

Российская академия наук
Уральское отделение
Институт экономики

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ:
ТЕНДЕНЦИИ, УПРАВЛЕНИЕ, СТРАТЕГИИ**

Сборник научных статей

Екатеринбург
2022

УДК 339.137.21
ББК 65.9(2)29
Ц70

Издание подготовлено в соответствии с планом НИР
для ФГБУН «Институт экономики УрО РАН»

Рецензенты:

д.э.н., доцент Орехова С.В.
д.э.н., доцент Лаврикова Ю.Г.

Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии: сб. науч. ст. / отв. ред. член-корреспондент РАН, д.э.н., профессор Акбердина В.В. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2022. — 312 с.

ISBN 978-5-94646-673-8

Ц70 Сборник научных статей ставит своей целью оценить тенденции и перспективы цифровой трансформации промышленности и индустриальных рынков, сформировать представление о механизмах реализации процессов цифровизации, обосновать успешные стратегии цифровой трансформации отраслей промышленности и промышленных предприятий. Фокус исследований направлен на оценку устойчивости вектора цифровой трансформации промышленности в неопределенной среде, цифровые решения связанности индустриальных рынков, адаптивность ESG-ценностей к цифровому переходу промышленности.

Сборник научных статей предназначен научным работникам, преподавателям высшей школы, предназначен для широкого круга читателей, интересующихся экономикой промышленности и вопросами цифровизации.

УДК 339.137.21
ББК 65.9(2)29

ISBN 978-5-94646-673-8

© Институт экономики УрО РАН, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Акбердина В.В.</i> Затраты на цифровизацию: кросс-индустриальный анализ в промышленности России	5
<i>Аль-Равазки А.С., Цатхланова Т.Т.</i> Разумный бюджет в Ираке: возможности и проблемы	18
<i>Борисов А.Ю., Михайкина Л.А.</i> Основные препятствия на пути цифровой трансформации регионов РФ и возможные пути их преодоления	34
<i>Бродецкий Г.Л., Гусев Д.А., Шидловский И.Г.</i> Возможности оптимизации выбора контрагента по многим критериям в условиях неопределенности	53
<i>Василенко Е.В.</i> Цифровая экосистема как стратегия трансформации промышленных компаний	63
<i>Дахел М.С., Азарков Г.А.</i> Расширение применения искусственного интеллекта для цифровизации бухгалтерского учета с целью поддержки цифровой трансформации промышленности	76
<i>Евсеев А.С., Морозова Н.В., Васильева И.А.</i> Факторы и риски цифровой трансформации промышленности территорий РФ	85
<i>Ершова И.В., Ключев А.В.</i> Реализация стратегии концентрации на перспективных заказчиках с использованием цифровых технологий	92
<i>Ершова И.В., Тотьмянин А.А.</i> Оперативное управление производством на основе цифровой модели	100
<i>Зова В.А.</i> Современные информационные технологии поддержки предприятий в условиях риска	109
<i>Кадцына Е.С.</i> Методологическое обеспечение развития информатизации в условиях становления цифровой экономики	119
<i>Михайлов В.С.</i> Возможности улучшения условий развития инновационного предпринимательства в России	129
<i>Михайлова О.П., Воронина В.М.</i> Структурирование внешней среды промышленного предприятия в целях обеспечения цифровой трансформации	145
<i>Нетиевский А.В., Прилуцкая М.А.</i> Управление заказом в условиях цифровизации машиностроительного предприятия ...	156

<i>Орлова Т. С., Тимошин А. А.</i> Подходы к оценке устойчивого развития предприятий машиностроения в условиях цифровизации	167
<i>Романова О. А., Пономарева А. О.</i> Цифровизация промышленности как фактор повышения устойчивости экономики к шоковым воздействиям.....	174
<i>Романова О. А., Сиротин Д. В.</i> Проблемы цифровизации отечественной металлургии в условиях санкционного давления	185
<i>Самосудов М. В., Зуйков Я. П., Багрин П. П.</i> Необходимость и возможность комплексных программных решений для автоматизации управления развитием организации	206
<i>Сиволов Д. Л.</i> Российский опыт цифровой трансформации АПК: социально-синергетический подход	217
<i>Смирнов В. В., Хохлова П. И., Бормотов А. С.</i> Методология Agile в условиях ESG трансформации	234
<i>Тухтарова Е. Х.</i> Промышленный потенциал добывающей отрасли в условиях перехода на шестой технологический уклад	244
<i>Ценжарик М. К., Стешенко В. И.</i> Сервисные бизнес-модели как драйвер операционной и финансовой устойчивости компаний	256
<i>Шкарупета Е. В.</i> Ценологический подход в исследовании промышленных экосистем в условиях перехода к индустрии 5.0.....	269
<i>Шориков А. Ф.</i> Двухуровневая мультиагентная иерархическая интеллектуальная семантическая сеть для описания динамики и оптимизации функционирования объектов сетевого промышленного комплекса	281
<i>Ююкина Т. И.</i> Цифровая трансформация промышленности Китая в парадигме блокчейн-технологии	298

УДК 332.14

JEL classification: L16, O30

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-1

Затраты на цифровизацию: кросс-индустриальный анализ в промышленности России¹

В.В. Акбердина ^а

^а Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0002-6463-4008>

Автор для корреспонденции: В. В. Акбердина (akberdina.vv@uiec.ru).

Аннотация. *Статья посвящена исследованию отраслевых бюджетов на цифровую трансформацию. Целью исследования является детальный анализ затрат на внедрение и использование цифровых технологий в отраслях промышленности и их связь с результативностью производства. Автором проведена оценка структуры «цифрового» бюджета в промышленности в целом, выделены наиболее значимые статьи расходов и статьи, на которые выделяется недостаточный объем средств. Автором проводится кросс-индустриальная структура затрат на цифровую трансформацию промышленности и раскрываются некоторые отраслевые особенности. Важным результатом исследования стала оценка достаточности и результативности произведенных затрат на цифровой переход в отраслях промышленности и группировка отраслей в матрице эффективности. Исследование также подтвердило вывод о том, что объем финансирования цифровизации промышленных предприятий не всегда является главным фактором цифрового перехода. При наличии значительного «цифрового» бюджета барьерами цифровизации могут стать недостаточная зрелость бизнес-процессов предприятия, низкий уровень цифровых компетенций и несогласованность бизнес-стратегии и стратегии цифровой трансформации.*

Ключевые слова: цифровизация промышленности; кросс-отраслевой анализ; затраты на цифровизацию.

¹ © Акбердина В.В. Текст. 2022

Digitalisation Costs in Russian Industry: Cross-Industry Analysis

V. V. Akberdina ^a

^a Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-6463-4008>

Corresponding author: V. V. Akberdina (akberdina.vv@uiec.ru).

Abstract. *The paper examines industries' budgets for digital transformation. The study presents a detailed analysis of costs for the introduction and use of digital technologies in industries and their impact on the production efficiency. The article assesses the structure of the digital budget in the industry as a whole, identifies the most significant cost items and items for which insufficient funds are allocated. A conducted cross-industry analysis of the structure of costs for the digital transformation revealed some industry features. An important result of the study was the assessment of the sufficiency and effectiveness of the costs incurred for the digital transition in the branches of industry and the grouping of industries in the efficiency matrix. The study also confirmed that the amount of financing for the digitalisation of industrial enterprises is not always the main factor in the digital transition. In the presence of a significant digital budget, the barriers to digitalisation may be the insufficient maturity of the enterprise's business processes, the low level of digital competencies and inconsistency of the business strategy and the strategy of digital transformation.*

Keywords: digitalisation of industry; cross-industry analysis; digitalisation costs.

Введение

Процессы цифровой трансформации в отраслях промышленности протекают неравномерно. Во многом это связано с предпосылками цифровизации отраслей, готовностью отрасли к цифровому переходу и, безусловно, с финансовыми возможностями предприятий. Так, в статье О.И. Долгановой и Е.А. Деевой достаточно подробно исследованы проблемы недостаточно масштабной цифровизации бизнеса и проблемы, препятствующие цифровой трансформации [1]. Проведенный авторами экспертный опрос показал, что одними из главных барьеров цифровизации являются недостаточная зрелость бизнес-процессов предприятия, низкий уровень цифровых компетенций и рассогласованность бизнес-стратегии и стратегии цифровой трансформации. Отсутствие необходимого финансирования как барьер цифровизации находится лишь в середине рейтинга всех проблем [1]. Исследования других авторов также свидетельствуют о том, что финансовые возможности промышленных предприятий играют важную, но не ведущую роль в цифровом переходе отраслей промышленности [2–8].

Целью данной статьи является детальное исследование бюджетов на цифровую трансформацию в отраслях промышленности и их связь с результативностью производства. Мы рассмотрим структуру «цифрового» бюджета в промышленности в целом, выделим наиболее значимые статьи и статьи, на которые выделяется недостаточный объем средств. Далее проанализируем кросс-индустриальную структуру затрат на цифровую трансформацию промышленности и раскроем некоторые отраслевые особенности. Наконец, определим достаточность и результативность произведенных затрат на цифровой переход в отраслях промышленности и сгруппируем отрасли из оценки эффективности.

Теоретические рамки

Наше исследование опирается на следующие теоретические и концептуальные положения.

Первой теоретической рамкой исследования является теория четвертой промышленной революции и содержательно вложенная в нее концепция Индустрии 4.0 [9–11]. Как уже было нами отмечено ранее [12], понятие «Индустрия 4.0» содержательно соответствует понятию «цифровая трансформация промышленности». Поэтому в контексте данного исследования для корректного понимания «цифровых» бюджетов будем придерживаться следующего понимания цифровой трансформации промышленности: это процессы системного «перехода промышленности из одного технологического уклада в другой посредством масштабного использования цифровых и ИКТ с целью повышения уровня ее эффективности и конкурентоспособности» [12]. Соответственно, затраты на цифровую трансформацию — это затраты на внедрение и использование цифровых технологий, приводящие к существенным изменениям технологического уклада и обеспечивающие повышение эффективности производства и конкурентоспособности.

Вторая теоретическая рамка — это теория инновационного менеджмента, связанная с оценкой влияния технологических изменений на результативность промышленных предприятий. В последнее десятилетие ученые, занимающиеся менеджментом и организационными вопросами, уделяют все большее внимание взаимосвязям между цифровой трансформацией и управлением инновациями [13–17]. На наш взгляд, технологические и организационные изменения, связанные с использованием цифровых технологий, существенно отличаются от традиционных инноваций, поскольку цифровые технологии имеют характер «сквозных», а процесс их

внедрения является сложным, многоуровневым, нелинейным. Особенно сложной является оценка эффективности затрат на ведение «сквозных» цифровых технологий.

Концепции цифровой зрелости и цифровых стратегий формируют третью теоретическую рамку исследования. Поскольку «цифровой» бюджет является залогом реализации стратегий цифровой трансформации, нам важно будет понимать его структуру и влияние на результативность не только самой стратегии цифровизации, но и на результативность бизнес-стратегий предприятий и стратегию развития отрасли. Указанные концепции пока не сложились в отдельное теоретическое направление, но имеются отдельные предпосылки систематизации [18–20].

Данные и методы

В исследовании использованы данные Федеральной службы государственной статистики РФ о затратах на цифровизацию в разрезе видов затрат за 2021 г., а также данные об объемах отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, и индексах производства. В исследовании данные приведены по видам экономической деятельности, относимым к промышленности, — укрупненно (разделы В, С, D, E по классификатору ОКВЭД-2) и детализированно (отрасли промышленности — десятичные коды по классификатору ОКВЭД-2). Основной исследовательский метод — кросс-индустриальный анализ, включающий структурный, компаративный и сквозной методы анализа.

Результаты

1. Структура бюджета на цифровую трансформацию в 2021 г.

В 2021 г. общий объем средств, направленных на цифровую трансформацию в промышленности РФ, составил 478,7 млн руб., из которых 72 % — это внутренние затраты, связанные с приобретением оборудования, программных средств, обучением персонала и др. Внешние затраты на цифровизацию, к которым относится аренда цифрового оборудования и программных средств, техническая поддержка и доступ к базам данных, составляют 28 % всего бюджета цифровизации промышленности.

В 2021 г. из 343,3 млн руб. внутренних затрат на цифровую трансформацию в промышленности 138,2 млн руб. (40,2 %) было направлено на приобретение машин и оборудования, связанного с цифровыми технологиями, из которых практически половину составили вычислительная техника и оргтехника (рис. 1). Собственно цифро-

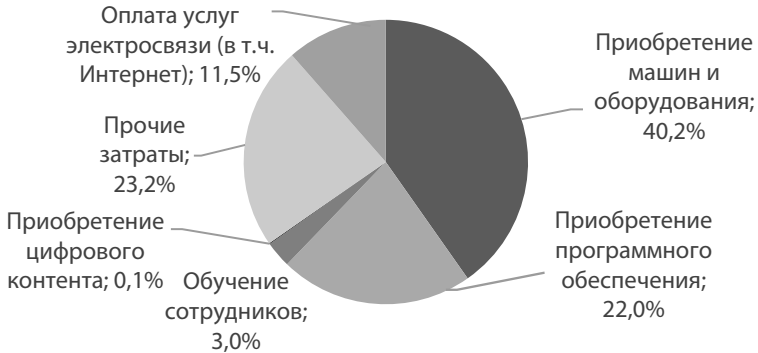


Рис. 1. Структура внутренних затрат на цифровую трансформацию в промышленности РФ, 2021 г.

Источник: Федеральная служба государственной статистики РФ, <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>

вое производственное оборудование было закуплено лишь на сумму 31,1 млн руб.

Доля закупок программного обеспечения составила в 2021 г. 22 % всего бюджета внутренних затрат на цифровизацию, что составляет 75,4 млн руб. Необходимо отметить, что доля российского программного обеспечения составила 40,5 % от стоимости закупок программных средств. Достаточно незначительными в настоящее время видятся расходы на обучение сотрудников — 3 % всех внутренних расходов на цифровую трансформацию. Такие расходы, как приобретение цифрового контекста, в промышленности практически не встречаются.

2. Кросс-индустриальная структура затрат на цифровую трансформацию промышленности в 2021 г.

Бюджет на цифровую трансформацию распределен между отраслями неравномерно. Так, 75 % бюджета цифровизации приходится на 10 отраслей (справочно: всего в ОКВЭД к промышленности относится более 30 видов деятельности) (рис. 2). Лидерами промышленности по абсолютному объему затрат на цифровизацию являются энергетика, производство нефтепродуктов, газо- и нефтедобыча, производство металлоизделий, электроника и приборостроение.

При этом отдельные виды затрат на цифровую трансформацию имеют выраженные отраслевые особенности.

Так, долю затрат на приобретение цифрового оборудования в размере более 10 % всего бюджета на цифровую трансформацию имеют предприятия тяжелого и транспортного машиностроения,



Рис. 2. Структура затрат на внедрение и использование цифровых технологий в разрезе отраслей промышленности РФ, 2021 г., %
 Источник: Федеральная служба государственной статистики РФ, <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>

производство резиновых и пластмассовых изделий, деревообработки и производства мебели. Причем, наиболее высокие расходы на цифровое оборудование отмечаются в автомобилестроении (58,3 %), производстве мебели (54,7 %), общем машиностроении (35,3 %). В этих отраслях основной акцент сделан именно на цифровом оборудовании, а не приобретении (разработке) программного обеспечения.

