯТИИ

А.А. Сараев

saraevaa@student.bmstu.ru

SPIN-код: 5452-1425

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Технология «Промышленный Интернет вещей» является одной из наиболее актуальных технологий, внедряемых на предприятиях. Она позволяет совершенствовать производственный процесс предприятия, дает ему конкурентные преимущества на рынке. Цель исследования — проанализировать принцип работы технологии «Промышленный Интернет вещей», представить результаты ее применения на предприятиях, а также разработать алгоритм внедрения технологии на предприятии. Методом исследования служит анализ теоретических основ и практического опыта внедрения технологии «Промышленный Интернет вещей» на предприятиях. На основе результатов анализа объясняется принцип применения технологии на предприятии, ее архитектура, описаны цель и задачи ее применения в рамках производственного процесса, а также представлен процесс внедрения технологии «Промышленный Интернет вещей» на предприятие. Разработан алгоритм внедрения технологии «Промышленный Интернет вещей» на предприятии.

Ключевые слова

Производственный процесс, организация производства, Промышленный Интернет вещей, технология, предприятие, процесс внедрения технологии, алгоритм, обслуживание оборудования

Поступила в редакцию 08.11.2021

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021

Введение. Сегодня предприятия сталкиваются с проблемами высокой конкуренции на рынке. Чтобы выдержать ее, необходимо эффективно организовывать производственные процессы. Для наиболее эффективной организации производственных процессов на предприятиях все чаще внедряют современные технологии [1]. Одной из наиболее актуальных технологий в последнее время является технология «Интернет вещей». Интернет вещей (IoT — Internet of Things) — концепция сети передачи данных между физическими объектами (вещами), оснащенными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Промышленный Интернет вещей (IIoT — Industrial Internet of Things) представляет собой разновидность технологии Интернета вещей, отличием является то, что IoT нацелен на улучшение комфорта жизни людей, а IIoT — на улучшение производительности предприятия и увеличении рентабельности бизнеса [2]. Промышленный Интернет вещей — это сеть для передачи данных между устройствами, под-

ключенными к производственным объектам, которые способны к взаимодействию. Оборудование, программное обеспечение (ПО), приложения и специалисты объединены в единую систему [2].

Статья посвящена рассмотрению технологии «Промышленный Интернет вещей». На данный момент все больше российских и зарубежных предприятий используют или же тестируют данную технологию при реализации производственных процессов [3].

Принцип работы технологии. С физической точки зрения Промышленный Интернет вещей организован на базе датчиков и сенсоров, которые способны собирать и передавать данные по сети, средств связи, платформ для аналитики данных, которые предоставляют различные производители, приложения и ПО, решения по обеспечению безопасности [4].

Условно архитектуру Промышленного Интернета вещей можно разбить на четыре уровня. Они представлены на рис. 1.

Производственный уровень: объекты и вещи. В условиях Промышленного Интернета вещей объекты и вещи — это определенные датчики, сенсоры, счетчики и реле, которые считывают необходимую информацию и осуществляют некоторые действия над оборудованием, работающим на предприятии. Устройства на данном уровне можно подразделить на измеряющие (датчики, сенсоры и т. д.) и выполняющие работу (реле, замки и т. д.). С каждым годом появляется все больше разнообразных устройств, которые можно использовать для системы.

Сетевой уровень. Этот уровень отвечает за передачу данных между объектами, подключенными к системе, и IoT-платформой. Сеть может быть как кабельной, так и беспроводной. Примером кабельной сети служит оптоволоконный кабель, а беспроводная сеть может быть операторской (сотовая связь) или корпоративной дальнего действия (LPWAN), которые различаются дальностью действия и энергоемкостью, однако проигрывают в скорости передачи данных [5].

Аналитический уровень. Этот уровень представляет собой ПО для подключения объектов с помощью сети к облаку. Представляет собой промежуточный уровень между аппаратным и прикладным. Самыми популярными программными IoT-платформами являются Microsoft Azure IoT, Amazon Web Services (AWS) IoT, Google Cloud, ThingWorx IoT, IBM Watson, Artik от Samsung Electronics, Cisco IoT Cloud Connect, Salesforce IoT Cloud и многие другие. Большинство современных платформ поддерживают аналитику в реальном времени, а также реализуют прогностические методы аналитики, основанные на различных способах статистического и машинного обучения [6].

