

Измерение информационного общества

ДРАЙВЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

Статья рекомендована к публикации членом редакционного совета С.Б. Шапошником 09.09.2020

Лола Инна Сергеевна

Кандидат экономических наук

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт статистических исследований и экономики знаний, Центр конъюнктурных исследований, заместитель директора

Москва, Российская Федерация

ilola@hse.ru

Бакеев Мурат Булатович

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт статистических исследований и экономики знаний, Центр конъюнктурных исследований, аналитик

Москва, Российская Федерация

mbakeev@hse.ru

Аннотация

В статье исследуются выгоды, связанные с цифровыми технологиями на российских предприятиях обрабатывающей промышленности и выступающие в качестве драйверов управленческих решений по их внедрению. Эмпирической основой исследования являются результаты конъюнктурного мониторинга предприятий за 2019 год. Как показали результаты исследования, среди ожидаемых выгод наиболее важными являются оптимизация производственных и логистических операций, повышение уровня обслуживания клиентов и расширение клиентской базы.

Ключевые слова

обрабатывающая промышленность; цифровые технологии; конъюнктурные обследования

Введение

В последние годы цифровая экономика стала одной из центральных тем для обсуждения в исследовательской литературе и экспертном сообществе. В мире все большее внимание уделяется изучению цифровых процессов, которые, как предполагается, способны стать драйверами роста конкурентоспособности предприятий, решить проблему замедления темпов роста производительности и экономической стагнации в развитых странах [1, 2] и ускорить темпы экономического роста в развивающихся странах [3, 4, 5].

В обрабатывающей промышленности текущий этап развития цифровых технологий тесно связан с концепцией Индустрия 4.0 (Industry 4.0), предполагающей интеграцию физических объектов, человеческих акторов, интеллектуальных машин, производственных линий и процессов в единую автоматизированную информационную систему [6, 7]. Отличительными чертами обрабатывающего производства, основанного на передовых цифровых технологиях, являются одновременно высокая эффективность и глубокий уровень кастомизации производимого продукта [8].

Экономические последствия от внедрения разных цифровых технологий могут существенно различаться, и поэтому идентификация драйверов должна производиться для цифровых технологий по отдельности [9]. Исходя из этого, на наш взгляд, мы можем говорить о специфических дивидендах – ожидаемых выгодах и экономических последствиях от внедрения конкретных цифровых технологий. Соответственно, наш исследовательский вопрос можно

© Лола И.С., Бакеев М.Б., 2020. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

сформулировать следующим образом: какие выгоды промышленные предприятия ожидают получить от внедрения цифровых технологий?

В существующей исследовательской практике при изучении факторов цифровой трансформации преобладают качественные методы анализа, такие как кейс-стади [10, 11, 12], библиометрические исследования [13], глубинные интервью с представителями индустрии [14], а также анализ данных опросов и мониторингов с помощью статистических методов [7, 15]. Исследований, опирающихся на данные количественной статистики – относительное меньшинство, хотя подобные примеры также присутствуют в литературе [16].

По большей части это связано с недостатком имеющихся количественных данных. Скажем, в России официальное статистическое наблюдение за использованием цифровых технологий в бизнесе до настоящего момента в основном включало лишь технологии «первой волны»: компьютеризацию, автоматизацию процессов, телекоммуникации [17]. Среди технологий второй волны (онлайн-платформы и облачные вычисления) и третьей волны (Индустрия 4. 0) в нем учитывались только облачные вычисления.

В таких условиях мощным потенциальным информационным контентом для изучения цифровой трансформации с использованием статистических методов становятся опросы предпринимателей. В своей работе мы продолжаем это намеченное в литературе направление исследований, опираясь на данные, полученные в рамках начатого в 2018 г. экспериментального проекта пилотных обследований Центра конъюнктурных исследований Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, сфокусированного на конъюнктурном измерении цифровой активности российских предприятий (подробнее в [17]). Результаты мониторинга за 2018 год были апробированы в дескриптивных исследованиях цифровой трансформации обрабатывающей промышленности [18, 19]. В рамках же этой работы результаты мониторинга за 2019 г. использованы для выявления драйверов внедрения цифровых технологий на предприятиях.

