

АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ БАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИНДУСТРИИ 4.0

Аннотация

В статье представлен анализ внедрения технологий в производство, основой которых является требования Индустрии 4.0. Рассмотрена трансформация производственной деятельности на основе новых технологий и получения интеллектуальных продуктов. Выявлен перечень базовых технологий, который имеет место к расширению и вовлечению новых технологий, способствующих повысить долю высокотехнологичных товаров в валовом внутреннем продукте страны.

Внедрение базовых технологий в производство будет способствовать созданию и производству экспортно-ориентированной продукции внутри страны, и формировать экономически выгодные отношения между странами.

Ключевые слова

Индустрия 4.0, интернет вещей (IoT), облачные сервисы, аналитика и большие данные, умные фабрики, высокотехнологичные отрасли.

ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF BASIC TECHNOLOGIES IN INDUSTRY 4.0

Annotation

Article presents an analysis of implementation of technologies in production, which are based on requirements of Industry 4.0. Transformation of production activities based on new technologies and production of intelligent products is considered. List of basic technologies is revealed, which leads to expansion and involvement of new technologies that help to increase the share of high-tech goods in gross domestic product of country.

Introduction of basic technologies in production will contribute to creation and production of export-oriented products within country, and form economically profitable relations between countries.

Keywords

Industry 4.0, Internet of things (IoT), cloud services, Analytics and big data, smart factories, high-tech industries.

Введение

Современные вызовы ускорили и активизировали все бизнес-процессы в мировых масштабах и создали необходимость внедрения современных наукоемких технологий. Умные технологии: интернет вещи, облачные сервисы, аналитика больших данных и многие другие технологии будут доминировать в производственном процессе. Неизбежность создания умных фабрик — это новый подход к производству и производственным процессам. Соответственно, получаемые продукты становятся интеллектуальными, которые смогут соответствовать вызовам и требованиям промышленной революции.

Индустрия 4.0 позволит повысить скорость в современном производстве, в «умном производстве», в котором гибкие линии автоматически регулируют производственные процессы для различных типов продуктов при изменяющихся условиях [1–2]. Это позволяет повысить качество, производительность и гибкость [3–4]. Внедрение базовых современных технологий способствует созданию умных продуктов [5].

Материалы и методы

Для проведения исследования и обзора использованы базы данных публикаций Google Academic, Центра гуманитарных технологий, Федеральной службы государственной статистики (Росстат), Международной патентной системы (РСТ). Данный обзор литературы призван подчеркнуть основные аспекты, включая базовые технологии Индустрии 4.0. При переходе к Индустрии 4.0 требуется углубленный и обширный анализ, для того чтобы понять необратимость происходящих изменений.

Индустрия 4.0 определяет перспективу для перехода от машинного производства к цифровым фабрикам. Основой Индустрии 4.0 является умное производство, включающее базовые технологии интернета вещей (IoT), облачные сервисы, большие данные и аналитику (табл. 1). Данные технологии считаются базовыми, потому что они присутствуют во всех измерениях и в различных технологиях таких измерений.

Таблица 1 — Источники базовых технологий для умного производства

Технологии	Авторы
Интернет вещей (IoT) — представляет собой интеграцию датчиков и вычислений в интернет-среде с помощью беспроводной связи	Tao et al., 2018a Thoben et al., 2017; Wang et al., 2016a
Облачные сервисы обеспечивают доступ сети по требованию к вычислительным ресурсам. Хранящиеся данные в интернет-сервере провайдера, возможно получить с помощью удаленного доступа, а сочетание использования интернета вещей (IoT) и облачных сервисов позволяют подключить различное оборудование и собирать огромное количество данных, что приводит к созданию хранилища больших данных	Mell et al., 2009; Yu et al., 2015; Lu, 2017; Liu, 2013
Большие данные состоят в сборе данных от систем и объектов, таких как показания датчиков. Большие данные необходимы для создания цифровых близнецов фабрики, и, следовательно, аналитика обеспечивает расширенные возможности прогнозирования, выявляя события, которые могут повлиять на производство	Porter and Heppelmann, 2015; Schuh et al., 2017
Аналитика и большие данные в сочетании позволяют поддерживать самоорганизацию производственных линий и оптимизировать деятельность по принятию решений в каждом измерении промышленного бизнеса	Wang et al., 2016a; Babiceanu and Seeker, 2016; Wamba et al., 2015