Прикладной уровень. Этот уровень представляет собой приложения и ПО, которые непосредственно осуществляют взаимодействие между человеком и всей системой.

Чем выше уровень архитектуры Промышленного Интернета вещей, тем более ценной для пользователя является разработанная система данного решения. Сами по себе устройства, собирающие данные, а также необработанная собран-

ная информация являются бесполезными. Для принятия определенных решений требуется применять к собранным данным серьезные аналитические инструменты.

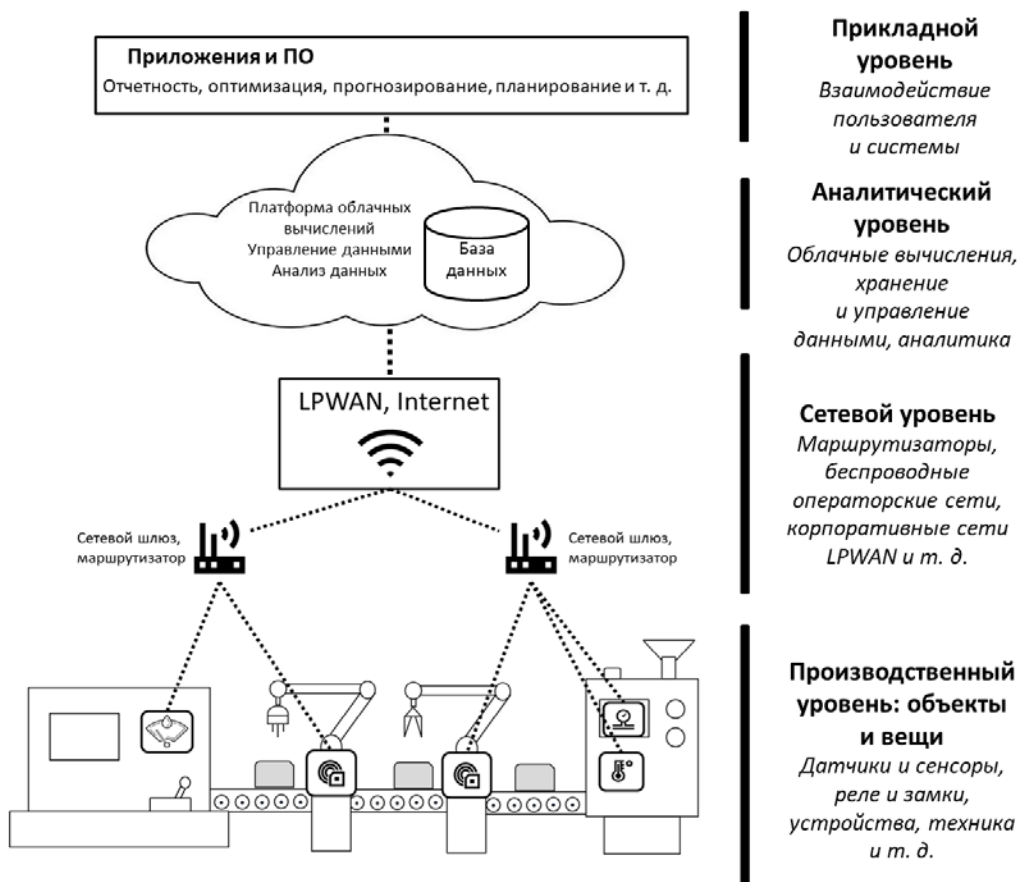


Рис. 1. Архитектура Промышленного Интернета вещей

Использование технологии. Прежде всего IIoT позволяет полностью отследить продукты и компоненты, имеющиеся на предприятии: сырье и материалы, готовую продукцию на складах, детали и полуфабрикаты в процессе производства и многое другое. Получение обновленных сведений о движении материального потока на предприятии с помощью датчиков в реальном времени позволяет улучшить производственную логистику, ускоряя производственный процесс. В основном данное решение реализуется с помощью RFID-меток, которые прикрепляются к готовым изделиям или полуфабрикатам во время складских операций и внутризаводских перевозок, а также с помощью датчиков, считывающих эти метки, и датчиков, установленных на производственные линии, которые способны идентифицировать изделия.

Выполняя мониторинг состояния ресурсов, система способна контролировать качество на всех этапах производственного процесса, добавляя в него ана-

лиз данных и интеллектуальные функции на всех уровнях — от цепи поставок до цехов предприятия. С помощью измерительных датчиков или камер с машинным зрением система дает возможность выявлять дефекты даже на самых ранних этапах жизненного цикла. Это позволяет устранять неисправности в звене производства.