Конкретный перечень технологий формировался на базе доступных показателей анкеты и включал прежде всего продвинутые цифровые технологии третьей волны, связанные с концепцией Индустрия 4. 0: Интернет вещей, аддитивные технологии (3D-печать), технологии открытого производства, «облачные» и «периферийные» вычисления, сквозную автоматизацию и информационную интеграцию производственных и управленческих процессов, технологии сбора, обработки, анализа больших данных и промышленную аналитику. Кроме этих технологий в перечень в качестве элементов цифровой трансформации были включены цифровое рабочее место и использование технологий радиочастотной идентификации (Radio Frequency Identification – RFID).

1 Данные и методология

Источником данных для настоящего исследования выступили результаты двух мониторингов, содержащих кратко- и среднесрочные оценки уровня деловой и цифровой активности¹ на крупных и средних российских промышленных предприятиях в 2018 и 2019 году соответственно. Мониторинги были осуществлены в рамках специально организованного конъюнктурного наблюдения, выполненного АНО² «Статистика России» по заказу ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. Анкеты заполнялись респондентами (директорами или менеджерами предприятий), обладающими необходимым уровнем компетенции в отношении задаваемых в анкете вопросов.

Территориальные органы государственной статистики самостоятельно осуществляли отбор репрезентативной выборки организаций для проведения опросов по деловой активности. Каждое из двух обследований в качестве единиц наблюдения включало более 1100 предприятий, территориально сконцентрированных в одних и тех же тридцати регионах Российской Федерации³. Для анализа в рамках настоящего исследования были отобраны предприятия сектора обрабатывающей промышленности (раздел С классификации ОКВЭД 2).

¹ Имеется в виду уровень и тенденции распространения цифровых технологий.

² Автономная некоммерческая организация.

³ Краснодарский край, Красноярский край, Приморский край, Ставропольский край, Хабаровский край, Архангельская область, Владимирская область, Волгоградская область, Вологодская область, Нижегородская область, Иркутская область, Тверская область, Кемеровская область, Самарская область, Санкт-Петербург, Ленинградская область, Москва, Московская область, Новосибирская область, Ростовская область, Свердловская область, Смоленская область, Тульская область, Тюменская область, Челябинская область, Республика Башкортостан, Республика Дагестан, Республика Татарстан, Удмуртская Республика, Республика Саха.

Основной задачей пилотного обследования являлось восполнение неполноты статистической информации об экономических событиях и тенденциях, связанных с распространением и темпами роста отраслевой цифровизации, посредством получения обобщенных предпринимательских мнений и намерений относительно внедрения в деятельность предприятий обрабатывающей промышленности прорывных бизнес-моделей и цифровых технологий. В частности, анкета обследования включала следующие модули: основные показатели деловой активности предприятия; основные показатели цифровой активности предприятия; факторы, препятствующие цифровой трансформации предприятия; оценка уровня выгод, получаемых на данный момент предприятием от внедрения цифровых технологий в целом (без соотнесения определенных выгод с определенными технологиями); цифровые технологии, которые используются и планируются к внедрению на предприятии.

Эмпирической базой нашего исследования стали результаты обследования по вопросам, входящим в два последних модуля из перечисленных выше. Объясняемые переменные представляли собой бинарные переменные, отражающие факт внедрения определенной цифровой технологии. На рис. 1 отражены доли предприятий из общей выборки, которые отмечали внедрение определенного типа цифровых технологий.

