

## Цифровая интеграция промышленности

А.А. Мюллерсон<sup>1а</sup>, А.Н. Дулесов<sup>2б</sup>, А.А. Кузнецов<sup>1с</sup>, С.И. Сенашов<sup>1д</sup>

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, проспект им. газеты Красноярский рабочий, 31, Красноярск, Россия

<sup>2</sup> Хакасский технический институт – филиал Сибирского федерального университета, ул. Щетинкина, 27, Абакан, Россия

<sup>а</sup>kalmar201@mail.ru, <sup>б</sup>babyshkag@mail.ru, <sup>с</sup>kuznetsov@sibsau.ru, <sup>д</sup>sen@sibsau.ru

Статья поступила 9.11.2021, принята 28.11.2021

*Цифровизация является современным направлением развития экономики, поэтому вопросы цифровизации актуальны и для сферы промышленного производства. Учитывая постоянную потребность в новых технологических совершенствованиях промышленных предприятий, цифровые трансформации становятся неизбежным процессом в промышленном развитии. В статье сделан акцент на цифровые интеграции в сфере промышленного производства, так как цифровые технологии наиболее эффективно внедряются в интегрированных системах, о чём свидетельствуют многочисленные исследования учёных и подтверждают современные тенденции эффективности интеграционных процессов в условиях цифровых трансформаций. Глобальные технологические прорывы также связаны с цифровыми технологиями с одной стороны, и с процессами формирования интегрированных производственных структур, с другой стороны, что объясняет актуальность вопросов цифровой интеграции промышленности. Оценивая цифровое состояние современных организаций по таким критериям, как доля организаций, использующих цифровые технологии в разрезе федеральных округов, авторы приходят к выводу о необходимости активизации процессов освоения цифровых технологий. Одним из факторов, влияющих на ускорение процессов цифровизации, являются интеграционные трансформации в производственной сфере. Объяснение увеличения доли цифрового производства с ростом интеграционных взаимодействий являются обоснованными, так как цифровые и интеграционные трансформации приводят к особому рода интеграционно-цифровым эффектам: повышению конкурентоспособности, созданию единых интеграционно-цифровых платформ, повышению устойчивости промышленных предприятий и обмену цифровыми ресурсами. В статье объясняется синергетический эффект, получаемый от интеграционно-цифровых трансформаций в производственной сфере, и акцентируется внимание на необходимости стимулирования интеграционных процессов промышленных предприятий при активном внедрении региональных цифровых платформ, что необходимо учитывать государственным органам управления при реализации национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации».*

**Ключевые слова:** цифровизация промышленного производства, цифровые технологии, цифровые интеграции, интеграционно-цифровые платформы.

## Digital integration of industry

A.A. Mullerson<sup>1a</sup>, A.N. Dulesov<sup>2b</sup>, A.A. Kuznetsov<sup>1c</sup>, S.I. Senashov<sup>1d</sup>

<sup>1</sup> Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Prospect named after the newspaper Krasno-Yarsky Worker, 31, Krasnoyarsk, Russia

<sup>2</sup> Khakass Technical Institute - Branch of Siberian Federal University, 27 Shchetinkina str., Abakan, Russia

<sup>а</sup>kalmar201@mail.ru, <sup>б</sup>babyshkag@mail.ru, <sup>с</sup>kuznetsov@sibsau.ru, <sup>д</sup>sen@sibsau.ru

Статья поступила 9.11.2021, принята 28.11.2021

*Digitalization is a modern direction of economic development, including the issues of digitalization are relevant for the sphere of industrial production. Given the constant need for new technological improvements of industrial enterprises, digital transformations are becoming an inevitable process in industrial development. The article focuses on the digital integration of industrial production, as digital technologies are most effectively implemented in integrated systems, as evidenced by numerous studies of scientists and confirm the current trends in the effectiveness of integration processes in the context of digital transformations. Global technological breakthroughs are also connected with digital technologies on the one hand, and with the processes of forming integrated production structures on the other hand, which explains the relevance of the issues of digital integration of industry. Assessing the digital state of modern organizations by criteria such as the share of organizations using digital technologies in the context of federal districts, the authors come to the conclusion that it is necessary to activate the processes of mastering digital technologies. One of the factors influencing the acceleration of digitalization processes is integration transformations in the production sector. The explanation of the increase in the share of digital production with the growth of integration interactions is justified, since digital and integration transformations lead to integration-digital effects: increasing competitiveness, creating unified integration-digital platforms, increasing the sustainability of industrial enterprises and the exchange of digital resources. The article explains the synergetic effect obtained from integration and digital transformations in the production sector and focuses on the need to stimulate the integration processes of industrial enterprises with the active*

*introduction of regional digital platforms, which must be taken into account by government authorities when implementing the national program "Digital Economy".*

**Keywords:** digitalization of industrial production, digital technologies, digital integrations, integration-digital platforms.