Еще один способ применения Промышленного Интернета вещей — это профилактическое обслуживание оборудования. С помощью собранных с датчиков информации о вибрациях, шумах и других характеристик, указывающих на сбой в работе оборудования, система может локализовать место, в котором в скором времени образуется поломка, и предотвратить ее. Система позволяет создать необходимый график профилактического обслуживания, тем самым устраняя операции ненужного обслуживания, позволяет избежать преждевременного ремонта или замены деталей. Тем самым система помогает выполнять обслуживание устройств и избегать простоев [1].

Процесс внедрения технологии на предприятие. Прежде чем приступить к внедрению данной технологии на предприятии, необходимо определить цель и задачи ее применения [7], сформулировать проблему, которую данная технология помогла бы решить, определить критерии и показатели, которые необходимо улучшить в соответствии со стратегическими целью и задачами [8–10]. Итоговыми проблемами, которая помогла бы решить технология, могут быть, например, избавление от частых простоев оборудования, повышение качества продукции, увеличение скорости обслуживания и т. д. В общем виде алгоритм внедрения технологии представлен на рис. 2.

После определения цели и задач применения необходимо понять, какие производственные направления важны для предприятия, выявить производственные участки, на которых данная технология была бы необходима, оценить текущее состояние производства. После этого необходимо определить, какие именно данные необходимо собрать. Следует учитывать, что датчики будут собирать огромный массив информации, поэтому необходимо понимать, что коррелирует с теми или иными данными [7]. Вид данных зависит от цели, задач и проблемы, которая была поставлена в самом начале.

После определения того, какие данные необходимы, возникает вопрос, каким образом собрать данные. Здесь определяются те объекты и вещи, которые будут подключены к сети. Затем внедряется пилотный проект на определенный участок производства. После успешной апробации следует масштабирование данного решения на целое предприятие. При этом прорабатывается аналитическая платформа, внедряется машинное обучение, осуществляется разработка конечного решения, его внедрение, тестирование и исправление ошибок.

Обычно проект по внедрению технологии «Промышленный Интернет вещей» предприятия выносят на аутсорсинг и предоставляют консалтинговым компаниям или компаниям, занимающимся созданием оборудования для данного решения.



Рис. 2. Алгоритм внедрения технологии Промышленного Интернета вещей на предприятие в общем виде

Примеры применения. В настоящее время технология уже используется в зарубежных и российских организациях [3]. Примером служит компания “Harley Davidson”, которая производит мотоциклы. Организация решила пол-

ностью оснастить один из своих заводов технологией «Интернет вещей», объединила их в единую сеть и консолидировала данные. В ходе всего производственного процесса были установлены датчики на станки и детали, которые однозначно идентифицировали изделие и его производственный процесс. Затем данные передавались на обработку. Полученные результаты позволяли локализовать аварийные ситуации. Таким образом, время, необходимое для исправления ошибок, сократилось с 18 месяцев до 2 недель [11].

Отечественная организация ПАО «Газпром нефть» с недавнего времени также стала внедрять технологию «Промышленный Интернет вещей» для своих нефтеперерабатывающих заводов и нефтебаз [12]. «Цифровая подстанция» представляет собой цифровую систему, отражающую работу оборудования на главной понизительной подстанции. Она открывает возможность непрерывной диагностики оборудования в режиме онлайн. На нефтебазах проводят пилотные тестирования решения для телеметрии динамического оборудования с помощью технологии «Интернет вещей». На насосы и двигатели установлены датчики для сбора информации. Далее с помощью ПО обрабатываются данные. Полученная информация значительно сокращает время обхода нефтебазы, позволяет оперативно реагировать на поломки и аварии.

Проблемы внедрения технологии. Как и любое новое технологическое решение, Промышленный Интернет вещей имеет ряд проблем, связанных с его внедрением и использованием.

Стоимость адаптации технического решения для конкретного предприятия является достаточно высокой. Не каждое предприятие может позволить себе внедрение этой технологии. Для функционирования системы на предприятии необходима определенная инфраструктура в виде датчиков, сети и платформы по обработке данных.

Чем больше предприятие, тем больше требуется датчиков и, следовательно, собирается в разы больше информации. Аналитика больших данных, дополнительное ПО — все это влечет за собой дополнительные затраты.