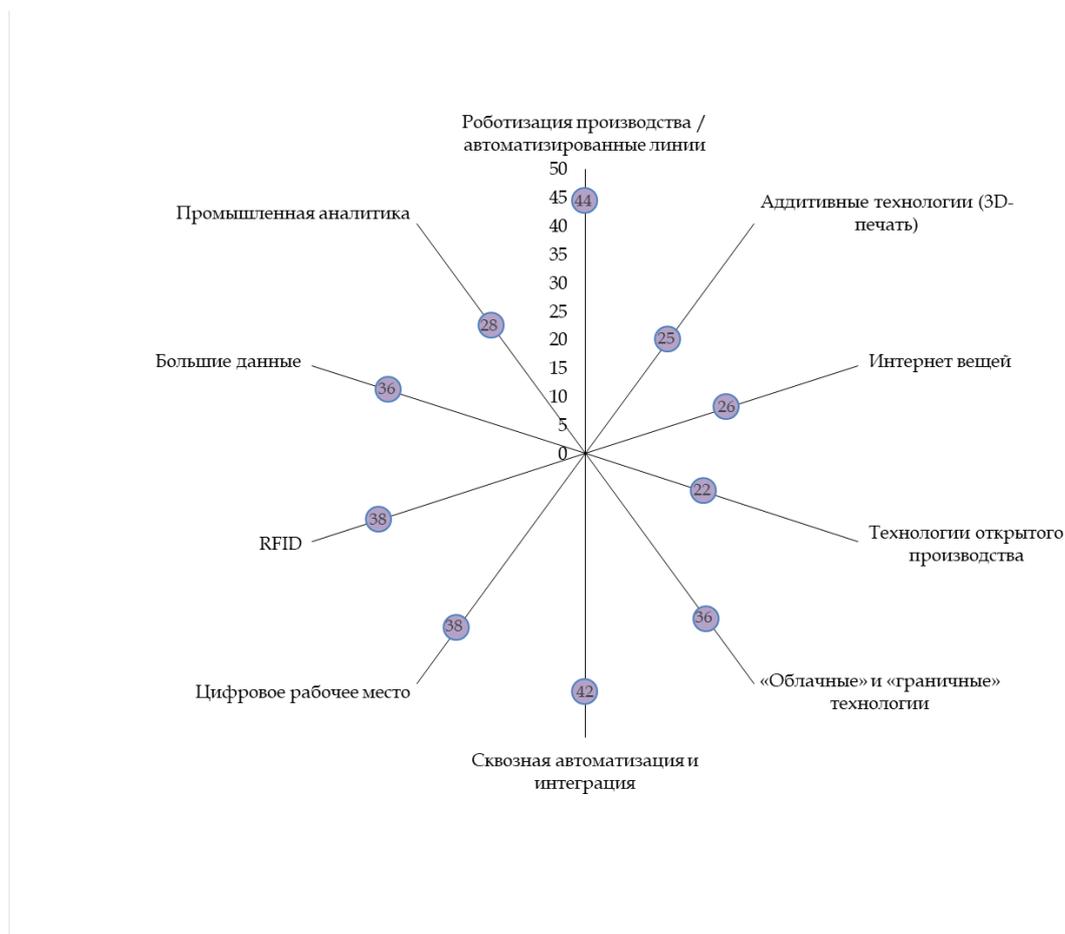


Рис. 1. Доля предприятий из общей выборки 2019 г., внедривших цифровую технологию (%)

Объясняющие переменные отражали зафиксированные в бинарной форме ответы респондентов (руководителей отдельных предприятий), отражающие оценку ими наличия или отсутствия на «высоком», «умеренном» или «низком» уровне определенных выгод, которые предприятие получает от внедрения цифровых технологий. Нами был рассмотрен следующий список выгод:

- повышение производительности труда;
- повышение производительности оборудования;
- оптимизация производственных и логистических операций;
- рост производства;
- сокращение издержек и производственного брака;

- повышение уровня работы с клиентами;
- повышение конкурентоспособности;
- увеличение прибыли;
- расширение клиентской базы;
- оптимизация численности занятых за счет роботизации низкоквалифицированного персонала.

Для отобранных цифровых технологий определялась оптимальная модель логит-регрессии, позволяющая охарактеризовать рассматриваемые нами цифровые технологии с точки зрения ожидаемых выгод от их внедрения. Как было сказано выше, нам доступны данные об оценках респондентами наличия выгод на высоком, умеренном и низком уровнях. Соответственно, мы рассматривали по три переменные для каждого дивиденда в качестве возможных компонентов моделей, отсеивая их с помощью метода последовательного отбора и отдавая приоритет переменным, отражающим более высокий уровень выгод. Дополнительно в модели были включены контрольные переменные из других модулей анкеты: подотрасль обрабатывающей промышленности предприятия (категориальная переменная), переменные «численность занятых», «численность специалистов ИКТ», «спрос на продукцию», «экономическая ситуация на предприятии» (порядковые переменные с 3 возможными значениями).