Акцент на программное обеспечение (доля затрат на покупку или разработку более 20 %) сделан в «цифровых» бюджетах таких отраслей, как добыча нефти, газа, угля, металлических руд, производство нефтепродуктов, металлургии, производство медикаментов и электроники, а также производство напитков и табака. Лидерами по доле расходов на покупку программных средств в объеме затрат на цифровизацию являются производство нефтепродуктов (61,4 %), производство табачных изделий (41,5 %) и производство лекарственных средств (39,8 %).

Приверженцами импортозамещения (доля затрат на российское программное обеспечение в объеме затрат на программное обеспечение составляет более 50 %) являются угольные предприятия (65,2 %), предприятия легкой промышленности (в производстве одежды — 56,7 %, в производстве текстильных изделий — 69,6 %), типографии (95,5 %), предприятия, производящие готовые металлоизделия (92,4 %, причем на металлургических предприятиях доля российского программного обеспечения всего 22,3 %), предприятия, производящие электронику и приборы (54,1 %). В меньшей степени ориентированы на российское программное обеспечение предприятия нефтепереработки (6,9 %) и производства табака (9,4 %).

Затраты на обучение персонала, связанное с внедрением цифровых технологий, в целом по промышленности занимают небольшую долю, однако ряд отраслей уделяет этому повышенное внимание — это энергетические предприятия, предприятия автомобилестроения и химической промышленности.

Достаточно специфичными являются затраты на приобретение доступа к внешним базам данных. Эти расходы характерны для пищевой и легкой промышленности, деревообработки и полиграфической деятельности, а также коммунального хозяйства.

Ранее в исследованиях отмечалось, что металлургические предприятия, а также предприятия, производящие электрооборудование, электротехнику и химическую продукцию, являются наиболее готовыми к цифровой трансформации бизнеса, поскольку в данных отраслях уровень первичной цифровизации и автоматизации

достаточно высок [21]. Сегодня мы наблюдаем, что именно эти предприятия имеют значительную долю «цифрового» бюджета, направленного не на приобретение цифрового оборудования, а на разработку программного обеспечения. Далее, можно прогнозировать, что указанные отрасли будут увеличивать ту долю «цифрового» бюджета, которая направлена на увеличение цифровых компетенций сотрудников и рост человеческого капитала компаний.

3. Эффективность затрат на цифровую трансформацию в 2021 г.

Анализ абсолютных значений затрат на цифровизацию отраслей промышленности будет неполным, если его не дополнить анализом относительных показателей. Рассчитаем значение показателя «затраты на цифровизацию на 1 млн руб. выпуска промышленной продукции» и сопоставим их с индексом промышленного производства. Указанные показатели приведены на рисунке 3. Размер круга на рисунке 3 соответствует объему бюджета отрасли на цифровую трансформацию в 2021 г.¹

В 2021 г. лидерами по объему затрат на цифровизацию в расчете на 1 млн руб. выпуска промышленной продукции стали предприятия кожевенного производства, предприятия электроники

¹ Цифрами на рисунке 3 обозначены: 1 — производство кожи и изделий из кожи; 2 — производство компьютеров, электронных и оптических изделий; 3 — добыча прочих полезных ископаемых; 4 — обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха; 5 — производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования; 6 — деятельность полиграфическая и копирование носителей информации; 7 — производство прочих транспортных средств и оборудования; 8 — производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях; 9 — производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки; 10 — предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых; 11 — ремонт и монтаж машин и оборудования; 12 — производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов; 13 — водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений; 14 — производство мебели; 15 — производство электрического оборудования; 16 — производство прочих готовых изделий; 17 — производство прочей неметаллической минеральной продукции; 18 — производство напитков; 19 — производство кокса и нефтепродуктов; 20 — добыча металлических руд; 21 — производство бумаги и бумажных изделий; 22 — производство текстильных изделий; 23 — производство одежды; 24 — производство химических веществ и химических продуктов; 25 — производство пищевых продуктов; 26 — производство металлургического; 27 — добыча нефти и природного газа; 28 — производство резиновых и пластмассовых изделий; 29 — производство табачных изделий; 30 — обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения; 31 — добыча угля

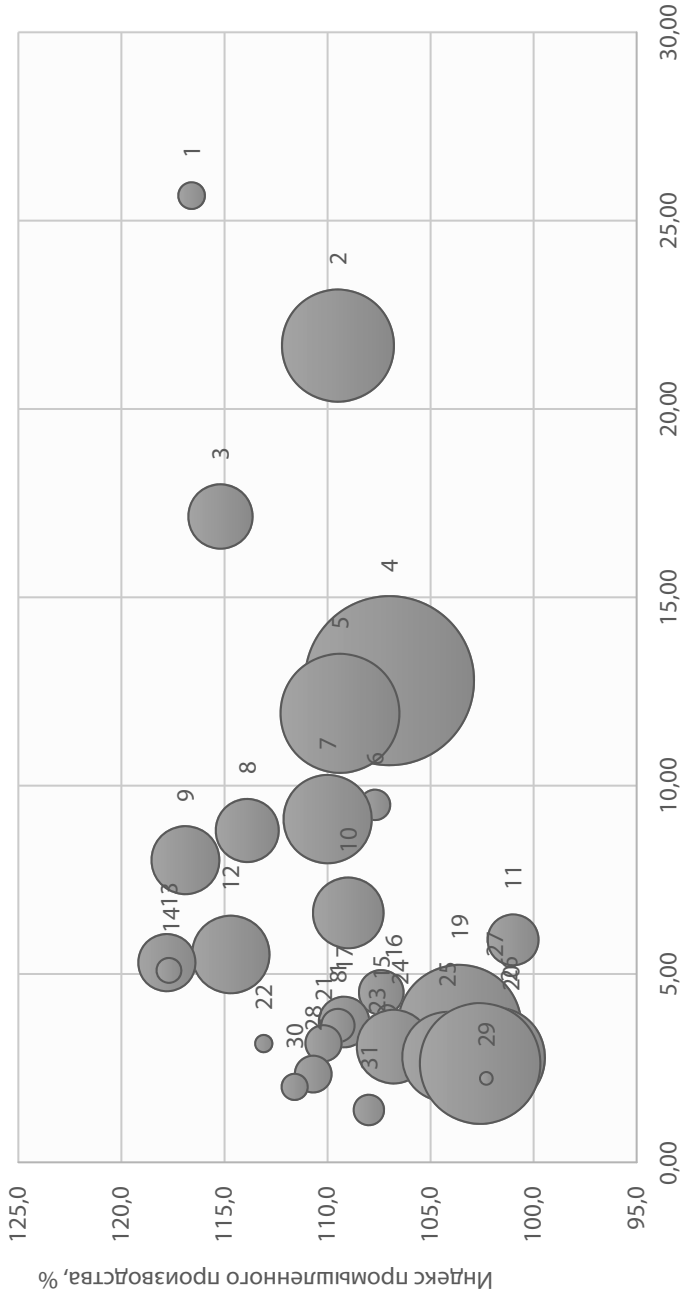


Рис. 3. Оценка эффективности затрат на цифровую трансформацию в 2021 г.

Индекс промышленного производства, %	
высокий темпы (более 110 %)	добыча металлических руд (2,3 млн руб.) целлюлозно-бумажная промышленность (4,1 млн руб.) текстильная промышленность (1 млн руб.) производство резины и пластмасс (4,2 млн руб.) деревообработка (2,2 млн руб.)
	добыча угля (2,9 млн руб.) добыча нефти и газа (42,5 млн руб.) нефтепереработка (44,8 млн руб.) добыча металлических руд (7,4 млн руб.) металлургия (29,8 млн руб.) химическая промышленность (16,2 млн руб.) промышленность стройматериалов (7,8 млн руб.) легкая промышленность (0,7 млн руб.) пищевая промышленность (23,9 млн руб.) производство напитков (3,5 млн руб.) табачная промышленность (0,6 млн руб.)
умеренный темпы (100– 110 %)	промышленность медпрепаратов (11,9 млн руб.) производство машин и оборудования (13,8 млн руб.) автомобилестроение (17,8 млн руб.) коммунальное хозяйство (2,3 млн руб.) кожгалантерейная промышленность (9,9 млн руб.) мебельная промышленность (2,0 млн руб.) добыча прочих полезных ископаемых (12,4 млн руб.)
	электронная промышленность (36,7 млн руб.) электротехническая промышленность (6,1 млн руб.) транспортное машиностроение (22,9 млн руб.) электроэнергетика (82,4 млн руб.) промышленность металлоизделий (41,3 млн руб.) полиграфическая промышленность (2,9 млн руб.) услуги по добыче полезных ископаемых (14,9 млн руб.) ремонт и монтаж машин и оборудования (7,8 млн руб.) производство прочих готовых изделий (1,3 млн руб.)
снижение	—
	низкое значение (меньше медианы) Заграты на цифровизацию в расчете на 1 млн руб. выпуска продукции
	высокое значение (больше медианы)

Рис. 4. Матрица

(в скобках абсолютное значение бюджета на цифровизацию в 2021 г.)

и приборостроения, а также добывающие предприятия (кроме добычи углеводородов и металлических руд) (рис. 3). Одновременно эти же отрасли показали значительный (более 110 %) рост отгрузки продукции в 2021 г.

Наименьшее значение показателя сопоставления «цифровых» затрат и объема выпуска имеют предприятия по добыче угля, деревообработки, табачного производства и производства резины и пластмасс (рис. 3). При этом в 2021 г. деревообработка и резино-пластмассовая промышленность показали достаточно высокие для себя темпы роста производства (более 110 %). Для данных отраслей рост во многом был восстановительным.

На рисунке 4 представлена матрица, в которой учтены соотношения эффективности затрат на цифровизацию и темпов роста производства в 2021 г. На рисунке видно, что ряд отраслей, имеющих большие абсолютные значения «цифровых» бюджетов, при этом характеризуются достаточно низким относительным значением и умеренными темпами роста. Этими отраслями оказались сырьевые отрасли, такие как добыча и переработка нефти и газа, металлургия и пищевая промышленность.

На фоне этих отраслей достаточно эффективной выглядит цифровая трансформация в производстве лекарственных средств, автомобилестроении, производстве машин и оборудовании, транспортном машиностроении, электроэнергетике и коммунальном хозяйстве.

Заключение

Проведенный анализ затрат на внедрение и использование цифровых технологий в российской промышленности показал значительную дифференциацию отраслей как по абсолютному объему затрат, так и по их структуре. Кросс-отраслевой анализ показал индивидуальные особенности отраслей, которые связаны с уровнем цифровой готовности и достаточностью самого «цифрового» бюджета для полномасштабного цифрового перехода. Исследование также подтвердило вывод о том, что объем финансирования цифровизации промышленных предприятий не всегда является главным фактором. Если эти затраты не работают на повышение эффективности (объемы производства, темпы роста), то проблемы могут крыться глубже, например, в несоответствии целей цифровизации бизнес-целям, невовлеченности руководства в цифровизацию и организационной слабости бизнес-процессов, низкой цифровой культуре на предприятии и др.

Благодарность

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-010-00719 «Моделирование процессов кросс-индустриальной сетиализации в промышленном комплексе на основе гибридных технологий».

Список источников

[1] Долганова О. И., Деева Е. А. Готовность компании к цифровым преобразованиям: проблемы и диагностика // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13. № 2. С. 59–72. <https://doi.org/10.17323/1998-0663.2019.2.59.72>

[2] Галимова М. П. Готовность российских предприятий к цифровой трансформации: организационные драйверы и барьеры // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2019. № 1 (27). С. 27–37. <https://doi.org/10.17122/2541-8904-2019-1-27-27-37>

[3] Панфилова Е. Е. Анализ готовности промышленных предприятий к цифровой трансформации бизнеса // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 700–709. <https://doi.org/10.24411/2413-046X-2019-10086>

[4] Липидус Л. В., Леонтьева Л. С., Гостилов А. О. Минимальная цифровая корзина российских регионов для трансформации промышленности // Государственное управление. Электронный вестник. 2019. № 77. С. 212–228. <https://doi.org/10.24411/2070-1381-2019-10025>

[5] Евдокимова Е. Н. и др. Цифровая трансформация промышленности: проблемы управления, методология оценки: монография. Рязань: ОГБУ ДПО «Рязанский институт развития образования, 2020.

[6] Козлов А. В., Тесля А. Б. Цифровой потенциал промышленных предприятий: сущность, определение и методы расчета // Вестник Забайкальского государственного университета. 2019. Т. 25. № 6. С. 101–110. <https://doi.org/10.21209/222792452019256101110>

[7] Carolis A. D., Macchi M., Negri E., Terzi S. A maturity model for assessing the digital readiness of manufacturing companies // IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems, 2017, September. Springer, Cham. 2017. P. 13–20. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66923-6_2

[8] Soomro M. A., Hizam-Hanafiah M., Abdullah N. L. Digital readiness models: A systematic literature review // Compusoft. 2020. Vol. 9. No. 3. P. 3596–3605.

[9] Kagermann H. Change through digitization — value creation in the age of industry 4.0 // Management of Permanent Change. Springer Fachmedien Wiesbaden: Wiesbaden, 2015. Pp. 23–45. https://doi.org/10.1007/9783-65805014-6_2

[10] Digital transformation in industry: trends, management, strategies // Lectures Notes in Information Systems and Organization. Springer's Book Series / Ed. V. Kumar, J. Rezaei, V. Akberdina, E. Kuzmin. 2021. Vol. 44. 290 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-73261-5>

[11] *Oztemel E., Gursev S.* Literature review of Industry 4.0 and related technologies // *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2020. No. 31. P. 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>.

[12] *Акбердина В.В., Романова О.А.* Региональные аспекты индустриального развития: обзор подходов к формированию приоритетов и механизмов регулирования // *Экономика региона*. 2021. Т. 17. № 3. С. 714–736. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-3-1>

[13] *Appio F.P., Frattini F., Petruzzelli A.M., Neirotti P.* Digital transformation and innovation management: A synthesis of existing research and an agenda for future studies // *Journal of Product Innovation Management*. 2021. Vol. 38. No. 1. P. 4–20. <https://doi.org/10.1111/jpim.12562>

[14] *Nambisan S., Lyytinen K., Majchrzak A., Song M.* Digital Innovation Management: Reinventing innovation management research in a digital world // *MIS quarterly*. 2017. Т. 41. № 1.

[15] *Митерев И.В.* Цифровизация как внешний фактор инновационной деятельности на предприятии // *Интеллектуальные ресурсы — региональному развитию*. 2018. № 1. С. 41–45.

[16] *Ефимова Е.И., Клишев Г.В., Пименова Я.И., Яговцева Л.Д.* Влияние цифровизации на развитие инновационного менеджмента // *Управление инновационными и инвестиционными процессами и изменениями в условиях цифровой экономики: сборник научных трудов по итогам IV международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 28–29 октября 2021 года*. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. С. 457–462.

