

**ТИПОЛОГИЯ СТРАТЕГИЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
С ПРИМЕНЕНИЕМ СКВОЗНЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**© 2022 М. Е. Надеждина^{1,2}, И. А. Зарайченко¹, А. А. Фаррахова¹¹ Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия² Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Статья поступила в редакцию 02.12.2022

Промышленный сектор является основой экономического роста и повышения производительности труда в любой стране. Развитие промышленности сопровождается ростом научной и исследовательской деятельности, способствует формированию базы новых знаний и новых индустрий, появлению инноваций и изобретений внутри страны. Проблемы повышения эффективности и конкурентоспособности российского промышленного производства на фоне нестабильной экономической и политической ситуации на мировых рынках требуют коренного пересмотра существующих парадигм управления субъектами хозяйственной деятельности на макро- и микроэкономических уровнях. В настоящей статье предложена типология стратегий развития предприятий обрабатывающих отраслей в условиях активной компьютеризации, информатизации и цифровизации производственных процессов. Данное исследование особо актуально в свете стратегий и программ технологического развития производственных систем Российской Федерации. Проведен анализ основных стратегий организации производства, а также дополнен с точки зрения глобальной цифровизации и интеллектуализации систем управления, производства и обслуживания. В исследовании предложено определение цифрового производства для дальнейшего его использования в исследованиях применения сквозных цифровых технологий в производственных системах. В исследовании проведен обзор информационных изданий о трендах цифрового производства в России, проанализирована информация применения сквозных цифровых технологий в рамках производственных предприятий.

Ключевые слова: стратегия организации производства, бережливое производство, сквозные цифровые технологии

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-6-121-126

*Исследование выполнено в рамках гранта Президента РФ
по государственной поддержке ведущих научных школ РФ № НШ-1886.2022.2*

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем в промышленности в настоящее время является технологическая модернизация производственных систем, направленная на оптимизацию использования ресурсов, минимизацию отходов, что требует разработки стратегии развития процессов основного и вспомогательного производства.

Актуальность указанных вопросов подтверждается соответствующими государственными программами, стратегиями, нормативно-правовыми документами: наци-

ональная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»; программа «Повышение производительности труда на предприятиях Республики Татарстан на 2015–2020 годы»; Стратегия развития топливно-энергетического комплекса Республики Татарстан на период до 2030 года и в ряде других документах на федеральном, региональных и отраслевых уровнях.

Вопрос технологической модернизации производственных систем в условиях Индустрии 4.0 становится одной из стратегических задач для современного этапа развития обрабатывающих отраслей, требующей решения. Несмотря на широкое распространение инструментов цифровизации в промышленности, таких как облачные технологии, интернет вещей, большие данные, машинное обучение и т.п., предприятия обрабатывающей промышленности демонстрируют низкий уровень активности освоения данных инструментов. В программах технологического развития данные инструменты классифицированы как сквозные цифровые технологии.

Надеждина Мария Евгеньевна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информатики и информационно-управляющих систем.

E-mail: frida333@mail.ru

Зарайченко Ирина Анатольевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры логистики и управления. E-mail: irina-zar@mail.ru

Фаррахова Анжелика Ахатовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры логистики и управления. E-mail: like.73@mail.ru

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В статье проанализированы основные стратегические подходы к организации производственных процессов на предприятии обрабатывающей промышленности. На основе анализа источников [1,2,3,4,5,6,7] предложена классификация стратегий технологического развития производственных систем предприятий обрабатывающей промышленности (рисунок 1).

Уровень производственной системы 0.0 не подразумевает использование цифровых технологий. В настоящее время в отстающих по модернизации отраслях классы производственных систем 0.0 продолжают свое функционирование, однако с каждым годом их становится все меньше. Негибкое производство или производственная система уровня 1.0 характеризуется точечным применением цифровых технологий на отдельных участках производственных линий. Для класса производства 1.0 характерно применение датчиков на определенном оборудовании или локации для удаленного мониторинга. Уровень производственной системы 2.0 бережливое производство охватывает более широкий спектр задач, решаемых с помощью цифровых технологий, в сравнении с производственной системой класса 1.0. На уровне 2.0 помимо тактического планирования цифровые системы проникают и на стратегический уровень, например, в область планирования распределения ресурсов или планирования ремонтных работ оборудования. Интеграция модулей информационных систем между собой и прозрачность вспомогательных для производства информационных потоков характеризует производственные системы класса 3.0, то есть за ходом производственного процесса можно наблюдать в удаленном режиме. Класс произ-