Таким образом, в работе сравнивались модели со следующим типом спецификации:

$$\text{Технология}_i = \sum_{n=1}^N \text{Контрольные переменные}_{ni} + \sum_{k=1}^K \text{Дивиденды}_{ki} + \varepsilon_i \quad (1)$$

2 Результаты

Анализ полученных результатов, представленных на рис. 2, показывает, что наибольшие выгоды от внедрения цифровых технологий респонденты связывают с областью взаимодействия с клиентами – в виде повышения уровня работы с ними и расширения клиентской базы. Кроме того, для многих технологий отмечаются на высоком уровне дивиденды в виде оптимизации производственных и логистических операций. Дивиденды в виде повышения производительности труда были выявлены для большинства цифровых технологий, но только на умеренном уровне, а в виде повышения производительности оборудования – для меньшего количества технологий и только на низком уровне. Дивиденды в виде сокращения издержек и снижения брака высокого уровня соответствуют внедрению аддитивных технологий и сквозной автоматизации, для других же технологий на массиве респондентов связи выявлено не было ни на одном из трех уровней. В целом, умеренно-слабые ожидания связаны с такими дивидендами, как повышение конкурентоспособности, увеличение прибыли и оптимизация численности занятых. Наиболее слабо выражено восприятие дивиденда в виде роста производства.

Что касается отдельных цифровых технологий, то однозначным лидером с точки зрения восприятия выгод от внедрения здесь являются облачные и периферийные вычисления. Наряду с ними, относительно хорошо осознаются выгоды от сквозной автоматизации и интеграции, цифровых рабочих мест и аддитивных технологий (3D-печати). Для остальных технологий выявленные дивиденды скорее спорадические и сложнее поддаются интерпретации, что в целом говорит о меньшей робастности полученных выводов.