Одним из основных технологических барьеров на пути распространения и внедрения технологии «Промышленный Интернет вещей» является проблема обеспечения информационной безопасности. Технология подразумевает хранение, передачу и обработку больших данных. Есть вероятность того, что информация может подвергнуться утечке, поэтому внедрение технологии ставит под сомнение секретность работы предприятий.

Заключение. Осуществлен анализ принципа работы и представлены примеры применения технологии «Промышленный Интернет вещей», а также разработан алгоритм ее внедрения на предприятии. На основе разработанного алгоритма можно сделать вывод о том, что для эффективного применения технологии «Промышленный Интернет вещей» необходимо понимать, какие цель и задачи есть у предприятия и какие из них могут быть решены с помощью представленной в работе технологии. Цель и задачи применения технологии влияют на архитектуру Промышленного Интернета вещей, а также на процесс ее внед-

рения. Технология применима и уже показала преимущества для предприятий при ее внедрении. Однако необходимо помнить о том, что технология «Промышленный Интернет вещей» несовершенна и имеет недостатки.

Литература

- [1] Куприяновский В.П., Намиот Д.Е., Дрожжинов В.И. и др. Интернет Вещей на промышленных предприятиях. *International Journal of Open Information Technologies*, 2016, № 12, с. 69–78.
- [2] Ситников Н. Чем различаются IoT и IIoT: найди 11 отличий. *rb.ru: веб-сайт*. URL: <https://rb.ru/opinion/iot-iiot-11-otlichij/> (дата обращения: 25.10.2021).
- [3] Winning with the Industrial Internet of Things. *halberdbastion.com: веб-сайт*. URL: <https://halberdbastion.com/technology/iot/winning-industrial-internet-things> (дата обращения: 25.10.2021).
- [4] Москаленко Т.А., Киричек Р.В., Бородин А.С. Архитектуры Промышленного Интернета Вещей. *Информационные технологии и телекоммуникации*, 2017, т. 5, № 4. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/20174/49-56.pdf>
- [5] Мелешко Ю.В. Инфраструктурное обеспечение Промышленного Интернета Вещей. *Экономический базис развития науки и технологий в России. Сб. тр. Междунар. науч. конф.* Симферополь, АРИАЛ, 2018, с. 279–282.
- [6] IoT платформа. *iot.ru: веб-сайт*. URL: <https://iot.ru/wiki/iot-platforma> (дата обращения: 25.10.2021).
- [7] Как правильно внедрить IoT на производстве. *rspectr.com: веб-сайт*. URL: <https://rspectr.com/articles/575/kak-pravilno-vnedrit-iot-na-proizvodstve> (дата обращения: 25.10.2021).
- [8] Захаров М.Н., Третьякова В.А. Критерии эффективности производственных процессов промышленного предприятия. *Вестник машиностроения*, 2013, № 10, с. 78–80.
- [9] Захаров М.Н., Третьякова В.А. Критерии оценки эффективности производственных процессов в системе предприятия. *Машиностроитель*, 2014, № 4, с. 8–12.
- [10] Конопатов С.Н., Салиенко Н.В., Ляхович Д.Г. Место и роль сбалансированной системы показателей в стратегическом управлении. *Менеджмент сегодня*, 2018, № 1, с. 78–84.
- [11] Speed of life: Harley-Davidson case. *aiofthetiger.com: веб-сайт*. URL: <https://www.aiofthetiger.com/blog/speed-of-life-harley-davidson-case> (дата обращения: 25.10.2021).
- [12] Марисов Д.А., Зацепин А.Ю., Марин Е.А. и др. Интернет вещей в нефтегазовой сфере: анализ технологии LoRaWAN и возможности прикладного применения. *ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти*, 2019, № 2, с. 76–80.