водственных систем 4.0 – умное производство обладает интеллектуальными системами и применяет методы искусственного интеллекта и предиктивной аналитики на этапах производственного цикла как на уровне вспомогательного, так и основного производства.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что изложены стратегии организации промышленного производства с учетом резервов цифровизации. В настоящем исследовании мы предлагаем трактовку понятия цифрового производства – технологическая система производства завершенной или незавершенной продукции, поддерживаемая инструментами цифровизации и автоматизации с целью оптимизации показателей производительности предприятия. Однако, опираясь на анализ технологического развития производственных систем мы можем говорить о нескольких уровнях развития цифрового производства на предприятиях обрабатывающих отраслей. Для уровня производственной системы 4.0 характерно применение сквозных цифровых технологий, поэтому нами проведен обзор их применения на предприятиях РФ. Применение технологии интернет вещей в России и формирование его концепции осуществляет Национальная ассоциация участников рынка промышленного интернета, Ассоциация IoT (Internet of Things) и т.д.

В настоящее время для оптимизации логистической деятельности промышленных предприятий все шире используется инновационные технологии Интернета вещей, как на инструменты роста конкурентоспособности существующего бизнеса. Интернет вещей (ИВ, IoT – Internet of Things) – это система объединенных



Рис. 1. Классификация стратегий технологического развития производственных систем предприятий обрабатывающей промышленности (обобщено авторами)

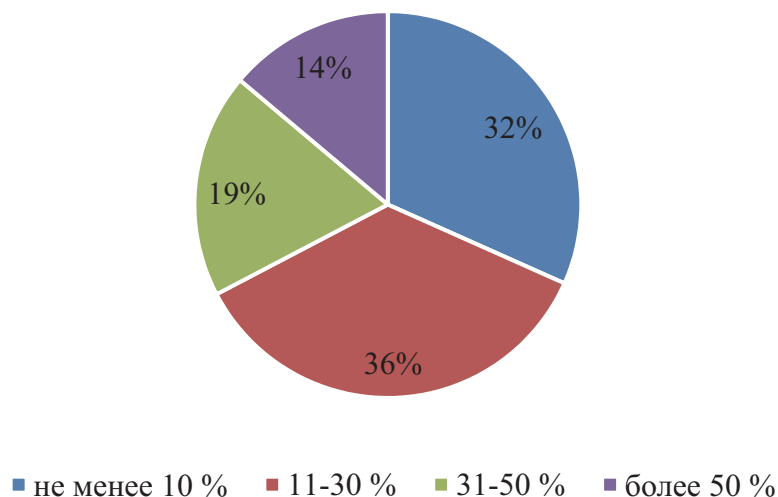


Рис. 2. Доля оборудования предприятий, охваченного датчиками интернета вещей [9]

компьютерных сетей и подключенных физических объектов (вещей) с встроенными датчиками и программного обеспечения для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме без участия человека [9]. В обрабатывающей промышленности эффектами применения интернета вещей является уменьшение производственного цикла, сокращение простоев и ремонтных работ оборудования, оптимизация расходов и планирования, рост качества продукции.

Предприятия обрабатывающей промышленности находятся на высоком уровне оснащения датчиками интернета вещей в сравнении с обрабатывающими производствами России. Отметим, что наиболее восприимчивым к внедрению интернета вещей бизнес-процессом производственного предприятия является логистика, которая охватывает все сквозные процессы от закупки сырья и материалов для производства до реализации готовой продукции.

В рамках целевой цифровизации производственных систем средством повышения эффективности деятельности производственных предприятий является облачные ERP поколения, а также развивающиеся приложения SLM/PLM. Также уже имеет место использование функций таких платформ глобальными производителями промышленного оборудования, установленного на территории России, для выполнения ими своих обязательств перед российскими клиентами по технической поддержке и контрактам жизненного цикла [3]. Термины PLM и SLM нуждаются в дополнительных характеристиках в силу совершенно зарождающегося применения данных стратегических подходов в российской промышленности. Термин Service Lifecycle Management (SLM) является современной философией управления жизненного цикла сервиса предприятия. Применение данной философии повышает рентабельность контрактов с потребителями продукции. Аббревиатура PLM расшифровывается от английского Product



Рис. 3. Внедрение датчиков интернета вещей на промышленных предприятиях РФ [10]

Lifecycle Management, что на русском языке формулируется как управление жизненным циклом продукта. Очевидно, что жизненный цикл продукта и сопутствующего сервиса стратегически едины, имея цель высокого качества при оптимальных затратах предприятия. В структуре информационных технологий производственного предприятия PLM занимает основное место наряду с Supply Chain Management (SCM), Customer Relationship Management (CRM) и Enterprise Resource Planning (ERP).