Современные цифровые трансформации, происходящие в обществе, влияют на все сферы экономической деятельности, в том числе на деятельность промышленных предприятий. Несмотря на то что сфера производства является достаточно инертной для быстроменяющейся цифровой среды, тем не менее, процессы цифровизации активно захватывают технологические и управленческие структуры промышленного производства [1, 2, 3].

Цифровые трансформации идут нарастающими темпами, лавинообразным характером. В первую очередь это касается институциональной среды. На фоне этих процессов формируется соответствующая цифровая среда, в которой функционируют различные субъекты экономики, в том числе и промышленные предприятия. Внешнее воздействие, оказываемое развивающимися цифровыми технологиями на промышленное производство, меняет формы взаимодействия предприятий, то есть появляются предпосылки для цифровой интеграции субъектов производственной деятельности [4, 5, 6].

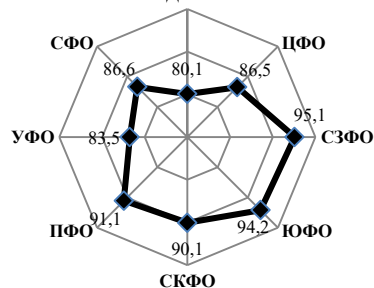
Цифровые преобразования касаются всех процессов производственной деятельности предприятий за счёт глобальных технологических прорывов. Результаты мирового опыта по цифровым трансформациям сферы производства изучаются с целью выработки механизма вхождения промышленных предприятий в цифровую среду [7, 8, 9, 10].

Уже сейчас становится понятным, что цифровые технологии, внедряемые в производство, предусматривают сквозную цифровизацию и интеграцию промышленных предприятий в цифровую экосистему [11]. Таким образом, актуальным становится направление цифровой интеграции производственных предприятий на базе единых цифровых платформ.

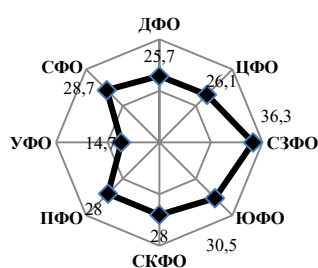
В России происходят серьёзные изменения в цифровизации общества, в том числе производственной сферы деятельности, но темпы цифровых трансформаций пока остаются на среднем уровне (рис. 1).

Согласно статистическим данным за 2019 год более 86 % организаций используют широкополосной интернет. Наибольший удельный вес организаций, имеющих широкополосной интернет, приходится на Южный федеральный округ (94,2 %), наименьший – в Дальневосточном федеральном округе (80,1 %).

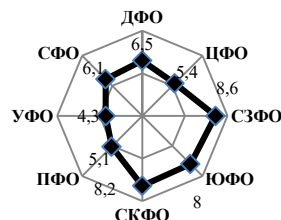
#### широкополосный интернет



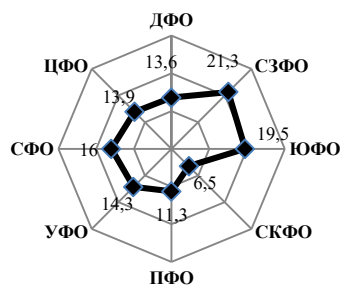
#### облачные сервисы



#### RFID-технологии



#### ERP-системы



ЦФО – Центральный федеральный округ; СЗФО – Северо-Западный федеральный округ; ЮФО – Южный федеральный округ; СКФО – Северо-Кавказский федеральный округ; ПФО – Приволжский федеральный округ; УФО – Уральский федеральный округ; ДФО – Дальневосточный федеральный округ; СФО – Сибирский федеральный округ

**Рис. 1.** Доля организаций, использующих цифровые технологии в федеральных округах Российской Федерации за 2019 год, в процентах [12]

Наблюдается большой разброс данных использования облачных сервисов организаций по федеральным округам, свидетельствующий об отсутствии региональных цифровых платформ, либо об инертности организаций по переходу на цифровые технологии. Северо-Западный федеральный округ имеет самые высокие показатели по представленным статистическим данным использования цифровых технологий: 95,1 % – широкополосной интернет; 36,3 % – облачные сервисы; 8,6 % – RFID-технологии; 21,3 % – ERP-технологии. Самое серьёзное цифровое отставание выявлено в Дальневосточном, Уральском и Северо-Кавказском федеральных округах. Следовательно, вопросы регионального управления в этих округах должны быть направлены на повышение цифровизации производственной сферы.

Промышленное производство входит в единую систему социально-экономических процессов страны. Тем не менее, разнообразие социально-экономических и научно-технических процессов в регионах влияют на условия для формирования успешной базы развития производства, и в первую очередь, – на цифровизацию сферы производства [13, 14, 15].