[17] *Захарова Е.В., Мутякова О.И.* Оценка инновационного потенциала предприятия с учетом цифровизации экономики // *Вопросы инновационной экономики*. 2020. Т. 10. № 3. С. 1653–1666. <https://doi.org/10.18334/vinac.10.3.110601>

[18] *Боев А.Г.* Теоретический базис стратегии институциональных преобразований промышленных комплексов в условиях цифровой экономики // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. 2019. № 3. С. 49–61.

[19] *Correani A., De Massis A., Frattini F., Petruzzelli A.M., Natalicchio A.* Implementing a digital strategy: Learning from the experience of three digital transformation projects // *California Management Review*. 2020. Vol. 62. No. 4. P. 37–56. <https://doi.org/10.1177/0008125620934864>

[20] *Schallmo D., Williams C.A., Lohse J.* Clarifying digital strategy — Detailed literature review of existing Approaches // *ISPIM Conference Proceedings. The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM)*, 2018. P. 1–21.

[21] *Akberdina V.V.* Digitalization of industrial markets: Regional characteristics // *The Manager*. 2018. Vol. 9. No. 6. P. 78–87. <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2018-9-6-8>

UDC 336.018(045)

JEL classification: J23, O18, R23

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-2

Разумный бюджет в Ираке: возможности и проблемы¹

А.С. Аль-Равазки ^а, Т.Т. Цатхланова ^б

^{а,б} Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова (г. Элиста, Россия).

Автор для корреспонденции: А. С. Аль-Равазки (aulzahra@yahoo.com).

Аннотация. В статье приводится обзор литературы, исследующей искусственный интеллект (ИИ) и возможности его использования в государственном бюджетировании. Бюджетирование включает в себя прогнозирование, планирование, подготовку, реализацию программы и мониторинг. Существует множество методов ИИ, которые могут обеспечить массовые транзакции между большим количеством бюджетных организаций: искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы, блокчейн и т. д. Интеграция этих методов с государственным бюджетированием будет способствовать принятию правительством решений, что поможет повысить экономический рост, снизить инфляцию, уменьшить неравенство доходов, повысить прозрачность и усилить систему государственного контроля. Некоторые исследователи также пришли к выводу, что внедрение ИИ может положительно повлиять на государственные расходы и государственный долг, что приведет к увеличению инвестиций в сельское хозяйство, образование, здравоохранение и реализации стратегий по сокращению безработицы. Также авторы провели опрос среди бухгалтеров Министерства финансов и бюджетных организаций, чтобы определить факторы, мешающие внедрению разумного бюджета в Ираке. Были обнаружены такие факторы, как отсутствие системы электронных транзакций между банками и бюджетными организациями, недостаточная осведомленность некоторых работников об ИИ, боязнь мошенничества при проведении финансовых транзакций и отсутствие электронного аудита во время проверки транзакций. Все эти проблемы можно легко устранить. В Ираке необходимо внедрить технологии блокчейн (разумный бюджет) для достижения вышеупомянутых результатов.

Ключевые слова: искусственный интеллект; технология блокчейна; разумный бюджет; использование государственных расходов.

¹ © Аль-Равазки А.С., Цатхланова Т.Т. Текст. 2022

Smart Public Budget Implementation in Iraq: Opportunities and Challenges

A. S. Irawazqee ^a, T. T. Tsatkhanova ^a

^{a,b} Kalmyk State University (Elista, Russia)

Corresponding author: A. S. Irawazqee (aulzahra@yahoo.com)

Abstract. *The paper reviews literature on artificial intelligence (AI) and the possibility of its use in public budgeting. Budgeting includes forecasting, planning, preparing, programme implementation and monitoring. AI involves many techniques that can provide mass transactions between a large number of spending public units (SPUs). AI techniques include artificial neural networks, genetic algorithms, blockchain, etc. Integration of those techniques with public budgeting will support government's decision-making, which helps to improve economic growth, reduce inflation, reduce income inequality, increase transparency, and strengthen the government control system. Some studies have gone further, concluding that AI's implementation can improve public spending and public debt, leading to an increase in investment in agriculture, education, health and implementation of strategies to reduce unemployment. Then we interviewed accounting managers in the Ministry of Finance and SPUs to determine factors facing the implementation of smart budget in SPUs in Iraq. We revealed some factors, such as the lack of adoption of electronic transaction between banks and SPUs, lack of awareness among some workers about artificial intelligence, the fear of fake financial transaction (hacking) and lack of use electronic auditing during audit of financial transaction. All those factors can be addressed easily. However, there is an urgent need to implement blockchain technique (smart budget) to get the aforementioned advantages in Iraq.*

Keywords: artificial intelligence; blockchain technology; public smart budget; utilising public spending.

Introduction

Modern technologies have contributed to the development and progress in various areas of life like health, education, economic, industry, communication, etc. It has become easy to quickly manage huge amount of data and get high accuracy results. To a large extent, developed commercial companies and governments gradually rely on artificial intelligence (AI) techniques in decision-making. Financial transaction has been entered in AI around the World, as many governments use AI due its advantages in preparing budgets and implementing programmes.

During the literature review, we examined many studies in various fields such as studies of technical, economic, management, accounting information system, etc. When budget was previously a law issued by legislative authorities, executive authorities spent public money as

approved by the budget. This paper seeks to develop the traditional meaning of the budget through artificial intelligence techniques, which was recently called the smart budget or electronic budget.

Smart budget literature shows that there is a big desire to use artificial intelligence techniques in preparing government budgets. This desire comes from AI's benefits that have a direct impact on transparency and financial control, and thus support economic development. There are, however, many challenges facing its use, which will be determined and addressed in this paper.

On the other hand, the importance of public financial allocation of government resources comes through constructive planning for future programmes and activities. It also requires ensuring the effective implementation of budget trajectories with the conformity of planned programmes, as well as accurate and quick results of control programmes. Previously, audit used to display amounts allocated in the budget with expended amounts to ensure that expenditures do not exceed the allocated finance. Nowadays, financial controlling should go away, such as checking sub-details of expenditures, matching planned programmes with the disbursed amounts, quantity and quality of assets purchased, and other details that must be taken into account when auditing the financial activities of government spending. These tasks make us push forward in order to facilitate their implementation during AI.

Preparing budget perfectly helps to address many economic and social issues through utilising public money. It also contributes to redistributing the domestic product and improving services provided to citizens, thus increasing the welfare of people. On the one hand, the increase in population growth and current social development contributed to the increase and diversification of social needs, which made the traditional budget unable to meet all the requirements of citizens. On the other hand, modern technologies contribute to increasing transparency and facilitate financial spending in an accurate and responsible manner, which contributes to the strengthening financial control, finally reducing financial corruption.

Budgeting in Iraq still suffers from disadvantages of using traditional methods, such as the use of budget items according to old budget mechanism. In addition, the financial allocation to a large extent depends on oil resources, exceeding 90 % of the total revenues, which makes government operations significantly affected by the fluctuations of the global petrol market. Accordingly, we see importance of adopting artificial intelligence in preparing Iraqi budgets because of its great advantages that help predict and address the financial deficit quickly

and firmly. This paper aims to study the ways of integrating artificial intelligence in public budget with factors facing its implementation, through reviewing the relevant literature.

Artificial intelligent in Governmental Activities

Artificial Intelligence (AI), an area of computer science, has the potential to improve decision-making in government. For this reason, it is important to explore new methods, based on AI techniques, to improve processes and decision-making in public administration. Economists argue that using AI for budgets becomes the basis for the AI-based data analysis to understand the public expenditure categories that increase gross domestic product (GDP) and reduce inflation and Gini index [1].

Artificial Intelligence includes a field of knowledge representation and reasoning that has called the machine's ability to learn adapting from experiencing new inputs and perform human-like tasks to generate outputs [2]. Today, with the rapid development of big data technology, artificial intelligence technology has become more powerful and proliferating. Government decision making can benefit from this new technology.

The government AI started to develop in the second decade of the 21st century. Data science, machine learning, robotics, and expert systems are the most frequently mentioned terms. Many practical tools from leading technology providers and articles in top management journals such as Harvard Business Review & Management Review provide strategic and practical guidelines for benefiting from artificial intelligence. However, academic research on the impact of AI on government decision-making is lacking [3]. Academic literature brings together the potential impact of AI across government sectors, considering challenges, benefits, risks, ethics, explaining ability, and trust, as well as intelligent automation and public policy.

The results support the existence of different AI governance models and policy priorities in countries around the world. Computing power and artificial intelligence technologies have led to governments relying on machines to perform public tasks such as social welfare, law enforcement, and combating the pandemic caused by COVID-19. Sophisticated statistical algorithms and artificial intelligence tools are used to support decision-making, which have significant implications for efficiency and accuracy, but present dilemmas with regard to individual explaining ability, rights, and obligations [4]. AI models are close to the real world operations research models, but often with greater precision and detail. In this regard, the potential utility of AI is based on heuristic

searches performed on more complex and less structured problem spaces. Artificial intelligence methods extend to all situations represented in a symbolic way, i. e. verbal, mathematical or graphical.

A new wave of AI improves organisations' predictive and pattern recognition capabilities in data management. Positioned as the most important strategic and technological tools for organisations, AI-based systems have the potential to help policymakers identify relevant criteria, evidence, or specific issues to consider, enabling more accurate, consistent, cost-effective, and timely decisions, and reducing the risk of overturning individual motivations. Capabilities that support/assist human decision can be categorised into critical situations, second opinions, expert advisors, mentors, and automaton [5]. That can help employees in organisations make better decisions by boosting analytical skills and increasing creativity.

Moreover, AI technologies are increasingly extending and enriching decision-making by coordinating data delivery, analysing data trends, providing forecasts, exploiting data consistency, quantifying uncertainty, anticipating data needs, providing forecast information, and recommending action options support. There are 4 ways AI can support decision-making:

- by allowing the use of predictive analytics to enable earlier intervention;
- by pushing people out of the loop and surpassing them in more and more areas;
- by providing advice that is correct but difficult to explain;
- in the short term, unprecedented rigor in the decision-making process forces decision-makers to be more explicit about the mental models on which decisions are based, allowing comparisons to be made with automated analysis [6].

Duan, Edwards and Dwivedi had been examining AI at three organisational decision-making levels (strategic, tactical, and operational). They found that expert systems in a fallback role were effective at the operational and tactical decision-making levels, but had limitations at the strategic level. In addition, to help users make better decisions at all three decision levels, the effectiveness of a support role can only be satisfied by its users. An expert system in a support role will not necessarily save the user time, but an expert system in a backup role will improve decision-making efficiency [3].

Artificial intelligence is used in many fields, such as industry, security, medicine, engineering, economics, management, etc. There are some examples for using AI-based government in decision-making.

The first case is Japan, which has initiated basic research and plans to implement AI-based policy decisions for national strategies such as defence, national security, corporate governance, and control of the spread of the novel coronavirus. In addition, a third of councils in the UK use computer algorithms to decide welfare rights and other social issues. Even in the US, several public organisations, including the Army Research Laboratory, the Food and Drug Administration, and the Centres for Disease Control, work with Palantir, a Silicon Valley-based data science company. Additionally, state governments in India are using AI-based applications to locate hotspots, which helps them in their crime-fighting decision-making process. They are also using AI in education to monitor children and provide student-centred attention to detect and curb early dropouts. These algorithmic models are a subset of the algorithms used in policy-making. In addition, AI is used to predict the future state of the Dutch economy, taking into account existing government policies. These forecasts are the legal basis for Dutch government budget, subject to uncertainty [1].

The literature on artificial intelligence indicates that it has the potential to analyse data related to some government policies and economic growth, as well as to assess some events that may affect the distribution of public spending. Some AI techniques can examine large amounts of data and find patterns to identify similar/different situations useful for budget allocation support. It can be seen that, as the first industrial revolution, AI offers transformative potential for some to augment and potentially replace human tasks and activities in a wide range of industrial, intellectual and social applications.

Smart budgeting functions

Public budget (PB) is one of the most important policy instruments, which has been a subject of study for different disciplines, such as economics, political science, and organisational theory. PB has been studied extensively because of its importance as the main instrument of governmental control. It is necessary to have a system of control over what and how the government carries out planning, programming, legislation, contracting, and public spending to provide PB process activities. However, important stages of budgetary process are the human problems and solutions that arise during the complex processes of financial priority, where technology could help to improve.

In the late 20th century, academics and practitioners enthusiastic about e-government have emphasised the potential for using information technology to enhance democratic governance. It has been

stated that fiscal transparency and citizen participation in budgeting processes are widely promoted as a means toward the ends of democratic accountability and responsiveness in the allocation and use of public funds. Soegoto and Indra described putting two streams of public administration theory and practice that helped them develop criteria for assessing e-budgeting efforts and apply these criteria to a sample of Web sites operated by state and local governments. Although practitioners are ahead of academics in exploring the potential of e-government for improving fiscal accountability and responsiveness, practice lags behind the relevant primary recommendations of the Government Finance Officers Association [7, 8].

E-Budgeting (term recently used) is one form of e-government application in the budget field, that can be interpreted as information, financial data through technology to help increase government openness and accountability where this system involves the management of public money, which provide transparently, efficiently, rationally and reasonably, including in this sense is gender equitable and create public accountability.

From an economic perspective, government spending has a huge impact on a national economy by pushing forward or pulling back economic growth, even though there is only a weak correlation between the happiness factor and even the expenditure towards individual citizen. When taking a closer look at the role of government spending in the production of GDP and economic growth, the observer may find it crucial to have a detailed budgetary accounting system. As the spending should not be considered only as an amount of money, given that, good and applicable classification is essential, backed by a user-friendly regulation.

Fernandez-Cortez, Valle-Cruz and Gil-Garcia studied how to use artificial intelligence techniques to optimise public budgets. They propose specific processes and methods for optimising public finances (PB) based on artificial intelligence (AI). The techniques used are genetic algorithms, optimisation of equation design based on changes in human development indicators, GDP to assess economic growth, corruption to assess quality of government, and evolution of public debt to study non-programmed budgeting [9].

Figure 1 below shows how smart budget helps to provide management at all levels with accurate information at the right time. This information helps, first, the auditors to know exactly when the public money go. Second, it helps predict future events at the right time, Third, it shows the implementation of programmes according to the lowest costs and

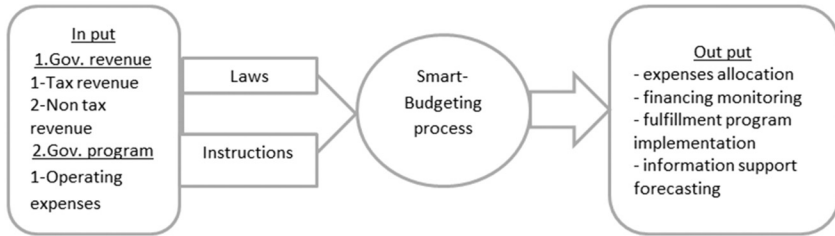


Fig. 1. Advantages of smart budget according to the reviewed literature
 Source: compiled by authors

time. Finally, it helps in the good allocation of public finance through participating at all financial management levels.