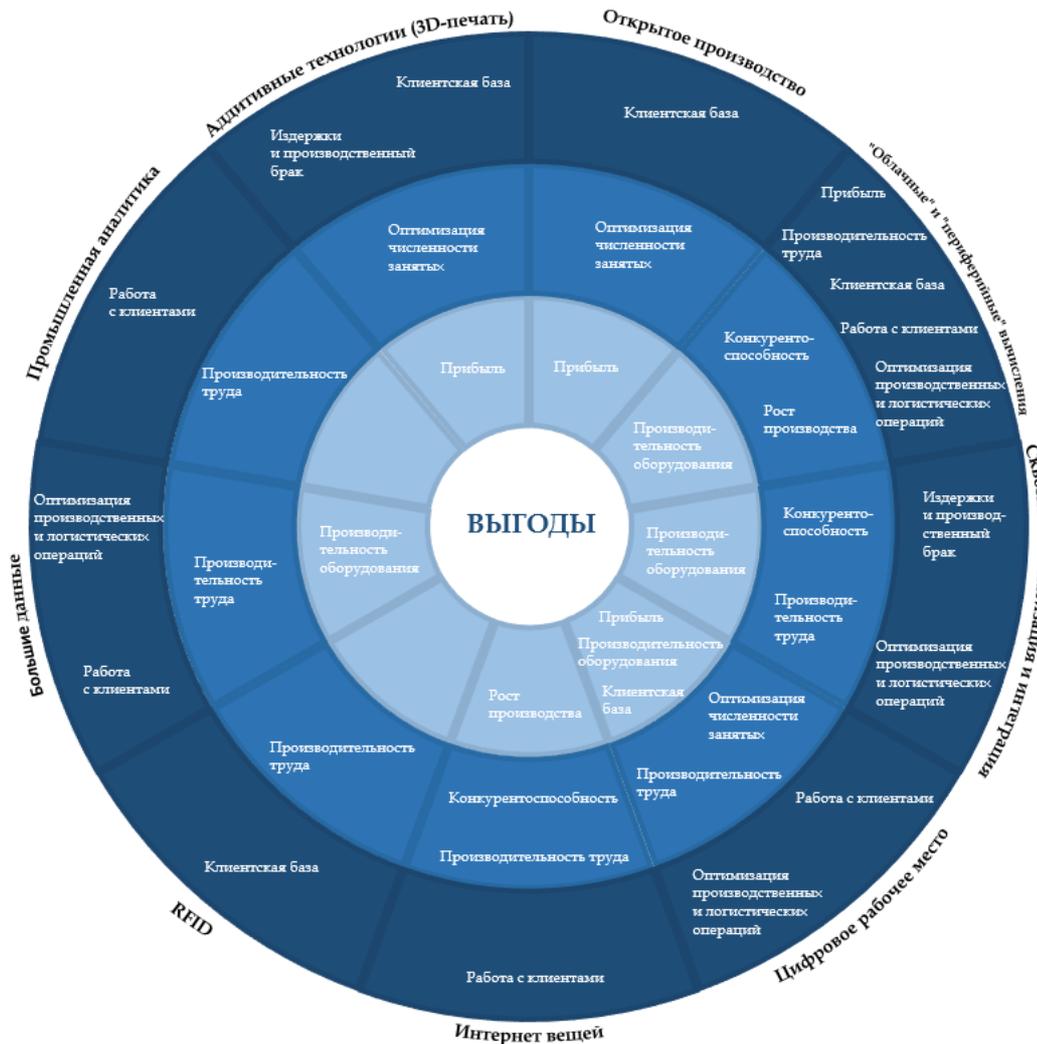


Рис. 2. Дивиденды, соответствующие внедрению определенных цифровых технологий

Заключение

Таким образом, цифровые технологии в 2019 г. скорее выступали в виде инструмента для оптимизации отдельных операций и более эффективной работы с клиентами. В меньшей степени внедрение цифровых технологий связывалось с дивидендами в области повышения производительности и оптимизации численности занятых, что предполагает фундаментальную перестройку производственных бизнес-моделей. В этом смысле ситуация в России похожа на ситуацию в большинстве стран мира и пока не в полной мере приблизилась к уровню наиболее развитых промышленных стран [20]. Можно ожидать, что по мере распространения передовых технологий Индустрии 4.0, таких как Интернет вещей, промышленная аналитика и аддитивные технологии, тенденция в сторону глубокой производственной трансформации на базе цифровых технологий в России будет усиливаться. Особенно актуальной данная тенденция стала после наступления экономических шоков, спровоцированных пандемией COVID-19 и вызвавших резкий вынужденный скачок в уровне цифровизации бизнеса.

Кроме того, наши результаты относительно выгод от внедрения цифровых технологий отчасти проливают свет на дискуссию о роли цифровых технологий в более широком контексте, а именно, об их потенциале для повышения роста производительности (см., например, обсуждение в [21]). На данный момент мы не можем делать однозначных выводов о влиянии цифровых технологий, поскольку на большинстве предприятий не произошло полного абсорбирования цифровых технологий на уровне как маркетинговых и логистических, так и производственных бизнес-моделей. На текущем этапе скорее происходят эксперименты и тестирование возможностей цифровых технологий в контексте различных видов экономической деятельности. Как следствие, экономический эффект от внедрения цифровых технологий в действительности может быть

значительным, но быть отложенным и не проявляться на первых стадиях цифровой трансформации.

Ключевым в ближайшее время должно стать изучение цифровой зрелости, заключающейся в качественном переходе к опоре на использование цифровизированных бизнес-моделей от стадии отдельных экспериментов и спорадических инициатив. По мере нарастания этих тенденций исследователям удастся глубже охарактеризовать особенности текущего цифрового технологического перехода, сравнить его с предыдущими индустриальными трансформациями. В этом смысле большую ценность приобретают конъюнктурные обследования лонгитюдного типа, которые позволяют проводить анализ во временном разрезе. Наша работа показала большой потенциал подобных конъюнктурных обследований в контексте технологической проблематики, выявив актуальные характеристики происходящего сейчас начального этапа цифровой трансформации обрабатывающей промышленности. Дальнейшая актуализация программы обследований с целью увеличения охвата измерения процессов и эффектов цифровизации позволит расширить потенциальный набор статистических инструментов и методов измерения, которые могут быть привлечены для исследования спектра прежде не изученных явлений цифровой экономики.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Литература