Учитывая наличие пяти уровней управления промышленным производством, (глобальный уровень, межнациональный, макроуровень, территориальный и микроуровень) можно утверждать, что промышленные предприятия испытывают потребность, в первую очередь, в территориальной адаптации к цифровой экономике.

Для того чтобы внедриться в глобальную систему производства и успешно конкурировать в ней, следует обратить серьёзное внимание на процессы интеграции, происходящие на всех уровнях функционирования предприятий промышленного производства.

Развитию данных процессов способствует ускорение темпов цифровизации экономики [16, 17, 18, 19]. Следовательно, при включении производственных предприятий в единую цифровую экосистему процессы производства будут зависеть от наличия цифровых платформ и технологий, реализуемых на территории размещения производства. Но не все производственные предприятия имеют развитую цифровую базу для того, чтобы обособленно внедрять цифровые программы. Следовательно, процессы интеграции будут способствовать сближению условий цифровизации предприятий промышленного производства.

Развитие промышленных предприятий можно рассматривать с позиции двух основных тенденций: цифровизации и интеграции производственных процессов на базе современных технологий (рис. 2).

Все изменения в промышленном производстве в настоящее время происходят за счёт эффективных методов управления экономической деятельностью предприятия. Так, многие процессы производства получают новый потенциал развития за счёт организационно-технологических изменений, связанных с цифровыми инновациями на всех этапах функционирования предприятия. Вследствие этого происходит увеличение добавленной стоимости, интенсификация процессов производства, снижение ресурсоёмкости и трудоёмкости, повышение качества выпускаемой продукции, и в целом наблюдается значительный рост темпов производства.

Процессы активной цифровизации экономики способствуют наращиванию цифрового потенциала развития промышленного производства и формированию интеграционных связей между промышленными предприятиями вследствие включения их в единую цепочку создания продукции за счёт основного, вспомогательного и сопутствующего производств, использующих единые цифровые технологии при проектировании, производстве и реализации промышленной продукции.

Получаемые интеграционно-цифровые эффекты связаны с внедрением цифровых технологий в интегрированные промышленные системы. В итоге, промышленные предприятия имеют возможность значительно повышать эффективность своей деятельности за счёт цифровых и интеграционных эффектов:

- повышения конкурентоспособности, устойчивости, экологичности, гибкости и адаптивности к рынку;
- оперативности управления;
- повышения производительности труда промышленного производства;
- оптимизации производственных процессов;
- снижения ценовых, экономических и прочие ограничения.

Всё это становится возможным лишь при условии интегрирования промышленных предприятий на базе единых цифровых платформ и технологий.

В настоящее время вопросы интеграции определяют вхождение предприятий в единое цифровое пространство, так как выравнивание производственно-технологических условий функционирования предприятий становится возможным только в соответствующей цифровой среде, то есть при наличии условий внедрения новых цифровых технологий.



**Рис. 2.** Интеграционно-цифровые эффекты деятельности предприятий промышленного производства

Эффективность функционирования промышленных предприятий в интегрированно-цифровой среде можно описать с помощью следующей модели:

$$\mathcal{E}_{иц} = \left( \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{ци} + \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{иц} \right) \cdot K_{сэ},$$

где  $\mathcal{E}_{иц}$  – эффект от интегрированно-цифровых взаимодействий производственных предприятий,  $\mathcal{E}_{ци}$  – эффект от применения цифровых технологий на  $i$ -ом производственном предприятии (увеличение прибыли за счет цифровизации производственных процессов),  $\mathcal{E}_{иц}$  – интеграционный эффект  $i$ -го предприятия (снижение внутренних затрат за счет включения в единую цепочку создания продукции),  $K_{сэ}$  – коэффициент синергетического эффекта.

Таким образом, можно утверждать, что интеграционно-цифровой эффект является не простым суммарным эффектом от влияния интеграции и цифровизации процессов производства, а ещё действует синергетическая составляющая, объясняющая нарастающий результат, многократно превышающий действие всех составляющих элементов.

Синергетический эффект возникает за счёт цифровых и интеграционных трансформаций, приводящих к необходимости стратегических преобразований процессов промышленного производства, перестраиванию системы производства под единые цифровые платформы. Это позволяет перейти от локальной цифровизации производственных процессов отдельного предприятия к цифровизации сферы промышленного производства [19, 20, 21]. Интеграция промышленных предприятий в условиях цифровой экономики способствует совершенствованию инвестиционного инструментария развития промышленности, стимулированию технологических трансформаций, совершенствованию межбюджетных отношений в части региональной промышленной политики.

Наметившиеся в настоящее время интеграционные процессы происходят на фоне активизации цифровых технологий. Следовательно, цифровые преобразования органично встраиваются в интеграционные схемы взаимодействия предприятий промышленного производства.