Многие исследователи, изучая концепцию умного производства с разных сторон, поясняют важность машинного общения через понимание неизбежного прогресса. Исследователи используют измерения Индустрии 4.0 и делают возможной взаимосвязь, а также обеспечивают интеллектуальность новых производственных систем. Анализ процессов Индустрии 4.0 по принципу: фабрика, бизнес, продукция и клиенты [15].

Классификация деятельности в Индустрии 4.0 с целью поддержки соответствующего перехода и применения дорожной карты для компаний, чтобы подготовиться к будущему [16]. Отчет для межмашинных коммуникаций в производственных средах Индустрии 4.0 [17]. Модель для CPS на фабрике Industry 4.0 [18].

Концепция «Front-end technologies» рассматривает трансформацию производственной деятельности на основе новых технологий и получения интеллектуальных продуктов [19]. В основе данной Концепции интеллектуальные производственные технологии работают как центральная опора внутренней операционной деятельности и интеллектуальный продукт — это результат производственной деятельности [20].

Результаты

Одним из важнейших показателей, способствующих созданию интеллектуальных продуктов, является точная информация о патентах. Данный показатель влияет на перспективы и инновационный потенциал стран и регионов, на уровень внедрения новых технологий и технологическое развитие отраслей.

Проведем анализ патентной активности стран и территорий мира в 2018 г. по статистическим данным Международной патентной системы (РСТ). Анализируя статистические данные регистрации патентов, наблюдается высокий рост в Китае (1 381 594 ед.). Китай стал крупнейшим участником международных патентов в 2018 г. на фоне активного роста услуг, договоров и финансов в области интеллектуальной собственности. По отношению к Китаю число международных патентных заявок зарегистрировано: США — 43,9 %; Германией — 4,9 %; Россией — 2,7 %; Великобританией — 1,7 %; Францией — 1,2 %; Италией — 0,7 %. Значительный и опережающий рост патентов Китая позволит стране в условиях глобальной конкуренции обеспечить интеллектуальность новых производственных систем внутри страны и за ее пределами.



Рисунок 1 — Страны-лидеры по количеству регистрируемых патентов в 2018 г. [21]

В Китае лидерами подачи заявок в 2019 г. стали телекоммуникационный гигант Huawei Technologies, корпорация Guangdong OPPO Mobile Telecommunications Corp и BOE Technology Group Co., специализирующаяся в области отображения и трансляции контента. Активно принимают участие в разработке и создании интеллектуальной собственности высшие учебные заведения: Калифорнийский университет (+470 заявок), Университет Цинхуа (+265 заявок), Университет Шэньчжэнь (+247 заявок), Массачусетский технологиче-

ский институт (+230 заявок), Южно-Китайский технологический университет (+164 заявок) [21].

В части патентов по новым технологиям наибольшую долю составили компьютерные технологии (8,7 % от общего числа), цифровая связь (7,7 %), электрические машины (7 %), медицинские технологии (6,9 %) и измерения (4,7 %).

Трансформация производственной деятельности на основе внедрения интеллектуальных производственных технологий представлена на рисунке 2.