Однако, производственная система подразумевает собой целостный механизм воспроизводства и информационного сопровождения, но при этом имеет ряд производственных функциональных областей с различными уровнями оснащённости инструментами цифровой поддержки процессов. Рисунок 4 представляет информацию по доле оснащённости цифровыми инструментами производственных функциональных областей российских промышленных предприятий.

Сокращение жизненного цикла производимой продукции и рост её ассортимента в XXI веке рождает спрос на гибкие автоматизированные производства. Увеличение рынков потребления обуславливает расширение производственных площадей. Автоматизированное производство стало необходимостью и прогнозы таковы, что рост автоматизации будет только расти с развитием технологий. Однако 30% работ в производстве можно автоматизировать с существующими технологиями [17].

Стратегическое управление цифровым развитием промышленных предприятий является одним из инструментов повышения эффективности производственных систем, и представ-

ляет собой сложный и трудоёмкий процесс. Необходимость модернизации, информатизации и цифровизации производственных процессов на научной основе на отечественных промышленных предприятиях, перехода на новые стандарты управления в условиях Индустрии 4.0 определяют важность и актуальность проблемы разработки стратегии развития предприятия, способствующей наиболее эффективному достижению целей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье проанализированы тенденции развития промышленного производства России в направлении четвертой промышленной революции. Стратегический подход организации цифрового производства подразумевает использование облачных технологий, определение новых целевых ориентиров, которые можно достигать при помощи рассмотренных в статье приложений и технологий. В рамках этих инициатив в области организации производства развиваются технологии «облачного производства», «виртуального предприятия» и т.п.

Практическая значимость исследования состоит в том, что результаты могут быть использованы при разработке и реализации на предприятиях обрабатывающих отраслей ряд моделей, алгоритмов, что способствует повышению уровня конкурентоспособности и производительности; разработке и реализации ряда инновационных проектов, стратегий и моделей повышения эффективности цифровизации как отдельных подсистем предприятий, так и химико-технологической системы предприятия.



Рис. 4. Производственная экосистема решений на основе данных (цифровые бизнес-модели, использование интернет вещей, межмашинное взаимодействие, а также взаимодействие человека и машины, большие данные) [10]

Научные результаты и выводы могут быть использованы в следующих основных направлениях:

- органами исполнительной власти при разработке и реализации ряда инновационных проектов, стратегий и моделей повышения эффективности производственных систем с применением инструментов цифровизации;
- предприятиями и организациями в целях повышения эффективности мониторинга результативности цифровизации процессов производств;
- образовательными организациями при формировании учебно-методических материалов по дисциплинам, включающим разделы организации производства в отраслях промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плотников, В.А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике / В.А. Плотников // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – №4 (112). – С. 16–24.
2. Амелин, С.В. Совершенствование организации управления производством в условиях новых информационных технологий / С.В. Амелин // Вестник ВГТУ. – 2013. – №3. – С.159-162.
3. Бабушкин, В.М. Методические аспекты оценки потенциала производительности / В.М. Бабушкин, Г.Ф. Мингалеев, В.В. Трутнев, Э.Д. Хисамова, А.А. Трутнева // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2018. – Т. 74. – № 1. – С. 85-91.
4. Нурғалиев Р.К. Организация мониторинга систем управления умным нефтехимическим производством / Р.К. Нурғалиев // Компетентность. – № 4. – 2021. – С. 32-39.
5. Самаруха, В.И. Интеграция производственных систем на базе цифровой платформы / В. И. Самаруха, Т. Г. Краснова, А. Н. Дулесов // Известия Байкальского государственного университета. – 2020. – Т. 30. – № 2. – С. 309-317.
6. Боровков, А.И. Мировая технологическая повестка и глобальные тенденции развития промышленности в условиях цифровой экономики / А.И. Боровков, Л.А. Щербина, В.М. Марусева, Ю.А. Рябов // Инновации. – 2018. – № 12(242). – С. 34-42.
7. Надеждина, М.Е. Методика оценки эффективности цифровизации производственных процессов нефтехимического предприятия / М.Е. Надеждина, А.И. Шинкевич // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2021. – № 2. – С. 72–84.
8. Надеждина, М.Е. Прогрессивные процессы организации производства предприятий химической промышленности / М.Е. Надеждина // Ползуновский альманах. – 2020. – № 1. – С. 55–58.
9. Технологические сдвиги, Интернет Вещей и Цифровая экономика. Аналитика: Обзор рынка // М. Шеховцов. – J'son&Partners Consulting, 2016. [Электронный ресурс]. – URL: <https://json.tv/> (дата обращения 10.11.2022).
10. Революционные инновации в промышленном производстве. «Интернет вещей» и его значение для промышленности // Совместное исследование и анализ PwC и Zpryme.[Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pwc.ru/ru/publications/iot-for-industry.pdf> (дата обращения 10.11.2022).