Учитывая значительную дифференциацию макрорегионов по применению цифровых технологий предприятиями и организациями, следует разрабатывать цифровую стратегию развития территории с учётом происходящих интеграционных процессов в сфере промышленного производства. В этом случае шансы цифрового прорыва промышленных предприятий значительно повышаются.

Учитывая значительную дифференциацию макрорегионов по применению цифровых технологий предприятиями и организациями, следует разрабатывать цифровую стратегию развития территории с учётом происходящих интеграционных процессов в сфере промышленного производства. В этом случае шансы цифрового прорыва промышленных предприятий значительно повышаются.

*Литература*

1. Дранев Ю.Я., Кучин И.И., Фадеев М.А. Цифровая экономика. Вклад цифровизации в развитие национальной экономики / Ин-т стат. исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, 2018. [Электронный ресурс]. URL:

1. <https://issek.hse.ru/news/221125086.html> (дата обращения: 12.12.2021).
2. Varian H.R. Copying and Copyright // Journal of Economic Perspectives. 2005. V. 19. № 2. P. 121-138.
3. Albukhitan S. Developing Digital Transformation Strategy for Manufacturing // Procedia Computer Science. 2020. P. 664-671.

4. Becker W., Schmid O., Botzkowski T. Role of CDOs in the digital transformation of SMEs and LSEs. An empirical analysis // Hawaii International Conference on System Sciences. 2018. P. 4534-4543.
5. Kristoffersen E., Blomsma F., Mikalef P., Li J. The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies // Journal of Business Research. 2020. V. 120. P. 241-261.
6. Pagani M. Digital business strategy and value creation: framing the dynamic cycle of control points // MIS Quarterly. 2013. № 2. P. 617-632.
7. Макаров И.Н., Широкова О.В. Цифровая трансформация разномасштабных предприятий, вовлеченных в реальный сектор российской экономики // Экономические отношения. 2019. № 1. С. 313-326.
8. Николаев М.В. Развитие форм организации производства как фактор эффективности хозяйствования // Проблемы современной экономики. 2005. № 3/4. С. 149-152.
9. Сольский С.Б. Интеграция промышленных предприятий на основе кластерного подхода: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Байкал. гос. ун-т экономики и права. Иркутск, 2009. 203 с.
10. Драгун Н.П., Волкова Ю.А. Проблемы выбора формы интеграции предприятий на рынке // Актуальные вопросы экономического развития: теория и практика: сб. науч. ст. / Гомел. гос. ун-т; редкол.: О.М. Демиденко. Гомель, 2016. Вып. 5. С. 189-192.
11. Зубрицкая И.А. Цифровая трансформация промышленных предприятий Республики Беларусь: экономическое содержание, виды и цели // Цифровая трансформация. 2018. № 2 (3). С. 5-13.
12. Абдрахманова Г.И., Вишнеvский К.О., Гохберг Л.М. Индикаторы цифровой экономики: 2020: стат. сб. М.: НИУ ВШЭ, 2020. 360 с.
13. Андрианов К.Н. Модернизация промышленности как основа обеспечения конкурентоспособности и инновационного развития экономики России // Горизонты экономики. 2012. № 2. С. 25-30.
14. Бородин В.А., Марков А.М. Новая индустриализация - основа промышленной политики региона // Grand Altai Research & Education. 2014. № 1. С. 71-75.
15. Гагарина Г.Ю. Сетевые структуры и их роль в формировании и развитии пространственной интеграции экономики регионов // Вестн. СГСЭУ. 2012. № 5 (44). С. 24-36.
16. Coleman J. Foundations of Social Theory. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1990. P. 156-168.
17. Слепцова Ю.А., Качалов Р.М. Интеграционная стратегия предприятия в условиях цифровой трансформации экономики // Науч.-технические ведомости С.-Петербур. гос. политехнического ун-та. Экономические науки. 2018. Т. 11. № 5. С. 7-21.
18. Шугуров М.В. Формирование модели научно-технологической интеграции в рамках ЕАЭС: теоретические и методологические аспекты // Политика и Общество. 2020. № 4. С. 50-81.
19. Бабкин А.В., Пестова А.Ю. Показатели для оценки уровня цифровизации промышленного предприятия // Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионально-го и муниципального управления: материалы XIV Междунар. науч.-практической конф. (1-2 июня 2019 г.). Курск, 2019. С. 38-41.
20. Гилева Т.А. Цифровая зрелость предприятия: методы оценки и управления // Вестн. УГНТУ. Наука, образование, экономика. Сер. Экономика. 2019. № 1. С. 38-52.
21. Куприянова М.В. Методологические подходы к оценке уровня цифровизации промышленного производства // Право, экономика и управление: актуальные вопросы: сб. материалов Всерос. науч.-практической конф. с междунар. участием. (13 дек. 2019 г.). Чебоксары, 2019. С. 28-34.