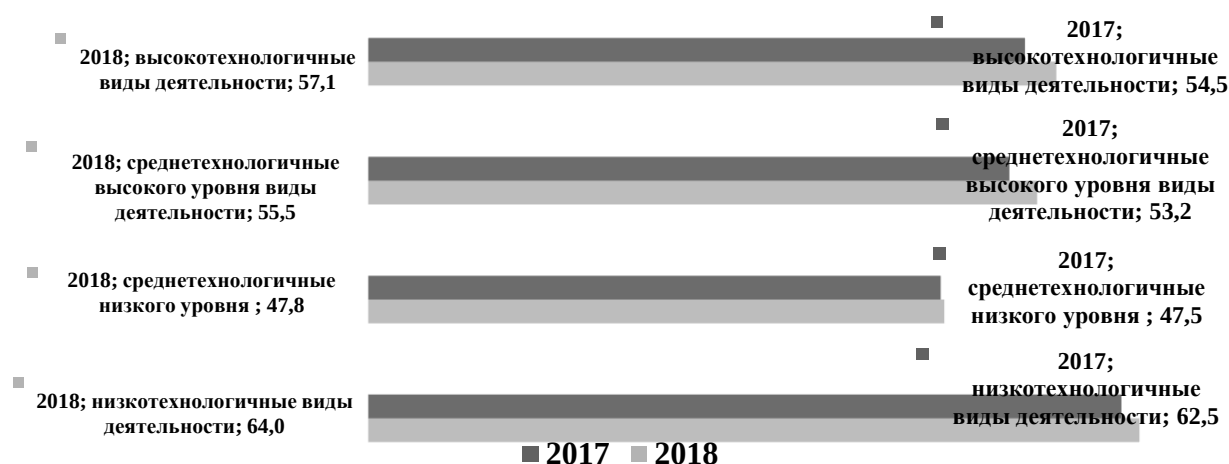


Рисунок 2 — Доля оборудования и машин по уровню технологичности в отраслях экономики

Значительное увеличение доли оборудования в высокотехнологичных и среднетехнологичных отраслях в 2018 г. к 2017 г. (2,6 %; 2,3 % соответственно) [22]. В экономических отраслях по производству кокса, нефтепродуктов, а также резиновых, пластмассовых изделий и неметаллической минеральной продукции, кроме машин и оборудования, относящиеся к среднетехнологич-

ным отраслям низкого уровня обновлены за исследуемый период на 0,3 %.

Анализируя инвестиции в машины, оборудование, транспортные средства, направленных на реконструкцию и модернизацию отраслей промышленности (рис. 3), важно отметить, что их доля в основном капитале выросла в 2018 г. по отношению к 2017 г. на 2 %, к 2016 г. на 1,1 %, к 2015 г. на 2,4 %.



Рисунок 3 — Сравнительный анализ инвестиций в основной капитал на реконструкцию и модернизацию отраслей промышленности

Рост привлечения инвестиций в основной капитал в Российской Федерации имеет важное значение для производственной деятельности, однако на диаграмме заметно и снижение доли инвестиций в 2018 г. по отношению к 2005 г. на 13,6 % (без учета Чеченской Республики), к 2006 г. на 9,2 %. При этом доля инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию в общем объеме инвестиций в основной капитал в период с 2005 по 2008 гг. в среднем составила 21,08 %, что выше уровня 2018 г. на 5,6 % [22].

Программы приоритетных национальных проектов в России по модернизации и реконструкции предприятий получили свое начало в 2005 г., которые

включали механизм софинансирования в долях, включая федеральный, областной бюджеты и денежные средства частных предпринимателей, поэтому доля инвестиций в машины, оборудование, транспортные средства наиболее высока за период с 2005 по 2009 гг.

Анализ экспорта и импорта товаров представлен в таблице 2. Проведенный анализ соотношения добавленной стоимости высокотехнологичных и наукоемких видов деятельности к валовому внутреннему продукту в Российской Федерации выявил снижение темпов прироста индекса физического объема ВВП за период с 2011 по 2015 гг.: -0,2 %; -0,6 %; -1,9 %; -1,1 %; -2,7 % (соответственно).

Таблица 2 — Анализ экспорта и импорта товаров, в млрд долл.