TYPOLOGY OF PRODUCTION ORGANIZATION STRATEGIES USING END-TO-END DIGITAL TECHNOLOGIES

© 2022 M. E. Nadezhdina^{1,2}, I. A. Zاراichenko¹, A. A. Farrakhova¹

¹ Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

² Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

The industrial sector is the basis of economic growth and increasing labor productivity in any country. The development of industry is accompanied by the growth of scientific and research activities, contributes to the formation of a base of new knowledge and new industries, the emergence of innovations and inventions within the country. The problems of increasing the efficiency and competitiveness of Russian industrial production against the background of the unstable economic and political situation on world markets require a radical revision of the existing paradigms of management of economic entities at the macro- and microeconomic levels. This article proposes a typology of strategies for the development of manufacturing enterprises in the conditions of active computerization, informatization and digitalization of production processes. This study is particularly relevant in the light of strategies and programs of technological development of production systems of the Russian Federation. The analysis of the main strategies of the organization of production is carried out, as well as supplemented from the point of view of global digitalization and intellectualization of control systems, production and service. The study proposes a definition of digital production for its further use in research on the use of end-to-end digital technologies in production systems. The study provides an overview of information publications on digital production trends in Russia, analyzes information on the use of end-to-end digital technologies within manufacturing enterprises.

Keywords: production organization strategy, lean manufacturing, end-to-end digital technologies.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-6-121-126

REFERENCES

1. *Plotnikov, V.A.* Cifrovizaciya proizvodstva: teoreticheskaya sushchnost' i perspektivy razvitiya v rossijskoj ekonomike / V.A. Plotnikov // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta.* – 2018. – № 4(112). – S. 16–24.
2. *Amelin, S.V.* Sovershenstvovanie organizacii upravleniya proizvodstvom v usloviyah novyh informacionnyh tekhnologij / S.V. Amelin // *Vestnik VGTU.* – 2013. – №3. – S.159–162.
3. *Babushkin, V.M.* Metodicheskie aspekty ocenki potenciala proizvoditel'nosti / V.M. Babushkin, G.F. Mingaleev, V.V. Trutnev, E.D. Hisamova, A.A. Trutneva // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A.N. Tupoleva.* – 2018. – T. 74. – № 1. – S. 85–91.
4. *Nurgaliev R.K.* Organizaciya monitoringa sistem upravleniya umnym neftekhimicheskim proizvodstvom / R.K. Nurgaliev // *Kompetentnost'.* – № 4. – 2021. – S. 32–39.
5. *Samaruha, V.I.* Integraciya proizvodstvennyh sistem na baze cifrovoj platformy / V. I. Samaruha, T. G. Krasnova, A. N. Dulesov // *Izvestiya Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta.* – 2020. – T. 30. – № 2. – S. 309–317.
6. *Borovkov, A.I.* Mirovaya tekhnologicheskaya povestka i global'nye tendencii razvitiya promyshlennosti v usloviyah cifrovoj ekonomiki / A.I. Borovkov, L.A. Shcherbina, V.M. Maruseva, Yu.A. Ryabov // *Innovacii.* – 2018.–№ 12(242). – S. 34–42.
7. *Nadezhdina, M.E.* Metodika ocenki effektivnosti cifrovizacii proizvodstvennyh processov neftekhimicheskogo predpriyatiya / M.E. Nadezhdina, A.I. Shinkevich // *Vestnik MGTU im. N.E. Bauman. Ser. Mashinostroenie.* – 2021. – № 2. – S. 72–84.
8. *Nadezhdina, M.E.* Progressivnye processy organizacii proizvodstva predpriyatij himicheskoy promyshlennosti / M.E. Nadezhdina // *Polzunovskij al'manah.* – 2020. – № 1. – S. 55–58.
9. *Tekhnologicheskie sdvigi, Internet veshchej i Cifrovaya ekonomika. Analitika: Obzor rynka* // M. Shekhovcov. – J'son&PartnersConsulting, 2016. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://json.tv/> (data obrashcheniya 10.11.2022).
10. *Revolucionnye innovacii v promyshlennom proizvodstve. «Internet veshchej» i ego znachenie dlya promyshlennosti* // *Sovmestnoe issledovanie i analiz PwC i Zpryme.* – [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.pwc.ru/ru/publications/iot-for-industry.pdf> (data obrashcheniya 10.11.2022).

Maria Nadezhdina, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Informatics and Information Control Systems. E-mail: frida333@mail.ru

Irina Zaraichenko, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Logistics and Management. E-mail: irina-zar@mail.ru

Angelika Farrakhova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Logistics and Management. E-mail: like.73@mail.ru