Techniques used in smart budgeting

The main challenges facing the PB process are the complexity of the system due to large number of spending public units (SPUs), intra-fiscal variation, market impact on nominal revenue and overlapping of different fiscal year cycles. They handle commitments, finance charges and collect revenue. On the other hand, in terms of expenditure, these types can be divided into groups such as basic purchases, wages, subsidies and transfers. Income and spending do not match, and volatility must be absorbed through liquidity and debt management. At the end of this process, reporting to the public and authorities should be the subject of budget and performance evaluations of government work. Due to the growth of modern IT solutions and machine capacity, it is becoming easier to manage all these factors at the same time. Powerful built-in software is best suited for all of these needs.

According to specialist's information technology, there are several AI techniques; among the most used are machine learning, Artificial Neural Networks, Blockchain and Genetic Algorithms. Each technology has different applications and can find problems that cannot be solved by traditional technology. Genetic algorithms were developed by Holland in the 1970s. His original motivation was to propose a general model of adaptive processes, while genetic algorithms are a class of random search algorithms based on biological evolution [10]. The following technologies can be used in public budgeting.

Genetic algorithms

Genetic algorithms exploit the regions of the solution space with the highest yields as progeny and offspring of crosses produce more and more individuals in these regions. The algorithm favours the most fit

and best-performing individuals to produce their offspring. In practice, genetic algorithms have had a profound impact on optimisation problems, achieving better results than linear optimisation methods. However, there is still a lot of work to be done in determining the conditions under which genetic algorithms work well [2].

Moreover, algorithmic evolution is reflected in new advances in algorithmic machine learning and autonomous decision-making, creating new opportunities for continuous innovation. Furthermore, the most common technique in the examined studies was artificial neural networks, which provided positive results in several application areas. Since artificial intelligence is widely used in the government sector, it is necessary to analyse the application of artificial intelligence in the field of public sector, due to AI in government is widespread and underexplored. Although empirical studies are rising, there is a gap in studying the consequences and potential benefits of AI techniques for decision support in the public sector [11].

Blockchain technology

The execution of budgets does not appear to have specificities that blockchain cannot address. In order to create a scheme, it is necessary to find and clarify some analogies before finalising the model. First, the appropriation will be viewed as a public contract between the state as a budget contributor and the SPU regarding the right to issue in the future on a specific date (end of the fiscal year). The contract calls for the Ministry of Finance (as the representative agency of the state) to provide the funds needed for the disbursement. The blockchain itself here represents the full regime associated with the SPUs while they break or alter their own budgets spending and accounting rules. In the end, it turns out that maintaining the rules is the task of a central regulator or agency.

The application of these components in the life cycle of budget would include the following steps. After the budget law is passed by Parliament, the Ministry of Finance should immediately contract with all SPUs on the budget. The SPU itself must classify the allocation in accordance with the rules (e.g., limits set by the Budget Law or other laws or resolutions) that allow the use of the funds. Once a change is initiated, the transaction can only be carried out according to the rules set in the blockchain, and no centralised action needs to be taken by the Treasury. The same should apply to all issuance transactions (obligation, fulfilment, payment) if the transactions are recorded directly in the distributed ledger of the Blockchain. Physical fulfilment and the issued invoice can be linked to

the commitment ID; no invoices can be accepted or payments made without a valid commitment ID. Finally, when a payment is to be settled, the smart contract is fully executed at the moment of disbursement, so it cannot be used again.

According to Szablics, distributed ledger provides an up-to-date record of all transactions made, which is also a very good basis for analysis and forecasting with modern BI solutions. The quality of valid data can always be available and accessible to authorised personnel (permissions can be differentiated depending on the needs of decision makers). Moreover, the infrastructure is much less vulnerable in the decentralised structure of a distributed ledger. This concept is only a schematic overview of the envisioned application of blockchain for modern BI solutions as well. In budget execution by public administration, there may be several special cases that are not easily applicable to this simplified model [12].

Public Finance Management system

World Bank Group (WBG) presented studies on the use of the public finance management (PFM) system mainly as a part of its aids and operations in developing countries. WBG has funded several projects to develop PFM systems. The observations focus not only on funded countries, but also on the activities of other countries in this area. In addition, experts developed an evaluation protocol to make these systems comparable and published their experience in PFM development [13].

On the other hand, an integrated PFM system should be based on a consistent taxonomy and regulatory environment to remain robust, easily cumulative, and comparable. The struggle after the 2008 sovereign debt crisis illustrates the importance of these expectations. While the setup and maintenance of PFM systems work in common structures, they require significant financial resources to issue public entity SPUs due to their sheer size and robustness. This could pose an almost insurmountable obstacle on the road to realisation. Alternatively, novel (and much-hyped) solutions using blockchain technology can be more cost-effective and scalable for a more coherent and stable system [2, 12].

Szablics mentioned in his study the analysis of different systems used to extend programme functionality to accounting information systems, management information systems and government expenditure management extensions. All of these systems have a goal of covering all relevant procedures and providing a timely database to support tax (and other) policy and decision makers when fiscal cycle with preparation of the budget begins, which represents the total figure for a law (or other legal act) in state budget. Segmentation is by spending public units

(SPUs), which are used to execute budgets, calculate cash flow, and define other government financial needs. That requires storage and huge database. Consequently, those system should be constantly developing to face budget needs [12].

Finally, it should be acknowledged that an ordinary integrated system is a key factor of prudence, monitoring and transparency of procedures and financial data of public finances. On the other hand, the centralisation of infrastructure is not a necessary condition any longer, considering that the emerging new technologies are pushing the public administration towards efficient solutions. However, these changes mean a big challenge in change management for decision makers and civil servants with regard to reshaping the working culture, which may be a slower process. As for business life and financial transaction, IT disrupts some public administration procedures and it only depends on users if they can take its advantage.

Therefore, smart budget provides financial statements that help competent authorities in preparing the budget through forecasting and monitoring the implementation of the budget programmes in a manner of visions central government administration, and get advantage of financial managing quickly and continuously.

Smart budget implementation in Iraq

Information for this paper was collected by interviewing accounting managers and employees in main and sub-SPUs. Moreover, we reviewed Iraq's general budgets for the period from 2016 to 2021. SPUs in Iraq consist of 525 units funded by the Ministry of Finance. They are sub-units such as the directorates of health, municipality, education, universities, etc. Sub-units are funded by the Ministry of Finance through main spending units such as a ministries, Prime minister, Parliament and Presidency of Republic. All those units (sub-units & main units) are financed by the Budget Department in the Ministry of Finance. We found through the interviews that budgets are prepared individually in sub-SPUs then sent to the main SPUs, which in turn send them uniformly to the Ministry of Finance.

The Iraqi budget cycle starts from preparing budgets in SPUs based on the previous year's budget with a relative increase of no more than 10 % approximately, taking into account the growth of those units. On the other hand, the Ministry of Finance depends heavily on financing budget on petrol revenues, which exceed 90 % of the total annual revenues of Iraq. Also, these revenues are directly affected by global market fluctuations, both its world price of petrol and the export

quantity of crude oil. Therefore, the Ministry of Finance is forced to reduce financing of SPUs, or it goes to external borrowing during global crisis.

After making necessary amendments, the Ministry of Finance sends budget to Parliament, which in turn makes the necessary amendments and then votes on budget, so that it becomes an approved law that gives SPUs authority to spend according to finances allocated. SPUs practice their daily operation through funding allocated in budget. At the end of the financial period, the financial controllers audit financial transactions to compare them with budget, then send auditing report to parliament again for approval and feedback purposes. This is the last step of the budget cycle. If auditors find manipulation or financial corruption, they shall refer them to the competent judicial authorities.

Finally, we believe adopting smart budget is necessary to solve many issues related to allocation, financing, auditing and monitoring in efficiency and effectiveness, as it is possible to adopt the Blockchain technique to link the sub-units with the main units, then link the main units to the Ministry of Finance, then to Parliament, in order to give permission to spend. The link between Blockchain is through artificial neural network. This technique gives advantage of a ledger record for each sub-unit independently, then links those sub-SPUs ledger with general ledger for main SPUs and finally, with the Ministry of Finance. Each department has a window (user) at a certain level and function, the sub-SPUs receive an expenditure authorisation from the main SPUs, and the Treasury sends the authorisation to the bank to carry out the financial process. In addition, there are control windows that follow the transaction for auditing purpose and submit their reports to Parliament and the competent courts, as shown in Figure 2.

Implementation of smart budget in Iraq is facing some challenges that were identified during the study, which are as follows:

— No implementation of electronic payments between banks, SPUs and the Ministry of Finance, since financing between these entities and banks is done by paper check. The implementation of the smart budget requires the introduction of electronic payments between the Ministry of Finance and the main and sub-SPUs.

— Lack of awareness of the importance of electronic transactions in financing operations, especially in the Financial Control Office, as they depend on manual paper auditing.

— Concern among financial managers about the risks of a wrong transition to smart budgeting, despite the many advantages that these technologies bring.

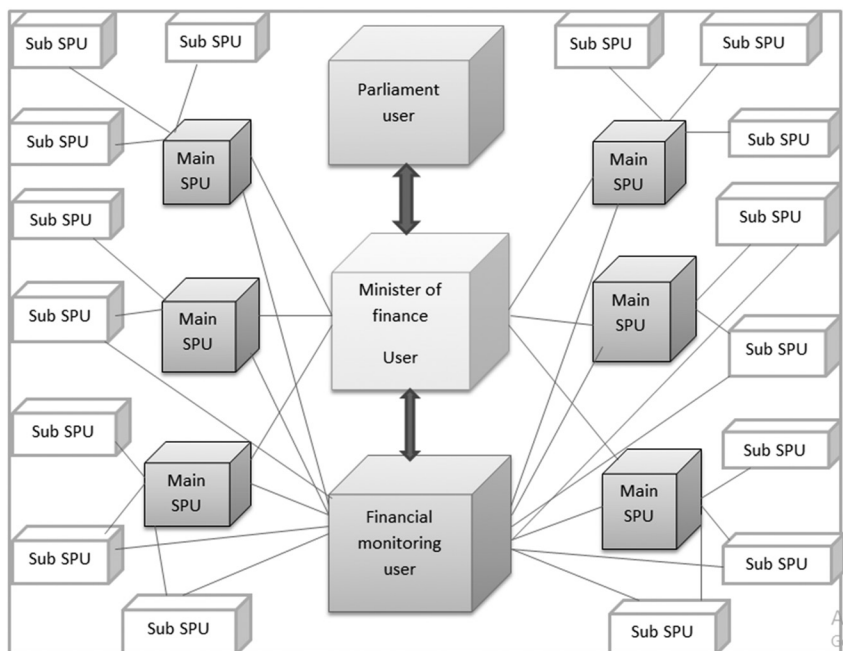


Fig. 2. Smart budgeting process linked by Blockchain technique
 Source: compiled by the authors

– Lack of awareness among some employees, financial managers and some departments in the Ministry of Finance about computer use.

– Other additional costs, including Internet connection and the purchase of computers and other equipment.

All of the above-mentioned factors can be addressed; they are not considered a major risk against the use of smart budget and can be solved easily, considering the following advantages of smart budget implementation:

– Shortening of the budget cycle: once the budgets are prepared in the sub-units, the Ministry of Finance must review and approve budgets electronically, and then the budgets are immediately submitted to Parliament for a vote. This also applies to financing, as this is done in record time.

– Accuracy of information, as the intelligent budget presents all details of expenditures to the relevant authorities in an accurate, detailed, comparable and verifiable manner.

– Direct control of expenditure transactions by the Ministry of Finance.

– Possibility of internal and external auditing through the windows available to the auditors and their compliance with the rules for the disbursement of public funds.

– Transparency of public finance expenditures for the public, which contributes to improving financial allocation and reducing financial manipulation and corruption.

– Clear definition of spending authority.

– Facilitation of deficits caused by sudden economic fluctuations, especially since most of the revenue comes from petroleum that is rapidly affected by fluctuations in global oil markets.

– More equitable distribution of public funds to cities and SPUs, which helps promote equality among citizens.

Conclusion

The public budget is one of the main tools that help the government implement strategic programmes by dividing them into annual activities and then allocating financial resources based on those programmes. After reviewing the literature on artificial intelligence, we found that there are many techniques and applications that can be used in general budgeting. These applications are the Public Funds Management system and Public Accounting Information systems, including Blockchain technology, Artificial Neural Networks, and Genetic Algorithms. The use of these techniques by public authorities has many advantages in the field of economy, management, control and politics, especially in the preparation of the general budget.

Artificial intelligence techniques are capable of supporting government decision making, which contributes to improving economic growth, lowering inflation, reducing income inequality, increasing transparency, and developing government control systems. In addition, some studies point to an improvement in public spending and public debt, leading to an improvement in investment in agriculture, education and health and, consequently, the implementation of strategies to reduce unemployment.

Some studies also propose the development of a hybrid artificial intelligence based on the learning ability of artificial neural networks and the optimization ability of versatile genetic algorithms. However, we have seen that Blockchain can be used in a simple way by creating a separate general ledger account for each sub-SPU, which is then linked to the main SPU, and finally all main SPUs in the Ministry of Finance are linked to approve spending after a vote in Parliament. Following Kurzweil's approach, this can be called a smart budget machine.

In discussions with accounting managers, we identified an urgent need to implement a smart budget and an opportunity to leverage its benefits in Iraq. We also identified some factors are facing smart budget implementation, such as the lack of adoption of electronic transactions between banks and SPUs, the lack of awareness among some employees of the need for artificial intelligence, the fear of counterfeit financial transactions (hacking), and the lack of use of electronic audits in auditing financial transactions.

References

[1] *Valle-Cruz D., Fernandez V., Gil-Garcia R.* From E-budgeting to smart budgeting: Exploring the potential of artificial intelligence in government decision-making for resource allocation // *Government Information Quarterly*. 2022. Vol. 39(2). <https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101644>.

[2] *Russoll F., Verzichelli L.* Government ideology and party priorities: The determinants of public spending changes in Italy. *Italian Political Science Review // Rivista Italiana Di Scienza Politica*. 2016. No. 46(3). P. 269–290.

[3] *Duan Y., Edwards J.S., Dwivedi Y.K.* Artificial intelligence for decision making in the era of Big Data—evolution, challenges and research agenda // *International Journal of Information Management*. 2019. No. 48. P. 63–71.

[4] *Liu H.-W., Lin C.-F., Chen Y.-J.* Beyond state v Loomis: Artificial intelligence, government algorithmization and accountability // *International Journal of Law and Information Technology*. 2019. No. 27(2). P. 122–141. <https://doi.org/10.1093/ijlit/eaz001>.

[5] Automatic detection of coronavirus disease (COVID-19) in X-ray and CT images: A machine learning based approach / S.H. Kassania, P.H. Kassanib, M.J. Wesolowskic, K.A. Schneidera, R. Detersa // *Biocybernetics and Biomedical Engineering*. 2021. No. 41(3). P. 867–879.

[6] *Dear K.* Artificial intelligence and decision-making // *The RUSI Journal*. 2019. No. 164(5–6). P. 18–25.

[7] *Agarwal P.K.* Public Administration Challenges in the World of AI and Bots // *Public Administration Review*. 2018. Vol. 78 (6). P. 917–921.

[8] *Soegoto E.S., Indra S.H.* Implementation of E-Budgeting Information System on Budget Management PT. Industri Telekomunikasi Indonesia // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (2018, August). Vol. 407 (1). P. 12–46.