Страны	экспорт					импорт				
	2010	2016	2017	2018	прирост 2018/2010 гг.	2010	2016	2017	2018	прирост 2018/2010 гг.
Россия	397,1	285,7	357,3	449,6	13,2	228,9	182,4	227,9	238,5	4,2
Китай	1578,3	2136,7	2280,4	...	44,5	1396,2	1589,5	1842,3	...	32,0
Италия	446,9	462,9	510,6	534,9	19,7	487	406,8	456,8	490,2	0,7
Германия	1261,6	1334,4	1448,2	1561	23,7	1056,2	1055,3	1162,9	1285,5	21,7
Франция	517	501,4	535	581,1	12,4	608,7	571,9	624	672,2	10,4
Великобритания	417,7	404,3	436,5	468,1	12,1	568,4	583,5	613	652,3	14,8
США	417,7	404,3	436,5	468,1	12,1	568,4	583,5	613	652,3	14,8
Япония	769,8	644,9	698,2	738,2	-4,1	692,4	607,6	671,3	748,3	8,1
Австрия	144,9	145,1	160,3	177,2	22,3	150,6	150,1	166,7	183,9	22,1
Бельгия	407,1	398,2	430,5	464,4	14,1	391,3	379,4	408,9	447,9	14,5

Снижение продукции высокотехнологических и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте наблюдается в 2015 г. (-0,5 %), в 2018 г. (-0,6 %). Увеличение данного показателя за исследуемый период составляет 1,5 %. Однако в 2018 г. к 2011 г. незначительно привело к снижению существующего разрыва в совокупном объеме ВВП, который в среднем составляет 80 % [22]. При этом в валовом внутреннем продукте за исследуемый период с 2013 по 2016 гг. отсутствует рост доли продукции (в среднем составила 21,6 %) в отраслях, использующих высокие технологии.

Рост числа используемых передовых производственных технологий в 2016 г. на 19,9 % (38 558 ед.) к 2013 г.; на 6,6% (14 370 ед.) к 2015 г., способствовал поддержанию доли высокотехнологичной продукции при добычи полезных ископаемых, на обрабатывающих производствах, при производстве и распределении электроэнергии, газа и воды, деятельности предприятий, связанной с использованием вычислительной техники и информационных технологий.

Наибольшее число используемых передовых производственных технологий в 2016 г. к 2015 г. на 1 908 единиц

(+6 %), к 2013 г. на 11 736 единиц (+52 %) при производстве продукции, относящейся к фармацевтической деятельности, включая изделия для медицинского назначения, для оборудования в офисах и производства вычислительной техники, а также для аппаратуры, которая обеспечивает работу радио, телевидения и связь, для производства летательных аппаратов. В наукоемких видах экономической деятельности, включающих деятельность в области электросвязи и использование вычислительной техники и информационных технологий, а также научные исследования и разработки за исследуемый период показали рост числа разработок на 4 069 единиц (+13 %) только в 2016 к 2015 г. [22].

Международная торговля способствует развитию мировой экономики. Импортируемые и экспортируемые товары в разных странах позволяют формировать экономически выгодные отношения между странами. Внедрение базовых технологий способствует созданию и производству экспортно ориентированной продукции внутри страны.

Лидерами экспортно-импортных операций является Китай. Германия и Австрия имеют наибольший объем, по-

лученных средств в результате ввоза и продаж за границу товаров, относительно Китая. Анализ динамики импорта России значительно сократился в 2018 г. к 2017 г., прирост составил 4,7 %, однако доля экспорта за аналогичный период увеличилась и составила 25,8 %. К 2016 г. данная динамика сохраняется импортировано товаров (+30,8 %), а экспортировано (+57,4 %).

Выводы

Проведенный анализ, выявил, что основу концепции Индустрии 4.0 составляет умное производство, составляющее интеллектуальные производственные технологии: интернет вещей (IoT), облачные сервисы, большие данные и аналитику. Данные технологии можно определить как базовые, поскольку могут связать предшествующие с последующими промышленными периодами или этапами в полную интегрированную производственную систему. Важно отметить, что количество базовых технологий может расширяться по мере их создания и внедрения в высокотехнологичные отрасли производства.