1. Sorbe, S., Gal, P., Nicoletti, G., Timiliotis, C. Digital Dividend: Policies to Harness the Productivity Potential of Digital Technologies. OECD Economic Policy Papers, No 26. Paris: OECD, 2019. (На англ.)
2. Bersch, J., Diekhof, J., Krieger, B., Licht, G., Murmann, S. Productivity Slowdown, Innovation and Industry Dynamics // From Industrial Organization to Entrepreneurship. Cham: Springer, 2019. С. 229-241. (На англ.)
3. Zhang, L., Chen, S. China's Digital Economy: Opportunities and Risks. IMF Working Paper [WP/19/16]. International Monetary Fund. 2019. (На англ.)
4. Hawash, R. Lang, G. Does the digital gap matter? Estimating the impact of ICT on productivity in developing countries // Eurasian Economic Review. 2019. С. 1-21. (На англ.)
5. UNCTAD. Digital Economy Report 2019. Geneva : United Nations, 2019. URL: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019_en.pdf (дата обращения: 30.06.2020). (На англ.)
6. Oztemel, E., Gursev, S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies // Journal of Intelligent Manufacturing. 2020. Т. 31. № 1. С. 127-182. (На англ.)
7. Agostini, L., Filippini, R. Organizational and managerial challenges in the path toward Industry 4.0 // European Journal of Innovation Management. 2005. Т. 22. № 3. С. 406-421. (На англ.)
8. Идрисов, Г. И., Княгинин, В. Н., Кудрин, А. Л., Рожкова, Е. С. Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России // Вопросы экономики. 2018. № 4. С. 5-25.
9. DeStefano, T., De Backer, K., & Moussiégt, L. Determinants of digital technology use by companies. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No 40. Paris: OECD, 2017. (На англ.)
10. Nissen, V., Lezina, T., Saltan, A. The Role of IT-Management in the Digital Transformation of Russian Companies // Foresight and STI Governance. 2018. Т. 12. № 3. С. 53-61. (На англ.)
11. Wolf M., Semm A., Erfurth C. Digital transformation in companies—challenges and success factors // International Conference on Innovations for Community Services. Cham: Springer, 2018. С. 178-193. (На англ.)
12. Machado, G., Winroth, M., Carlsson, D., Almström, P., Centerholt, V., Hallin M. Industry 4.0 readiness in manufacturing companies: challenges and enablers towards increased digitalization // CIRP Manufacturing Systems Conference. 2019. Т. 81. С. 1113-1118. (На англ.)
13. Osmundsen, K., Iden, J., Bygstad, B. Digital Transformation: Drivers, Success Factors, and Implications // MCIS 2018 Proceedings, 37. 2018. (На англ.)
14. Liere-Netheler, K., Packmohr, S., Vogelsang, K. Drivers of Digital Transformation in Manufacturing // Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences. 2018. С. 3926-3935. (На англ.)

15. Kokolek, N., Jakovic, B., Curlin, T. Digital Knowledge and Skills – Key Factors for Digital Transformation // Proceedings of the 30th DAAAM International Symposium. Vienna: DAAAM International, 2019. С. 46-53. (На англ.)
16. Andrews, D., Nicoletti, G., Timiliotis, C. Digital technology diffusion: A matter of capabilities, incentives or both? OECD Economics Department Working Papers, No. 1476. Paris: OECD, 2018. (На англ.)
17. Китрар Л. А., Лола И. С. Особенности конъюнктурного измерения цифровой активности предпринимателей в России: подход, индикаторы, пилотные результаты // Вопросы статистики. 2019. Т. 26. № 8. С. 28-42.
18. Лола И. С., Бакеев М. Б. Цифровая трансформация в отраслях обрабатывающей промышленности России: результаты конъюнктурных обследований // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2019. Т. 35. № 4. С. 628-657.
19. Лола, И. С., Бакеев, М. Б. Цифровая трансформация предприятий обрабатывающей промышленности России // Информационное общество. 2020. № 1. С. 3-20.
20. Castelo-Branco, I., Cruz-Jesus, F., Oliveira, T. Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: Evidence for the European Union // Computers in Industry. 2019. Т. 107. С. 22-32. (На англ.)
21. Goldfarb, A., Gans, J., Agrawal, A. The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda. Chicago: University of Chicago Press, 2019. (На англ.)

DRIVERS FOR THE IMPLEMENTATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE MANUFACTURING INDUSTRY OF RUSSIA

Lola, Inna S.

Candidate of Sciences in Economics

*National Research University Higher School of Economics, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, Centre for Business Tendency Studies, deputy director
Moscow, Russian Federation
ilola@hse.ru*

Bakeev, Murat

*National Research University Higher School of Economics, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, Centre for Business Tendency Studies, analyst
Moscow, Russian Federation
mbakeev@hse.ru*

Abstract

The paper examines the benefits associated with digital technologies in Russian manufacturing enterprises, which act as drivers for management decisions on the implementation of digital technologies. The empirical basis of the study is the results of business tendency monitoring of enterprises for 2019. As the results show, among the expected benefits, the most important are the optimization of production and logistics operations, improving the level of customer service and expanding the customer base.