Сараев Алексей Андреевич — студент кафедры «Промышленная логистика», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Третьякова Виктория Александровна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Промышленная логистика», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Сараев А.А. Применение технологии «Промышленный Интернет вещей» на предприятии. *Политехнический молодежный журнал*, 2021, № 11(64). <http://dx.doi.org/11.18698/2541-8009-2021-11-748>

APPLICATION OF THE INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY AT THE ENTERPRISE

A.A. Saraev

saraevaa@student.bmstu.ru

SPIN-code: 5452-1425

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The Industrial Internet of Things technology is one of the most relevant technologies being implemented at enterprises. It allows one to improve the production process of the enterprise, gives it a competitive edge in the market. The purpose of the study is to analyze the principle of operation of the Industrial Internet of Things technology, to present the results of its application at enterprises, and also to develop an algorithm for the implementation of the technology at the enterprise. The research method is the analysis of the theoretical foundations and practical experience of the implementation of the Industrial Internet of Things technology at enterprises. Based on the results of the analysis, the principle of technology application at the enterprise, its architecture are explained, the purpose and objectives of its application in the production process are described, and the process of implementation of the Industrial Internet of Things technology at the enterprise is presented. An algorithm for the implementation of the Industrial Internet of Things technology at the enterprise has been developed.

Keywords

Production process, organization of production, Industrial Internet of Things, technology, enterprise, technology implementation process, algorithm, equipment maintenance

Received 08.11.2021

© Bauman Moscow State Technical University, 2021

References

- [1] Kupriyanovskiy V.P., Namiot D.E., Drozhzhinov V.I. et al. Internet of Things in industrial plants. *International Journal of Open Information Technologies*, 2016, no. 12, pp. 69–78 (in Russ.).
- [2] Sitnikov N. Chem razlichayutsya IoT i IIoT: naydi 11 otlichiy [How IoT differs from IIoT: find 11 differences]. *rb.ru: website* (in Russ.). URL: <https://rb.ru/opinion/iot-iiot-11-otlichij/> (accessed: 25.10.2021).
- [3] Winning with the Industrial Internet of Things. *halberdbastion.com: website*. URL: <https://halberdbastion.com/technology/iot/winning-industrial-internet-things> (accessed: 25.10.2021).
- [4] Moskalenko T.A., Kirichek R.V., Borodin A.S. The architecture of industrial Internet of things. *Informatsionnye tekhnologii i telekommunikatsii* [Telecom IT], 2017, vol. 5, no. 4. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/20174/49-56.pdf> (in Russ.).
- [5] Meleshko Yu.V. [Infrastructure providing of Industrial Internet of Things]. *Ekonomicheskiy bazis razvitiya nauki i tekhnologiy v Rossii. Sb. tr. Mezhdunar. nauch. konf. Simferopol* [Economic development base of science and technology in Russia. Proc. Int. Sci. Conf.], ARIAL Publ., 2018, pp. 279–282 (in Russ.).
- [6] IoT platforma [IoT platform]. *iot.ru: website* (in Russ.). URL: <https://iot.ru/wiki/iot-platforma> (accessed: 25.10.2021).

Application of the Industrial Internet of Things technology at the enterprise

- [7] Kak pravil'no vnedrit' IoT na proizvodstve [How to implement IoT into industry in a right way]. *rspectr.com: website* (in Russ.). URL: <https://rspectr.com/articles/575/kak-pravilno-vnedrit-iot-na-proizvodstve> (accessed: 25.10.2021).
- [8] Zakharov M.N., Tretyakova V.A. Effectiveness criteria of production processes of an industrial enterprise. *Vestnik mashinostroeniya*, 2013, no. 10, pp. 78–80 (in Russ.).
- [9] Zakharov M.N., Tretyakova V.A. Efficiency assessment criteria for production processes in a business system. *Mashinostroitel'*, 2014, no. 4, pp. 8–12 (in Russ.).
- [10] Konopatov S.N., Salienco N.V., Lyakhovich D.G. Place and role of balanced metrics in strategical planning. *Menedzhment segodnya*, 2018, no. 1, pp. 78–84 (in Russ.).
- [11] Speed of life: Harley-Davidson case. *aiofthetiger.com: website*. URL: <https://www.aiofthetiger.com/blog/speed-of-life-harley-davidson-case> (accessed: 25.10.2021).
- [12] Marisov D.A., Zatsepin A.Yu., Marin E.A. et al. Internet of things in the oil and gas industry: loraWan technology analysis & use cases. *PRONEFT'. Professional'no o nefti*, 2019, no. 2, pp. 76–80.

Saraev A.A. — Student, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — Tretyakova V.A., Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Please cite this article in English as:

Saraev A.A. Application of the Industrial Internet of Things technology at the enterprise. *Politekhnicheskij molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2021, no. 11(64). <http://dx.doi.org/11.18698/2541-8009-2021-11-748.html> (in Russ.).