При внедрении базовых технологий существуют препятствия и трудности, их доля не достигает и 50 % в Российской Федерации. Чтобы обеспечить лидерство по внедрению базовых технологий важно расширить и углубить свои практические знания о цифровых технологиях и изучать опыт, связанный с ними. Организациям необходимо разработать и внедрять корпоративные стратегии умного производства.

Библиографический список

1. Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., Zhang, C. Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination // *Computer Networks*. — 2016. — № 101. — С. 158–168.
2. Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., Wahlster, W. In-

dustrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies (Acatech study). — Munich, 2017.

3. Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., Frank, A. G. Expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance // *International Journal of Production Economics*. — 2018. — № 204. — С. 383–394.

4. de Sousa Jabbour, A. B. L., Jabbour, C. J. C., Foropon, C., Godinho Filho, M. When titans meet — Can Industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? Role of critical success factors // *Technological Forecasting and Social Change*. — 2018. — № 132. — С. 18–25.

5. Tao, F., Cheng, J., Qi, Q., Zhang, M., Zhang, H., & Sui, F. Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. — 2018. — № 94 (9–12). — С. 3563–3576.

6. Thoben, K., Wiesner, S., Wuest, T. Industrie 4.0 and smart manufacturing: review of research issues and application examples // *Autom. Technol.* — 2018.

7. Mell, P., Grance, T. The NIST definition of cloud computing // *National institute of standards and technology*. — 2011. — Vol. 53. — № 6. — С. 50.

8. Yu, C., Xu, X., & Lu, Y. Computer-integrated manufacturing, cyber-physical systems and cloud manufacturing — concepts and relationships // *Manufacturing letters*. — 2015. — № 6. — С. 5–9.

9. Lu, Y. Industry 4.0: survey on technologies, applications and open research issues // *Journal of Industrial Information Integration*. — 2017. — № 6. — P. 1–10.

10. Liu, H. Big data drives cloud adoption in enterprise // *IEEE internet computing*. — 2013. — № 17 (4). — С. 68–71.

11. Porter, M. E., Heppelmann, J. E. How smart, connected products are transforming companies // *Harvard Business Review*. — 2015. — № 93 (10). — С. 96–114.

12. Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., Wahlster, W. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies (Acatech study). — Munich, 2017.
13. Babiceanu, R. F., Seker, R. Big Data and virtualization for manufacturing cyber-physical systems: survey of current status and future outlook // *Computers in Industry*. — 2016. — № 81. — С. 128–137.
14. Wamba, S. F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., Gnanzou, D. How 'big data' can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study // *International Journal of Production Economics*. — 2015. — № 165. — С. 234–246.
15. Qin, J., Liu, Y., Grosvenor, R. Categorical framework of manufacturing for Industry 4.0 and beyond // *Procedia CIRP*. — 2016. — № 52. — С. 173–178.
16. Filippi, S., & Barattin, D. Classification and selection of prototyping activities for interaction design // *Intelligent Information Management*. — 2012. — № 4. — С. 147–156.
17. Sogoti. Industry 4.0 report. 2014 [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://www.fr.sogeti.com>.
18. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. Cyber systems architecture for Industry 4.0 based manufacturing systems // *Manufacturing Letters*. — 2015. — № 3. — С. 18–23.
19. Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., Frank, A. G. Expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance // *International Journal of Production Economics*. — 2018. — № 204. — С. 383–394.
20. Ahuett-Garza, H., Kurfess, T. Brief discussion on trends of habilitating technologies for Industry 4.0 and Smart manufacturing // *Manufacturing Letters*. — 2018. — № 15. — С. 60–63.
21. Рейтинг стран мира по количеству патентов. Гуманитарная энциклопедия: Исследования [Электронный ресурс] / Центр гуманитарных технологий, 2006–2020. — Режим доступа : <https://gtmarket.ru>.
22. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат): Мониторинг развития информационного общества в Российской Федерации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gks.ru>.