[9] *Fernandez-Cortez V., Valle-Cruz D., Gil-Garcia R.* Can Artificial Intelligence Help Optimize the Public Budgeting Process? Lessons about Smartness and Public Value from the Mexican Federal Government // *Seventh International Conference on e-Democracy & e-Government (ICEDEG)*, 2020. P. 312–315. <https://doi.org/10.1109/ICEDEG48599.2020.9096745>.

[10] *Negnevitsky M.* *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems*, 2nd edition. Pearson Education, 2005.

[11] Artificial intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy / Y.K. Dwivedi, L. Hughes, E. Ismagilova, et. al // International Journal of Information Management. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>

[12] *Szablics B.* Smart budget concept // Economic Alternatives. 2019. No. 1. P. 135–148.

[13] *Hashim A.* A handbook on financial management information systems for government: a practitioner's guide for setting reform priorities, systems design, and implementation. Washington, World Bank Group, 2014.

УДК 332.14, 338.24

JEL classification: R10, O14

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-3

Основные препятствия на пути цифровой трансформации регионов РФ и возможные пути их преодоления ¹

А.Ю. Борисов ^а, Л.А. Михейкина ^б

^а Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова (г. Москва, Россия).
<https://orcid.org/0000-0002-8381-1970>

^б Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова (г. Москва, Россия).
<https://orcid.org/0000-0003-0336-0880>

Автор для корреспонденции: А. Ю. Борисов (aj_borisov@mail.ru).

Аннотация. *Цель исследования — провести анализ возможных препятствий, стоящих на пути реализации стратегий цифровой трансформации регионов РФ. Методологической основой исследования являются общенаучные методы: анализ, синтез, абстракция, гипотетико-дедуктивный метод, институциональный и исторический подходы, а также сравнительный метод. В работе выделены основные препятствия на пути развития цифровой трансформации регионов РФ, а также предложены пути их преодоления. На основе полученных результатов может быть разработана матрица анализа возможных преград на пути развития цифровой трансформации. Полученные в результате исследования данные могут быть использованы органами власти для корректировки стратегий цифровой трансформации субъектов РФ.*

Ключевые слова: цифровая экономика; цифровая трансформация; экономика регионов РФ; национальные цели.

¹ © Борисов А.Ю., Михейкина Л.А. Текст. 2022.

Main Barriers to Digital Transformation of Russian Regions and Possible Ways to Overcome Them

A. Yu. Borisov ^a, L. A. Mikheykina ^b

^a Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-8381-1970>

^b Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia).
<https://orcid.org/0000-0003-0336-0880>

Corresponding author: A. Yu. Borisov (aj_borisov@mail.ru).

Abstract. *The study aims to analyse possible obstacles hindering the implementation of digital transformation strategies in Russian regions. For that purpose, general scientific methods were applied, including analysis, synthesis, abstraction, hypothetico-deductive method, institutional and historical approaches, as well as a comparative method. The work highlights the main barriers to digital transformation of Russian regions, as well as proposes ways to overcome them. Based on the obtained results, a matrix for analysing possible obstacles to the development of digital transformation can be constructed. The research findings can be used by authorities to adjust digital transformation strategies of Russian regions.*

Keywords: digital economy; digital transformation; economy of Russian regions; national goals.

Вступление

Особенности и направления развития цифровой экономики в Российской Федерации на всех уровнях определяются «Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. №474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [1].

В качестве одной из национальных целей выделяется «цифровая трансформация», для реализации которой были разработаны стратегии цифровой трансформации органов государственного управления, отраслей промышленности, а также экономик субъектов РФ. Цель цифровой трансформации — это изменение структуры экономики, сокращение издержек во всех административных и экономических процессах и существенное улучшение качества жизни населения.

Цель работы — проанализировать возможные препятствия на пути реализации стратегий цифровой трансформации регионов РФ, а также выдвинуть предложения по их корректировке и более эффективной реализации. В соответствии с целью работы были поставлены следующие задачи: анализ стратегий цифровой трансформации; выделение недостатков — потенциальных препятствий; формулирование предложений по преодолению.

Структура работы обусловлена поставленными задачами и логикой исследования. В первой части рассмотрены стратегии цифровой трансформации регионов РФ. Во второй части работы проанализированы и систематизированы основные проблемы и противоречия, которые могут возникнуть на пути реализации стратегий цифровой трансформации регионов РФ, а в третьей части предложены пути их преодоления, в том числе на основе зарубежного опыта.

Структура стратегий цифровой трансформации регионов РФ

Для реализации национальной цели «Цифровая трансформация» субъектами РФ были разработаны стратегии цифровой трансформации, утвержденные региональными органами власти. Стратегии были согласованы с федеральными министерствами. По данным Минцифры РФ, «Общее количество проектов в стратегиях — 4663 проекта. В среднем в стратегии добавлены по 10 отраслей и по 50 проектов» [11] (см. табл. 1,2).

Стратегии определяют показатели цифровизации отраслей до 2024 г. Первый отчет формируется по итогам полугодия, далее — ежеквартально. Отчеты отправляются в Минцифры России [9].

Для регионов были определены обязательные отрасли, которые подлежат цифровой трансформации:

- Государственное управление.
- Образование и наука.
- здравоохранение.
- Транспорт и логистика.
- Развитие городской среды.
- Социальная сфера.

В стратегии цифровой трансформации регионов были включены также дополнительные отрасли:

- Промышленность.
- Экология и природопользование.
- Сельское хозяйство.
- Строительство.
- Энергетическая инфраструктура.
- Туризм.
- Культура.
- Спорт.
- Безопасность.
- Финансовые услуги.
- Торговля и предпринимательство.
- Информационные технологии и связь

— Иные отрасли.

В среднем стратегия цифровой трансформации региона включает 10 отраслей.

На финальном этапе согласования региональных стратегий цифровой трансформации в них было включено 4438 проектов, в среднем — по 52 проекта в каждой стратегии [7, с. 4], впоследствии их число выросло до 4663 [11].

На стадии разработки стратегий цифровой трансформации регионов Минцифры выделило три типа регионов (табл. 3). Принадлежность к определенному типу будет определять особенности реализации цифровой трансформации и стратегию взаимодействия между федеральной и региональной властью.

Таблица 1

Регионы, включившие наибольшее количество отраслей в свои стратегии цифровой трансформации

Регион	Количество отраслей, включенных в стратегию цифровой трансформации региона
Пермский край	18
Чувашская Республика	17
Забайкальский край	16
Республика Саха (Якутия)	15
Республика Татарстан (Татарстан)	15
Курская область	15

Источник: составлено автором на основе [11].

Таблица 2

Регионы, включившие наибольшее количество проектов в свои стратегии цифровой трансформации

Регион	Количество проектов, включенных в стратегию цифровой трансформации региона
Чувашская Республика	128
Республика Татарстан (Татарстан)	102
Мурманская область	96
Курганская область	92
Ростовская область	91
Сахалинская область	90

Источник: составлено автором на основе [11].

Категории регионов по уровню цифрового развития

Категория региона	Особенности реализации цифровой трансформации в регионе
Регионы — лидеры	«Федеральный центр не мешает работать» «Регионы разрабатывают типовые решения, которые могут быть тиражированы в другие регионы» «Регионы реализуют прорывные проекты»
Развивающиеся регионы	«Федеральный центр финансирует реализацию проектов» «Совместное формирование стратегических направлений» «Пополнение Банка лучших региональных практик для дальнейшего тиражирования проектов в другие регионы» «Поддержка местного IT- бизнеса»
Регионы, нуждающиеся в поддержке	«Федеральный центр задает планку для минимального уровня цифровизации» «Регионы внедряют типовые решения, которые будут бесплатны либо профинансированы федеральным центром» «Стимулирование роста регионов для возможности их перехода в категорию «Развивающиеся регионы»»

Источник: составлено автором на основе [7, с. 6].

Каждая региональная стратегия цифровой трансформации включает:

- Перечень внедряемых технологий.
- Список бенефициаров стратегии.
- Ресурсы, необходимые для цифровой трансформации (источники финансирования).
- Анализ долгосрочных социально-экономических эффектов.
- Анализ проблем и вызовов цифровой трансформации.

Взаимосвязь задач и проектов стратегии: для каждой задачи определены бенефициары, а также выгоды для бенефициара.

Показатели трансформации по отдельным проектам и отраслям могут значительно различаться (табл. 4).

Подобный разброс может быть свидетельством того, что региональные власти «реалистично» оценивают возможности экономики региона. При этом возникает закономерный вопрос: возможна ли полномасштабная цифровая трансформация при такой сильной дифференциации?

Таблица 4

**Сравнение отдельных целевых показателей цифровой трансформации
Калмыкии с аналогичными показателями других регионов**

Показатель	Целевое значение в стратегии цифровой трансформации Республики Калмыкия	Целевое значение в другом / других регионах	Регион / регионы для сравнения
Доля массовых социально значимых государственных и муниципальных услуг, доступных в электронном виде	32 %	95 %	Санкт-Петербург, Татарстан, Московская область
Ведение цифрового профиля учащегося	15 %	90–100 %	Санкт-Петербург, Татарстан, Московская область
Доля электронного юридически значимого документооборота между госорганами	30 %	90–100 %	Санкт-Петербург, Татарстан, Московская область
Доля автобусов, осуществляющих регулярные перевозки пассажиров в городском, пригородном и междугородном сообщении, оснащенных системами для безналичной оплаты проезда	40 %	76,5–100 %	Санкт-Петербург, Татарстан, Московская область

Источник: составлено автором на основе [14].

Потенциальные препятствия и проблемы на пути реализации проблем цифровой трансформации регионов.

В 2019 г. Аналитический центр при Правительстве РФ подготовил доклад, в котором отразил основные барьеры, стоящие на пути цифровизации экономик субъектов РФ [6]. Анализировались данные, полученные от 70 региональных органов исполнительной власти (РОИВ) субъектов РФ. Данные, полученные в ходе этого исследования, представляются актуальными и сейчас (табл. 5).

Ключевые проблемы в развитии цифровой экономики регионов России

Барьер	% от общего количества ответов, указанных РОИВ в рамках опроса
Барьеры в подготовке кадров	18,8
Нормативно-правовые барьеры	17,3
Финансовые барьеры	16,9
Административно-управленческие барьеры	16,0
Развитие информационной инфраструктуры	13,9
Информационные барьеры	11,1
Барьеры в реализации проектов на базе сквозных цифровых технологий	6,0

Источник: составлено автором на основе источника [6, с. 4].

Более детализированная схема включает более 26 различных барьеров [6]. Исследование [6] является одним из немногих источников, учитывающих «обратную связь» от РОИВ, и потому отраженная в нем информация представляется очень ценной. Тем более, что данные, которые могли бы позволить сделать выводы относительно того, насколько изменилась ситуация к сегодняшнему дню, носят фрагментарный характер и по большому количеству пунктов просто отсутствуют.

Уже тогда было отмечено, например, что в ряде регионов отсутствуют бюджетные места по ИКТ-направлениям в количестве, достаточном для реализации федерального проекта «Кадры для цифровой экономики». Так, для Еврейской автономной области были установлены показатели: на 2020 г. — 230 человек, а на 2021 г. — 306 [6, с. 8]. При этом в единственном высшем учебном заведении ЕАО, в котором есть программы по ИКТ-специальностям, и на 2020 г., и на 2021 г. было выделено 25 мест. Аналогичные проблемы, по данным упомянутого выше исследования, существовали еще в нескольких областях. Также по всем периферийным регионам фиксировался отток высококвалифицированных специалистов.

Сегодня нет единого мнения относительно того, насколько удачны стратегии цифровых трансформаций регионов, принятые в 2022 г., а также, насколько успешной будет их реализация. Оценки экспертов также расходятся. По мнению Александра Малахова, руководителя направления «Цифровое развитие» ЦСР, «Работа с регионами велась в очень высоком темпе», и в «результате тако-

го «интенсива» регионы в первую очередь ориентируются на федеральные инициативы без анализа своего положения» [12], а руководитель проектов направления «Консалтинг» ЦПУР Николай Середа отмечает: «разработанные проекты нужно детализировать в ближайшей перспективе и привязать к бюджетному процессу. Некоторые из них не имеют достаточного финансового обеспечения» [12].

Первый отчет по реализации стратегий цифровой трансформации в регионах должен был быть сформирован по итогам первого полугодия 2022 г. и отправлен в Минцифры до 15 июля 2022 г. [9] На 1 октября 2022 г. эти отчеты отсутствуют в открытом доступе.

29 июля 2022 г. вице-премьер Дмитрий Чернышенко, отвечающий среди прочего за развитие цифровой экономики, озвучил рейтинг руководителей цифровой трансформации федеральных ведомств и регионов [8]. Показатели для Москвы не рассчитывались ввиду ее «опережающего» положения в данном процессе (табл. 6).

Цифровая трансформация (ЦТ) — это новый процесс. Очевидно, что он не может существовать без готовых и проверенных рецептов, которые могли бы гарантировать эффективность. Можно выделить несколько групп проблем, с которыми может столкнуться реализация цифровой трансформации как на региональном, так и на федеральном уровне.

Разработка стратегий ЦТ велась правительством и министерствами, при этом положения стратегий не выносились на какое-либо открытое научное обсуждение, что представляется принципиально важным с учетом того, насколько этот процесс является новым и малоизученным.

Таблица 6

Регионы-лидеры цифровой трансформации и регионы аутсайдеры

Позиция в рейтинге	Регион	Общий балл
1	Ямало-Ненецкий автономный округ	21.0
2	Республика Татарстан	19.0
3	Ханты-Мансийский автономный округ — Югра	18.7
4	Московская область	18.6
5	Челябинская область	18.6
6	Томская область	18.1
7	Тульская область	18.1
8	Удмуртская Республика	18.1
9	Тюменская область	17.7

Окончание табл. на след. стр.

Позиция в рейтинге	Регион	Общий балл
10	Калужская область	17.5
...
75	Республика Марий Эл	10.6
76	Чеченская Республика	10.6
77	Иркутская область	10.4
78	Ленинградская область	10.1
79	Республика Дагестан	10.1
80	Астраханская область	9.8
81	Республика Тыва	9.6
82	Тверская область	9.1
83	Республика Ингушетия	7.5
84	Кабардино-Балкарская Республика	6.9

Источник: по данным [8]

Стратегия ЦТ на уровне государства не учитывает в целом слабое развитие экономики РФ относительно стран, идущих в авангарде цифровой трансформации.

Стратегии ЦТ (как региональные, так и стратегии ФОИВ и отраслей) также не учитывают принципиальные макроэкономические факторы, которые влияют на все аспекты экономики. Так, предстоящая рецессия на Западе, которая должна была отразиться и на экономике РФ даже при отсутствии санкций, не была учтена в программах ЦТ.

В цифровизации экономики РФ уже был явный успех — это цифровизация банковского сектора, которая произошла естественным образом в рамках конкурентного рыночного процесса. Другой успех — это бурное развитие маркетплейсов (Wildberries, Ozon, berru и т. п.), которые решили существенные логистические проблемы для малого и среднего бизнеса на уровне государства в целом. Как и в случае с финансовым сектором, развитие отрасли обеспечил платежеспособный спрос, а также отсутствие зарубежных конкурентов.