Keywords

manufacturing; digital technologies; business tendency surveys

References

1. Sorbe, S., Gal, P., Nicoletti, G., Timiliotis, C. Digital Dividend: Policies to Harness the Productivity Potential of Digital Technologies. OECD Economic Policy Papers, No 26. Paris: OECD, 2019.
2. Bersch, J., Diekhof, J., Krieger, B., Licht, G., Murmann, S. Productivity Slowdown, Innovation and Industry Dynamics // From Industrial Organization to Entrepreneurship. Cham: Springer, 2019. P. 229-241.
3. Zhang, L., Chen, S. China's Digital Economy: Opportunities and Risks. IMF Working Paper [WP/19/16]. International Monetary Fund. 2019.
4. Hawash, R. Lang, G. Does the digital gap matter? Estimating the impact of ICT on productivity in developing countries // Eurasian Economic Review. 2019. P. 1-21.
5. UNCTAD. Digital Economy Report 2019. Geneva : United Nations, 2019. URL: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019_en.pdf (access date: 30.06.2020).
6. Oztemel, E., Gursev, S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies // Journal of Intelligent Manufacturing. 2020. Vol. 31. No 1. P. 127-182.
7. Agostini, L., Filippini, R. Organizational and managerial challenges in the path toward Industry 4.0 // European Journal of Innovation Management. 2005. Vol. 22. No 3. P. 406-421.
8. Idrisov, G. I., Knyagin, V. N., Kudrin, A. L., Rozhkova, E. S. Novaya tekhnologicheskaya revolyuciya: vyzovy i vozmozhnosti dlya Rossii // Voprosy ekonomiki. 2018. No 4. P. 5-25. (In Russ.)
9. DeStefano, T., De Backer, K., & Moussiégt, L. Determinants of digital technology use by companies. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No 40. Paris: OECD, 2017.
10. Nissen, V., Lezina, T., Saltan, A. The Role of IT-Management in the Digital Transformation of Russian Companies // Foresight and STI Governance. 2018. Vol. 12. No 3. P. 53-61.
11. Wolf M., Semm A., Erfurth C. Digital transformation in companies—challenges and success factors // International Conference on Innovations for Community Services. Cham: Springer, 2018. P. 178-193.

12. Machado, G., Winroth, M., Carlsson, D., Almström, P., Centerholt, V., Hallin M. Industry 4.0 readiness in manufacturing companies: challenges and enablers towards increased digitalization // CIRP Manufacturing Systems Conference. 2019. Vol. 81. C. 1113-1118. (На англ.)
13. Osmundsen, K., Iden, J., Bygstad, B. Digital Transformation: Drivers, Success Factors, and Implications // MCIS 2018 Proceedings, 37. 2018.
14. Liere-Netheler, K., Packmohr, S., Vogelsang, K. Drivers of Digital Transformation in Manufacturing // Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences. 2018. P. 3926-3935.
15. Kokolek, N., Jakovic, B., Curlin, T. Digital Knowledge and Skills – Key Factors for Digital Transformation // Proceedings of the 30th DAAAM International Symposium. Vienna: DAAAM International, 2019. P. 46-53.
16. Andrews, D., Nicoletti, G., Timiliotis, C. Digital technology diffusion: A matter of capabilities, incentives or both? OECD Economics Department Working Papers, No. 1476. Paris: OECD, 2018.
17. Kitrar L. A., Lola I. S. Osobennosti kon'yunkturnogo izmereniya cifrovoj aktivnosti predprinimatelej v Rossii: podhod, indikatory, pilotnye rezul'taty // Voprosy statistiki. 2019. Vol. 26. No 8. P. 28-42. (In Russ.)
18. Lola I. S., Bakeev M. B. Cifrovaya transformaciya v otraslyah obrabatyvayushchej promyshlennosti Rossii: rezul'taty kon'yunkturnyh obsledovanij // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika.. 2019. Vol. 35. No 4. P. 628-657. (In Russ.)
19. Lola, I. S., Bakeev, M. B. Cifrovaya transformaciya predpriyatij obrabatyvayushchej promyshlennosti Rossii // Informacionnoe obshchestvo. 2020. No 1. P. 3-20. (In Russ.)
20. Castelo-Branco, I., Cruz-Jesus, F., Oliveira, T. Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: Evidence for the European Union // Computers in Industry. 2019. Vol. 107. P. 22-32.
21. Goldfarb, A., Gans, J., Agrawal, A. The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda. Chicago: University of Chicago Press, 2019.