Значительный успех был также достигнут в развитии цифровых экосистем. В этом направлении Россия опередила многие страны Европы.

Другой пример — цифровая трансформация многих отраслей в Москве, которая идет на несколько шагов впереди всей остальной страны, из-за чего ее даже не включают в рейтинги, оценивающие уровень цифровизации регионов РФ.

С одной стороны, цифровая трансформация должна ускорять экономический рост, но имеет место и обратный процесс: рост доходов населения и повышение качества жизни должны привести к росту спроса на цифровые товары и услуги, что должно становиться уже драйвером цифровой трансформации. В противном случае реализация любых стратегий представляется малоэффективной.

Принципиальным представляется вопрос: возможна ли цифровая трансформация в период спада экономики? Очевидного ответа нет. С одной стороны, на сокращающемся рынке усиливается конкуренция, а это может стать поводом для форсированной модернизации. С другой стороны, спад может требовать перераспределения ресурсов, которых в результате может не хватить на ЦТ.

В любом случае стимулирование спроса на продукты цифровой трансформации — важный аспект ее эффективного продвижения, которому уделено недостаточно внимания.

Цифровая трансформация отдельных предприятий и отраслей на Западе стала естественным результатом конкурентных рыночных процессов. Она начинается чаще всего, когда рост за счет капитальных вложений исчерпан. Платежеспособный спрос — важнейший драйвер развития рыночной экономики. Более развитая экономика изначально создает лучшие условия для развития цифровой трансформации. Соответственно, мобилизация значительных ресурсов для проведения ЦТ в регионах со слабой экономикой представляется опережающей задачей, которая может провалиться (полностью или частично) из-за отсутствия необходимых предпосылок.

Для цифровой трансформации предприятия, отрасли или региона принципиально важно наличие ряда предпосылок, например, наличие развитой материально-технической базы, а также необходимых институтов, инфраструктуры и ресурсов.

Политическая и экономическая нестабильность в РФ делает отечественную IT-отрасль малопривлекательной как для зарубежных, так и для внутренних инвесторов. Это является несомненным барьером на пути продвижения цифровизации, поскольку внутренний рынок не может сегодня почти ни в одной стране обеспечить спрос, достаточный для реализации передовых IT решений.

Ключевая проблема цифровой трансформации регионов — слишком сильная дифференциация между экономиками регионов по множеству показателей. Например, развитие сетей связи в разных регионах — задача разной сложности. Значение здесь имеют как площадь региона, географические и природные условия, так и степень урбанизации.

В нескольких регионах ЦТ продвинулась очень далеко, а в других — едва начала продвигаться по отдельным направлениям. В идеале реализация программы цифровой трансформации регионов должна привести к сокращению разрыва между ними. Но с учетом того, что программы могут оказаться не вполне эффективными в отдельных регионах, этот эффект может и не быть достигнут. Наоборот, разрыв будет только расти.

Не учитываются вопросы, связанные с концентрацией экономических ресурсов в отдельных регионах в руках ограниченного круга лиц, что также не способствует свободному и конкурентному развитию передовых (в том числе цифровых) отраслей экономики.

Не учитывается дифференциация между различными социальными группами населения, что, как следствие, повышает риск неэффективности «универсальных» инициатив.

Для цифровой трансформации регионов не выделяются косвенные факторы процессов развития цифровизации (социальные, социально-психологические и культурные), которые бы могли бы быть объектом таргетированной поддержки как со стороны федеральных властей, так и со стороны региональных.

Не уделяется внимание одной из важнейших проблем, являющейся препятствием для социально-экономического прогресса — коррупции. Очевидным представляется тот факт, что она в разной мере выражена в разных регионах РФ, и, соответственно, меры борьбы с ней должны также различаться.

Большая часть стратегических направлений в области цифровой трансформации касается вопросов, которые в той или иной степени находятся в ведении государства. Однако гораздо меньшее значение уделено частному бизнесу, в том числе малому и среднему.

В развитых странах госсектор как в прямом, так и фигуральном смысле, или то, что к нему можно отнести, значительно меньше. Государство должно находиться в непрерывном контакте с бизнесом, узнавать и анализировать его потребности. «Обратная связь» от региональных чиновников не может заменить обратную связь от реального сектора экономики.

В условиях санкций особенно остро стоит проблема зависимости РФ как от зарубежного оборудования, так и от зарубежного ПО. Без решения этой проблемы (обеспечение материально-технической базы цифровой трансформации) эффективная ЦТ представляется недостижимой задачей. Для многих отраслей в этом ключевой задачей становится детальный анализ производственных цепочек для их корректировки.

Упущением представляется также отсутствие нормативных определений для большинства понятий, связанных с цифровой трансформацией (в том числе и для понятия «цифровая трансформация»).

Стратегии региональной трансформации требуют многоэтапного согласования с федеральными органами власти, в результате чего не могут в полной мере учитывать региональную специфику. Аналогичным образом показатели контроля также не учитывают региональную специфику, неравномерность распределения и качества факторов (в том числе человеческого капитала, который играет ключевую роль в процессах цифровой трансформации).

Установленные органами государственной власти РФ индикаторы цифровой трансформации касаются в первую очередь конечной, внешней стороны процесса, при этом не учитываются многие внутренние (структурные) факторы. Такой подход может привести к повсеместному проведению мероприятий, нацеленных на «подгонку» финальных показателей, но не оказывающих существенного влияния на структурную трансформацию российской экономики.

Важной является проблема с привлечением в школу или периферийное учреждение среднего или высшего образования высококвалифицированного специалиста с ИКТ-компетенциями.

Также до сих пор не найдены эффективные решения в сфере безопасности данных. Растет число утечек, также как и случаев мошенничества и киберпреступлений.

Предложения и рекомендации по преодолению возможных препятствий на пути реализации стратегий цифровой трансформации субъектов РФ

На сегодняшний день первичная задача, которая должна стоять перед государством для реализации национальной цели «Цифровая трансформация», — это стабилизация экономики, а лучше — достижение стабильного роста. Проведение цифровой трансформации административными методами на фоне рецессии или кризиса представляется потенциально малоэффективной задачей, которая может привести к потере ресурсов.

С учетом сложности и новизны поставленных задач необходимо развитие, расширение и стимулирование научного обсуждения проблемы, в том числе и на уровне региональных научных центров. Необходимо также уточнение некоторых нормативных понятий, в том числе «цифровизация» и «цифровая трансформация».

В условиях санкционного давления федеральные власти должны решить ряд важных задач. В первую очередь — это максимальное сокращение барьеров для реализации частной инициативы.

Очень остро стоит проблема с зависимостью буквально всех отраслей экономики государства от зарубежных комплектующих и ПО. Для этого необходим детальный анализ производственных цепочек и поиск альтернативных каналов поставок.

Одна из самых важных задач — поиск и открытие новых рынков взамен закрытых.

Политические усилия могут способствовать экспансии в новые страны успешных российских IT-проектов, а также финансовых систем, маркетплейсов и экосистем. Важно также создать условия для взаимодействия региональных властей напрямую с зарубежными партнерами.

Необходимо также наличие обратной связи не только от органов исполнительной власти на местах, но и от участников реальной экономики, представителей малого и среднего предпринимательства.

Особые условия должны создаваться для малого и среднего бизнеса, который в РФ занимает относительно небольшую долю в ВВП по сравнению с большинством развитых стран. Вероятно, требуется создание каких-либо каналов (информационных платформ или организаций), которые могли бы сделать более доступной информацию об IT-решениях для бизнеса.

Существенной мерой могло бы также стать упрощение законодательства в сфере инвестиций, развитие отечественных, в том числе региональных, краудфандинговых платформ, а также создание специальных условий для частных инвесторов (например, налоговые вычеты для инвесторов краудфандинговых платформ).

Необходим анализ наличия предпосылок ЦТ и разработка стратегий их усиления (или формирования, при необходимости) на уровне:

- институтов;
- материально-технической базы;
- инфраструктуры;
- ресурсной обеспеченности.

Как было отмечено ранее, методы оценки процесса ЦТ на сегодня представляются также достаточно ограниченными. Почти все показатели касаются изменения уровня расходов на какие-то IT-решения или изменение их доли и т. п. Однако цель трансформации — это изменение структуры экономики, сокращение издержек во всех административных и экономических процессах и

существенное улучшение качества жизни населения. Открытым остается вопрос о том, как измерить эти изменения?

Необходимо также разработать отдельные критерии для оценки косвенных факторов процессов развития цифровизации (институциональных, социальных, социально-психологических и культурных), которые могли бы быть объектом таргетированной поддержки как со стороны федеральных властей, так и со стороны региональных.

Необходим поиск решений для сокращения разрыва между регионами. Поскольку отстающие регионы чаще всего имеют наименьшие бюджеты, особенно на муниципальном уровне, каждый случай должен прорабатываться отдельно, поскольку типовые решения преодоления отсталости едва ли могут помочь. Возможно, для отдельных регионов для проведения ЦТ сначала нужно решить задачи более «низкого уровня».

Перспективным кажется создание нормативных условий для реализации программ или отдельных задач ЦТ группой регионов совместными усилиями.

Цифровая трансформация должна быть гибкой и динамичной, регулирование и администрирование должны подстраиваться под реакцию системы. т. е. и нормативное регулирование процессов цифровой трансформации должно быть гибким. Федеральная власть должна учитывать это и давать большую свободу регионам. Поэтому необходимо гармоничное сочетание долгосрочной стратегии с гибкой тактической политикой, предполагающей периодическую корректировку.

Создание институтов общественного контроля и аудита, а также большая прозрачность в отчетности, могли бы способствовать сокращению возможных издержек от коррупции.

Также на фоне перспектив развития и развертывания дистанционного образования в сфере ИКТ-технологий представляется очень важной задача создания независимой системы аттестации специалистов в данной области, которая могла бы повысить как качество функционирования рынка труда, так и качество образовательного процесса. Как известно, нечто подобное успешно реализовано во всем мире для оценки уровня владений иностранными языками.

Процесс цифровой трансформации уже некоторое время успешно протекает в целом ряде стран. Мировыми лидерами в области ЦТ являются США, Великобритания, страны ЕС и страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Россия же отстает от лидеров, по разным оценкам, на 5–10 лет [13].

Для достижения поставленных целей в странах-лидерах проводилась политика, направленная на поддержку ЦТ экономики. Обобщая основные идеи, можно заключить, что в основном реализованные проекты были направлены на достижение следующих целей:

- обеспечение необходимой инфраструктурой, в том числе подключение большей доли населения к широкополосному Интернету;
- активное инвестирование в науку на уровне государства и поощрение инвестиций в НИОКР для частного сектора;
- координирование процесса цифровизации за счет создания новых институтов;
- высококачественная подготовка IT-специалистов, а также их привлечение из других стран;
- стимулирование экспорта более высокотехнологичных товаров и цифровых продуктов;
- формирование особой системы налогообложения для IT-компаний.

Важно отметить, что все страны-лидеры цифровой трансформации являются странами с развитыми и диверсифицированными экономиками. Часто в таких странах уже исчерпана для многих компаний возможность роста за счет капитальных вложений, и ЦТ производства становится, по существу, безальтернативным направлением развития. Также важным фактором является наличие спроса на цифровые продукты со стороны населения, а также очень высокий уровень развития «предпосылок» для ЦТ, таких, как высокий уровень развития человеческого капитала, высокотехнологичная материально-техническая база, разветвленная инфраструктура, охватывающая буквально все государство, а также наличие эффективных правовых институтов.

Многие страны, которые преуспели в цифровой трансформации (Ирландия, Сингапур, Швеция и др.), являются странами с малой открытой экономикой. Создание в таких странах благоприятного инвестиционного климата (как это было последовательно реализовано в Ирландии) наряду со стабильностью экономической и политической системы способствовало значительному привлечению внешних инвестиций.

Очевидно, что Россия находится в принципиально иных условиях, и «копирование» зарубежного опыта, даже стран-лидеров ЦТ, не представляется возможным. При этом реализация ЦТ для РФ сегодня очень важна, в первую очередь для того, чтобы уже существующее технологическое отставание не усилилось в разы.

Среди опыта стран-лидеров цифровой трансформации надо отметить отдельные меры, которые могли бы быть применены в условиях российской экономики.

Один из самых успешных проектов цифровой трансформации реализуется в Германии, это «Индустрия 4.0.». Экономика Германии является одной из самых развитых в мире, при этом в ее ВВП промышленность традиционно занимает большую долю, чем во многих других европейских странах.

Проект «Индустрия 4.0» предполагал внедрение инновационных технологий в первую очередь в промышленность, в основу германской экономики. Аналогичным образом кажется более чем рациональным решением для России в первую очередь форсировать цифровизацию наиболее развитых и передовых отраслей экономики, у которых уже есть для этого необходимый потенциал.

Параллельно с этим в Германии реализуется инновационная стратегия «Инновация для Германии», принятая в 2014 г. [5] Важный пункт реализации программы — большая прозрачность и большая вовлеченность общественности в процессы контроля и принятия решений. С учетом таких важных проблем российской экономики, как коррупция и низкий уровень доверия между властью, обществом и бизнесом, реализация подобной меры также представляется весьма разумной.

Схожая проблема решалась более десятилетия назад в Великобритании. Принятый в 2010 г. «Digital Economy Act» [3] среди прочих задач должен был наладить форсайт-коммуникацию между всеми участниками рынка. Как было отмечено выше, отсутствие в России обратной связи от бизнеса, в том числе малого и среднего, может привести к тому, что жесткое администрирование процесса ЦТ сверху не приведет к желаемым результатам в полном объеме.

Несмотря на то, что цифровая трансформация является сравнительно новым явлением, некоторые институты, которые способствуют ее эффективному развитию, были созданы десятилетия назад. Так, например, в Германии с 1949 г. функционирует «Общество Фраунгофера», которое на сегодня объединяет более 76 институтов и исследовательских центров в Германии и за ее пределами, которые занимаются прикладными исследованиями для промышленности [2]. Ежегодный бюджет на исследования данной организации достигает 2,9 млрд евро, из которых около 2,5 получено по контрактам за выполненные исследования [2].

В США существует организация, созданная по таким же принципам, как «Общество Фраунгофера». Это «Manufacturing USA», ра-

нее известное под названием «National Network for Manufacturing Innovation» [2]. Организация была основана в 2012 г.

Упомянутый выше опыт США и Германии очень важно перенять и России. Аналогичным образом выстраивались отношения промышленности и науки в советское время, однако после перестройки большая часть институциональных связей была разрушена вместе с деградацией остатков советской промышленности.

Интересен опыт Сингапура, в котором государство выстраивает эффективную экосистему, при этом не контролируя полностью процесс цифровизации. Существующая система позволяет осуществлять бесшовный переход между всеми основными сервисами, которые использует гражданин.

С учетом все более возрастающего санкционного давления очень актуальным становится вопрос об использовании «обратного инжиниринга» (по сути — игнорирование международного патентного права), который активно применялся Китаем и Южной Кореей во время индустриализации этих стран. Реализация данного метода требует специальной нормативной базы. Также на фоне санкций очень обостряется проблема с тем, чтобы «удержать» в стране наиболее талантливых специалистов.

Обобщая вышесказанное, можно сделать заключение, что на пути ЦТ в России стоит множество экономических и институциональных барьеров.

Сравнение российской стратегии ЦТ со стратегиями стран-лидеров является очень затруднительным, поскольку ни одно из них не сопоставимо с РФ по достаточному количеству критериев. Так, многие государства-лидеры цифровой трансформации — это высокоразвитые малые открытые экономики (Ирландия, Сингапур, Швеция, Норвегия и т. п.), а другие — крупнейшие экономики мира по ряду отраслей (США, Китай, Германия и др.). Кроме того, ни одна страна не прошла цифровую трансформацию под таким санкционным давлением, под каким сейчас находится Россия.

Соответственно, как перед федеральными органами власти, так и перед региональными сегодня стоят очень сложные задачи, при решении которых должны учитываться все принципиальные особенности и проблемы экономики на всех уровнях.

Заключение

Цифровая трансформация — это новый процесс. Очевидно, что не может существовать готовых и проверенных рецептов, которые бы могли гарантировать эффективность. Реализация стратегий ЦТ

регионов РФ может столкнуться с рядом проблем на разных уровнях: макро- и микроэкономическом, институциональном, техническом и социальном. Наиболее существенные препятствия — это чрезвычайно высокая дифференциация среди регионов, экономическая нестабильность и недостаток платежеспособного спроса. Другая важная проблема — жесткая иерархия в процессе принятия решений и наличие только минимальной обратной связи.

В статье исследованы общие (неспецифические) преграды, которые стоят на пути реализации стратегий цифровой трансформации регионов РФ. Наиболее перспективным направлением дальнейших исследований нам представляется изучение конкретных проблем, специфичных для определенного региона, и разработка на этой основе предложений по корректировке стратегии цифровой трансформации.

Благодарность

Исследование выполнено за счет гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых-кандидатов наук (МК-1450.2022.2).

Список источников

[1] О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012> (дата обращения: 01.03.2022).

[2] About Fraunhofer // fraunhofer.de, 2022. URL: <https://www.fraunhofer.de/en/about-fraunhofer.html> (дата обращения: 01.08.2022)

[3] Digital Economy Act 2010 // legislation.gov.uk. URL: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2010/24/contents/enacted> (дата обращения: 01.08.2022)

[4] Manufacturing USA. URL: <https://www.manufacturingusa.com> (дата обращения: 01.08.2022)

[5] New High-tech Strategy — Innovation for Germany // Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action. URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Artikel/Technology/high-tech-strategy-for-germany.html> (дата обращения: 01.08.2022)

[6] Барьеры в развитии цифровой экономики в субъектах Российской Федерации. Аналитический центр при Правительстве РФ. Ноябрь 2019. URL: <https://ac.gov.ru/archive/filespublication/a/25838.pdf> (дата обращения: 01.08.2022)

[7] Зарубин Ю. Разработка региональных стратегий цифровой трансформации текущий статус. URL: <https://цифроваяэволюция.рф/storage/>

filemanager/presentation/zarubin-razrabotka-regionalnykh-strategiy.pdf (дата обращения: 01.08.2022)

[8] Информатизация регионов. Рынок России // tadviser.ru, 2022/06/29. URL: <https://www.tadviser.ru/a/191019> (дата обращения: 01.08.2022)

[9] Методические рекомендации по подготовке высшими исполнительными органами государственной власти субъектов Российской Федерации программы цифровой трансформации в соответствии с типовой формой программы цифровой трансформации субъекта Российской Федерации. URL: https://www.tadviser.ru/images/b/b5/Metod_rekom.pdf (дата обращения: 01.08.2022)

[10] Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации: Цифровизация субъектов РФ. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/894/> (дата обращения: 01.03.2022)

[11] Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации: Стратегии цифровой трансформации. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/1064/> (дата обращения 01.08.2022).

[12] Петрова В., Сапожников О. Равнение на центр // Kommersant.ru, 03.09.2021. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4968175> (дата обращения: 01.08.2022)

[13] Рудычева Н. Спрос на цифровизацию промышленности в России увеличится в 14 раз к 2030 г. // cnews.ru, 08-12-2021. URL: https://www.cnews.ru/reviews/it_v_promyshlennosti_2021/articles/spros_na_tsifrovizatsiyu_promyshlennosti (дата обращения: 01.08.2022)

УДК 339.137.21

JEL classification: C61, C65, D20

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-4

Возможности оптимизации выбора контрагента по многим критериям в условиях неопределенности¹

Г.Л. Бродецкий ^а, Д.А. Гусев ^б, И.Г. Шидловский ^в

^а Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(г. Москва, Россия).

<https://orcid.org/0000-0002-3483-1078>

^б Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(г. Москва, Россия).

<https://orcid.org/0000-0002-2173-1270>

^в Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(г. Москва, Россия).

<https://orcid.org/0000-0003-4690-3988>

Автор для корреспонденции: Д.А. Гусев (digussev@hse.ru).

Аннотация. *Цель статьи — продемонстрировать менеджерам возможности обобщенного подхода к задаче выбора контрагента. Соответствующее обобщение предполагает принятие решений на основе синтеза процедур оптимизации в условиях неопределенности с процедурами выбора по многим критериям. В формате процедур оптимизации в условиях неопределенности использован критерий Гурвица. При этом учтены различные возможные балансы между пессимистическим и оптимистическим отношением к фактору неопределенности. Для определения наилучшего решения по многим критериям использован критерий идеальной точки. В указанной ситуации из-за специфики процедур такого критерия дополнительно усовершенствован подход к определению элементов требуемой матрицы полезностей. Предложенный подход, естественно, расширяет инструментарий менеджера для принятия решений в условиях неопределенности, причем применительно к ситуациям, когда для оптимизации требуется использовать множество различных критериев.*

Ключевые слова: выбор контрагента; многокритериальная оптимизация; выбор в условиях неопределенности.

¹ © Бродецкий Г.Л., Гусев Д.А., Шидловский И.Г. Текст. 2022

Opportunities for Optimising the Choice of a Counterparty by Many Criteria under Uncertainty

G. Brodetsky ^a, D. Gusev ^b, I. Shidlovskii ^c

^a HSE University (Moscow, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-3483-1078>

^b HSE University (Moscow, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-2173-1270>

^c HSE University (Moscow, Russia).
<https://orcid.org/0000-0003-4690-3988>

Corresponding author: D.A. Gusev (martinez@mail.org).

Abstract. *The report aims to demonstrate to managers the possibilities of a generalised approach to the problem of choosing a counterparty. The generalisation involves making decisions based on the synthesis of optimisation procedures under uncertainty with selection procedures for many criteria. The paper uses the Hurwitz criterion in the format of optimisation procedures under uncertainty. Moreover, various possible balances between the pessimistic and optimistic attitude to the uncertainty factor were considered. The ideal point criterion helps determining the best solution for many criteria. Due to the specificity of the procedures of such a criterion, the approach to determining the elements of the required utility matrix has been further improved. The proposed approach expands the managers' tools for making decisions under uncertainty, especially in situations where optimisation requires the use of many different criteria.*

Keywords: choice of a counterparty; multi-criteria optimisation; choice under uncertainty.

Введение

Внедрение в России новой управленческой идеологии «Четвертого этапа цифровой революции» (когда в основу бизнес-процессов закладывается цифровая экономика [1]) позволит улучшить эффективность взаимодействия экономических субъектов и системной оптимизации бизнес-процессов с учетом приоритетов развития промышленной политики [2] и требований стратегического планирования «Индустрии 4.0» [3]. Это стимулирует разработку специализированных информационных систем, которые обеспечат технологическую платформу и инфраструктуру в условиях цифровой трансформации промышленности [4, 5]. В частности, это также поможет обеспечить возможность реализации и оптимизации многокритериальных решений. В то же время в мире растет неопределенность [6, 7, 8, 9], которая угрожает существенно уменьшить надежность и устойчивость цепей поставок в промышленности [13, 14, 15].

Актуальной проблемой принятия решений в новых условиях является нахождение наилучшего баланса различных оптимизируемых показателей с учетом фактора неопределенности. В данной сфере приходится сталкиваться со сложностью учета многих важных показателей, а также учета предпочтений лиц, принимающих решения (ЛПР). Такие показатели (называемые в теории частными критериями) зачастую могут быть конкурирующими по отношению друг к другу, а также предполагать большое количество альтернатив для анализа. Как видим, в данной связи неотъемлемой частью бизнес-процессов должны стать специальные подходы к оптимизации выбора наилучшего решения по многим критериям с учетом неопределенности.

Основная часть

Для принятия многокритериальных решений в мировой практике в целом принято использовать методологию MCDM (*multiple criteria decision making*) [13], причем в случае многокритериальных задач на дискретном множестве решений принято использовать методы из особого научного подраздела, называемого MADM (*multi-attribute decision making*) [14]. Однако, для практических приложений, в которых надо учитывать фактор неопределенности, соответствующие подходы надо совершенствовать [6, 7, 14, 15, 16, 17].

В частности, в [18] представлен подход, позволяющий синтезировать процедуры многокритериальной оптимизации применительно к процессам принятия решений в условиях неопределенности. Такой подход актуален для ситуации, когда руководитель не имеет надежных оценок вероятностей случайных событий и не может использовать методы принятия решений в условиях риска [19]. В указанном исследовании представлены специфика разработанного подхода и алгоритм оптимизации решений, который проиллюстрирован на примере задачи управления запасами. Соответствующий алгоритм для упрощения представим пятью шагами (они представлены в табл. 1).

Таблица 1

Алгоритм принятия решений по многим критериям в условиях неопределенности

Шаг	Содержание
1	Формализация альтернатив с указанием частных критериев и их показателей, а также критерия выбора в формате процедур оптимизации по многим критериям

Окончание табл. на след. стр.

Шаг	Содержание
2	Формирование полной группы событий для учета фактора неопределенности и задание критерия выбора в формате процедур оптимизации в условиях неопределенности
3	Определение показателей критерия выбора в формате процедур оптимизации по многим критериям для всех альтернатив (применительно к каждому случайному событию)
4	Формирование матрицы полезностей на основе показателей критерия выбора, найденных на предыдущем шаге
5	Выбор наилучшей альтернативы на основе критерия выбора, заданного на шаге 2 с использованием полученной матрицы полезностей

Составлено авторами

Соответствующий алгоритм был проиллюстрирован для ситуации, когда в качестве критерия выбора при оптимизации в условиях неопределенности был использован критерий Гурвица [20]. В качестве критерия выбора в формате соответствующих процедур оптимизации по многим критериям был использован метод взвешенных оценок частных критериев. При этом было отмечено, что вместо такого критерия можно использовать любой критерий выбора прямого типа. Однако, на практике при использовании некоторых таких критериев выбора у менеджера могут возникать трудности. В частности, такие ситуации можно соотносить с использованием критерия идеальной точки (ИТ), поскольку показатели ИТ-критерия следует минимизировать при оптимизации решения (в то время, как предложенный в [18] алгоритм априори предполагает их максимизацию). Поэтому в данной работе рассмотрены особенности, связанные с синтезом процедур оптимизации в условиях неопределенности с процедурами выбора по многим критериям, если они реализуются на основе метода ИТ.

Рассмотрим задачу многокритериального выбора (по двум частным критериям C_1 и C_2) контрагента, когда необходимо найти наилучшую среди четырех альтернатив ($A_1 - A_4$). Указанные частные критерии формализованы следующим образом: C_1 — годовой доход при работе с контрагентом, у.е.; C_2 — годовые поступления при работе с контрагентом за счет мероприятий по управлению рисками, у.е.

Обратим внимание на то, что оба указанных частных критерия имеют стоимостное выражение, но при этом отражают различные аспекты оценки работы с контрагентом. Соответственно, они не могут быть сведены к одному показателю без потери информа-

ции. В качестве критерия выбора (для принятия решений по многим критериям), как уже отмечалось, будет использован критерий ИТ. Решение ищется с учетом фактора неопределенности, причем для внешних воздействий пусть выделена полная группа из трех событий $\theta_1 - \theta_3$. Кроме того, как и в [18], в качестве критерия выбора с учетом фактора неопределенности будет использован критерий Гурвица.

Все частные критерии требуется максимизировать (исходная задача оптимизации имеет вид: $C_j \rightarrow \max, j = 1, 2$). Исходные оценки частных критериев для рассматриваемой задачи применительно к каждому событию представлены в таблице 2.

Как видим, первые два шага представленного выше алгоритма (из табл. 1) уже реализованы. Теперь, в соответствии с третьим шагом указанного алгоритма, требуется найти показатели критерия выбора (ИТ) для всех альтернатив, причем применительно к каждому событию полной группы. На их основе как раз можно будет представить требуемую матрицу полезностей.

Напомним, что метод ИТ предусматривает нахождение расстояния от каждой альтернативы (в пространстве значений частных критериев) до утопической точки (УТ), имеющей наилучшие показатели по каждому частному критерию (наибольшие показатели для рассматриваемой задачи). При этом расстояние ищется как квадратный корень из суммы квадратов разностей соответствующих координат альтернативы и УТ. Необходимые расчеты представлены в таблицах 3–5, что отражает реализацию третьего шага алгоритма, представленного в таблице 1.

В соответствии с четвертым шагом алгоритма сформируем матрицу полезностей, которая потребуется для выбора решения с учетом фактора неопределенности.

Таблица 2

Исходные оценки частных критериев

Альтернативы	Оценки по частным критериям в случае реализации событий $\theta_1 - \theta_3$					
	θ_1		θ_2		θ_3	
	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2
A_1	35	9	34	8	32	6
A_2	36	8	33	7	31	8
A_3	40	7	38	6	35	0
A_4	32	11	31	12	34	9

Составлено авторами

Таблица 3

Показатели критерия выбора по методу ИТ для события θ_1

Альтернативы	Показатели альтернатив по частным критериям		Показатель критерия выбора по методу ИТ
	C_1	C_2	
A_1	35	9	4,07
A_2	36	8	5,02
A_3	40	7	2,53
A_4	32	11	6,20
УТ	40	11	—

Составлено авторами

Таблица 4

Показатели критерия выбора по методу ИТ для события θ_2

Альтернативы	Показатели альтернатив по частным критериям		Показатель критерия выбора по методу ИТ
	C_1	C_2	
A_1	34	8	4,00
A_2	33	7	5,00
A_3	38	6	3,79
A_4	31	12	5,42
УТ	38	12	—

Составлено авторами

Таблица 5

Показатели критерия выбора по методу ИТ для события θ_3

Альтернативы	Показатели альтернатив по частным критериям		Показатель критерия выбора по методу ИТ
	C_1	C_2	
A_1	32	6	3,00
A_2	31	8	3,16
A_3	35	0	5,69
A_4	34	9	0,77
УТ	35	9	—

Составлено авторами

Обратим внимание на следующую особенность. При определении показателей альтернатив по критерию выбора ИТ нужно учитывать, как уже отмечалось, следующую особенность. А именно, такие показатели подлежат минимизации (при выборе альтернативы). В формате предложенных процедур оптимизации [20]

соответствующие показатели критерия выбора для задачи принятия решений по многим критериям должны максимизироваться). Поэтому в таблице 6 для формирования элементов матрицы полезностей полученные показатели по критерию ИТ далее корректируются следующим образом.

Найдем наибольшее значение среди показателей критерия ИТ (для всех рассматриваемых альтернатив, причем по всем событиям). Нетрудно видеть, что интересующее нас значение равно 6,2. Далее в качестве элементов матрицы полезностей будем использовать значения, определяемые разницей между числом 6,2 и соответствующим значением показателя критерия ИТ. Понятно, что найденные таким образом новые показатели теперь будет нужно максимизировать, что соответствует требованиям алгоритма, представленного в таблице 1.

Далее, на пятом шаге алгоритма реализуем процедуры критерия Гурвица (НВ-критерий). В формате указанного критерия менеджер может учитывать и задавать специфику отношения ЛПР к крайним позициям (пессимизма и оптимизма) за счет выбора специального параметра $c \in (0 \leq c \leq 1)$, задаваемого в формате такого критерия. Для полноты изложения далее будут представлены различные ситуации применительно к указанному параметру c .

В частности, рассмотрим случаи при $c = 0$; $c = 0,2$, характеризующие оптимистическую позицию ЛПР по отношению к фактору неопределенности. Кроме того, проанализируем случай при $c = 0,5$, соответствующий нейтральной такой позиции. Наконец, рассмотрим также случаи при $c = 0,8$; $c = 1$, характеризующие пессимистическую позицию ЛПР по отношению к фактору неопределенности. Результаты для показателей НВ-критерия представлены в таблице 7 (для указанных выше параметров c).

Таблица 6

Формирование матрицы полезностей

Альтернативы	Показатели критерия выбора по методу ИТ			Матрица полезностей		
	Событие 1	Событие 2	Событие 3	θ_1	θ_2	θ_3
A_1	4,07	4,00	3,00	2,12	2,20	3,20
A_2	3,63	5,00	3,16	2,56	1,20	3,03
A_3	2,53	3,79	5,69	3,67	2,40	0,50
A_4	6,20	5,42	0,77	0,00	0,77	5,42

Составлено авторами

Выбор наилучшей альтернативы по методу Гурвица

Альтернативы	Матрица полезностей			Показатели критерия выбора по методу Гурвица при различных значениях c				
	θ_1	θ_2	θ_3	$c = 0$	$c = 0,2$	$c = 0,5$	$c = 0,8$	$c = 1$
A_1	2,12	2,20	3,20	3,20	2,98	2,66	2,34	2,12
A_2	2,56	1,20	3,03	3,03	2,67	2,12	1,56	1,20
A_3	3,67	2,40	0,50	3,67	3,03	2,09	1,14	0,50
A_4	0,00	0,77	5,42	5,42	4,34	2,71	1,08	0,00

Итак, на заключительном пятом шаге реализуется выбор наилучшей альтернативы, как уже отмечалось, по критерию Гурвица. Как видно из таблицы 7, при малых значениях параметра c (в частности, при оптимистическом и нейтральном отношении ЛПП к фактору неопределенности) наилучшей следует признать альтернативу A_4 . При больших значениях параметра c (т. е. при выраженном пессимистическом отношении ЛПП к фактору неопределенности) наилучшей оказывается альтернатива A_1 .

Как видим, применительно к рассмотренной модели оказалось, что при разном отношении ЛПП к фактору неопределенности по критерию Гурвица могут быть выбраны две разные альтернативы (из заданных априори). В частности, обратим внимание на то, что при оптимистическом и нейтральном отношении ЛПП к фактору неопределенности в рассмотренной ситуации, как раз, будет выбрана альтернатива, кстати, с не самыми большими показателями по первому частному критерию (годовой доход при работе с контрагентом), но зато с самыми большими показателями по второму частному критерию (годовые поступления при работе с контрагентом за счет мероприятий по управлению рисками). Кроме того, при пессимистическом отношении ЛПП к фактору неопределенности в рассмотренной ситуации, кстати, будет выбрана альтернатива со показателями по каждому частному критерию, близкими к соответствующим средним значениям.

Заключение

В докладе проиллюстрирован специальный подход к принятию наилучшего решения, позволяющий оптимизировать выбор контрагента (для поддержки и развития соответствующего бизнеса), когда требуется учет фактора неопределенности, причем выбор наилучшей альтернативы надо реализовать по многим критериям. Как уже отмечалось, в представленном подходе реализуется синтез про-

цедур оптимизации в условиях неопределенности с процедурами выбора по многим критериям. При этом для оптимизации в условиях неопределенности использован критерий Гурвица (при разных значениях параметра c). Кроме того, для определения наилучшего решения по многим критериям использован критерий идеальной точки. В указанной ситуации из-за специфики процедур такого критерия пришлось дополнительно совершенствовать процедуры определения элементов матрицы полезностей, чтобы они соответствовали атрибутам требований, предъявляемым к таким элементам в теории принятия решений в условиях неопределенности.

Список источников

[1] Цифровая экономика Российской Федерации / Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. URL: https://digital.gov.ru/uploaded/files/natsionalnaya-programma-tsifrovayaekonomika-rossijskoj-federatsii_NcN2nOO.pdf (дата обращения 14.10.2022)

[2] Романова О. А. Приоритеты промышленной политики России в контексте вызовов четвертой промышленной революции. Ч. 1 // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 2. С. 420–432.

[3] Никонова А. А. «Новая системность» стратегического планирования в Индустрии 4.0 // Journal of new economy. 2019. № 2. С. 145–165.

[4] Jimo A., Braziotis C., Rogers H., Pawar K. Additive manufacturing: A framework for supply chain configuration // International Journal of Production Economics. 2022. No. 253. 108592. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108592>

[5] Baldinger M., Levy G., Schonsleben P., Wandfluh M. Additive manufacturing cost estimation for buy scenarios // Rapid Prototyping Journal. 2016. No. 22 (6). P. 871–877. <https://doi.org/10.1108/RPJ-02-2015-0023>

[6] Sotoudeh-Anvari A. The applications of MCDM methods in COVID-19 pandemic: A state of the art review // Applied Soft Computing 2022. No. 126. 10923. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109238>

[7] Ivanov D., Dolgui A. OR-methods for coping with the ripple effect in supply chains during COVID-19 pandemic: Managerial insights and research implications // International Journal of Production Economics. 2021. No. 232. 107921. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107921>

[8] Deng X., Yang X., Zhang Y., Li Y., Lu Z. Risk propagation mechanisms and risk management strategies for a sustainable perishable products supply chain // Comput. Ind. Eng. 2019. No. 135. P. 1175–1187. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.014>

[9] Choi T. Y., Rogers D., Vakil B. Coronavirus is a wake-up call for supply chain management // Harvard Business Review. March 27th, 2020.

[10] *Бауэркок Д. Дж., Клосс Д. Дж.* Логистика: интегрированная цепь поставок. М.: Олимп-Бизнес, 2011. 640 с.

[11] *Иванов Д.* Управление цепями поставок. СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2009. 660 с.

[12] *Слак Н., Чаймберс С., Джонстон Р.* Организация, планирование и проектирование производства. Организационный менеджмент: пер. с 5-го англ. изд. М.: ИНФРА-М, 2009. 790 с.

[13] *Thakkar J. J.* Multi-Criteria Decision Making // *Studies in Systems, Decision and Control*, Vol 336. Springer, Singapore, 2021. <https://doi.org/10.1007/978-981-33-4745-8>

[14] *Tzeng G.-H, Huang J.-J.* Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. CRC Press, 2011.

[15] *Саати Т.Л.* Принятие решений при зависимостях и обратных связях. ЛКИ, 2008. 360 с.

[16] *Косоруков О. А., Маслов С. Е., Семенова Н. А.* Модель определения времени заказа поставки с учетом неопределенности сроков доставки // *Экономика и математические методы*. 2019. № 2. С. 130–139

[17] *Ho W, Xin M.* The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process // *European Journal of Operational Research*. 2018. Vol. 267(2). P. 399–414.

[18] *Brodetskiy G, Gusev D., Shidlovskii I.* Multi-criteria optimisation under the conditions of uncertainty in logistics and supply chain management // *International Journal of Logistics Systems and Management*. 2021. Vol. 39. No 2. P. 207–227. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2021.115483>

[19] *Мушик Э., Мюллер П.* Методы принятия технических решений М.: Мир, 1990. 208 с.

[20] *Бродецкий Г. Л., Гусев Д. А., Шидловский И. Г.* Оптимизация решений по многим критериям в исследованиях логистики: монография. М.: ИНФРА-М, 2020. 284 с.

УДК 334.01
JEL classification: O36, P49
DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-5

Цифровая экосистема как стратегия трансформации промышленных компаний¹

Е.В. Василенко ^а

^а Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук
(г. Екатеринбург, Россия).

Автор для корреспонденции: Е. В. Василенко (Elisabet.Vasilenko@gmail.com)

Аннотация. *Статья посвящена возможностям использования концепции цифровой экосистемы как методологической базы для разработки стратегии трансформации промышленных компаний в ответ на вызовы цифровой экономики. Представлены базовые принципы цифровой экосистемы, а также ее адаптивные возможности: экосистема цифровых двойников, цифровая экосистема в контексте транснациональной компании, цифровая экосистема с позиции фокусной фирмы, цифровая экосистема как условие для трансформации отношений между принципалом и агентом, цифровая экосистема для ускорения цифровой сервисизации, цифровая экосистема как метаорганизация.*

Ключевые слова: цифровая экосистема; экосистемный подход; цифровая трансформация.

Digital Ecosystem as a Transformation Strategy for Industrial Companies

E. V. Vasilenko ^а

^а Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia).
Corresponding author: E. V. Vasilenko (Elisabet.Vasilenko@gmail.com).

Abstract. *The article examines the possibilities of using the digital ecosystem concept as a methodological basis for developing a strategy to transform industrial companies in response to the digital economy challenges. The basic principles of the digital ecosystem, as well as its adaptive capabilities are presented. They include an ecosystem of digital twins, a digital ecosystem in the context of a multinational company, a digital ecosystem from the perspective of a focus firm, a digital ecosystem as a condition for the transformation of relations between the principal and the agent, a digital ecosystem for accelerating digital servitisation, a digital ecosystem as a meta-organisation.*

Keywords: digital ecosystem; ecosystem approach; digital transformation.

¹ © Василенко Е.В. Текст. 2022

Введение

Реалии, в которых функционируют современные промышленные компании, кардинально изменились. Четвертая промышленная революция, или Индустрия 4.0, подразумевающая усиленное внедрение в промышленность современных цифровых и информационных технологий, приводит к изменению как формата производства, так и характера взаимодействия между предприятиями, их взаимодействия с окружающей средой и выпускаемого продукта. Цифровые технологии становятся неотъемлемыми компонентами производственных процессов промышленных организаций [1]. Цифровизация является одним из контекстных условий, в котором ведут свою деятельность современные промышленные компании. Фактически технологии стали частью окружающей среды. Различные датчики и алгоритмы уже являются привычной составляющей этой окружающей среды [2]. Цифровизация привела к глобальным изменениям на рынках: меняются организационные структуры, характер взаимодействия между фирмами, требования к инновациям и вознаграждения за них [3] Вместе с тем цифровизация приводит к появлению новых вызовов: это и изменяющиеся рыночные правила, и новые формы конкурентной борьбы [4]. Непрерывная цифровая трансформация становится необходимым условием выживания промышленных компаний в современных условиях; что стимулирует интерес не только теоретиков, но и практиков к экосистемным моделям [5].

Возникновение концепции цифровой экосистемы (или, как ее иначе называют, концепция цифровой бизнес-экосистемы) вызвано потребностью в подходе, который позволял бы достигать устойчивого экономического развития в динамичных и открытых бизнес-сетях [6].

Цифровая экосистема — одна из современных популярных концепций, которая позволяет изучать влияние цифровизации и иные связанные с ней аспекты не только внутри организации или отрасли, но и за их пределами. Эта концепция уже нашла свое отражение в новых бизнес-моделях, переосмыслении дизайна и особенностей управления цифровыми платформами [2]. На наш взгляд, концепция цифровой экосистемы может быть использована и как основа для разработки стратегии трансформации промышленных компаний, необходимой в современном контексте.

И. Иванинский и И. Ивашковская в своей работе приводят результаты опроса, согласно которому четверть руководителей полагает, что в ближайшие годы более 60 % продаж будет приходиться на цифровые экосистемы. По мнению опрошенных руководителей, в пер-

вую очередь это коснется следующих отраслей: телекоммуникация, средства массовой информации, потребительские товары, здравоохранение, финансы; во вторую — промышленность и энергетика. Вместе с тем подчеркивается и неизбежность ситуации, в которой компания либо сама становится владельцем цифровой платформы и выстраивает вокруг нее экосистему, либо растворяется в цифровой экосистеме, созданной кем-то другим [5].

Цифровая экосистема является соразмерным ответом на усложнение современных информационных систем, которые отличаются от предыдущих поколений пересечением границ различного масштаба (организационные, рыночные, отраслевые и т. д.). Функционирование в логике цирковой экосистемы позволяет создавать уникальные взаимодополняющие ниши, подкрепленные необходимыми ресурсами, для создания комплексных ценностных предложений. Инновационная платформа представляет собой стабильное ядро и периферию дополнительных модулей, что в совокупности формирует платформенную или цифровую экосистему, которая способна создавать уникальные гибкие предложения и открытые инновации, привлекая инновационные ресурсы производителей товаров и услуг комплементов [2].

Дж. Грабис с соавторами утверждают, что цифровая экосистема представляет собой виртуальную среду, наполненную различными цифровыми объектами: специальным оборудованием, приложениями и процессами, в которой коэволюционирует большое число различных акторов, связанных сложными социо-экономическими отношениями (табл. 1). Функционирование в логике цифровой экосистемы помимо способствования совместному производству уникального продукта за счет ресурсов акторов, включенных в экосистему, обеспечивает экономическую устойчивость ее участников, т. е. способность оставаться в стабильном состоянии или восстанавливаться до стабильного состояния и непрерывной работы во время или после критических событий: аварии, кризисы и т. д. [6].

Грабис с соавторами называют пять ключевых характеристик цифровой экосистемы: цифровая среда, коэволюция, самоорганизация, неоднородность, симбиоз (см. табл. 1) [6].

Также Грабис с соавторами выделяют восемь ключевых ролей в структуре цифровой экосистемы [6] (см. табл. 2).

Также авторы выделяют четыре цели в рамках цифровой экосистемы, которые в совокупности обеспечивают ее устойчивость: разнообразие, адаптивность, эффективность и сплоченность (табл. 3) [6].

Таблица 1

Ключевые характеристики цифровой экосистемы

Характеристика	Расшифровка
Цифровая среда	Платформа или техническая инфраструктура, где цифровые инструменты, услуги и информация совместно используются участниками цифровой экосистемы для создания инноваций
Козволюция	Совместное качественное преобразование участников цифровой экосистемы в ответ на различные вызовы
Самоорганизация	Способность цифровой экосистемы учиться в своей среде и приспосабливаться к изменениям
Неоднородность	Участники цифровой экосистемы различаются по своим характеристикам
Симбиоз	Взаимозависимость между участниками цифровой экосистемы, которая необходима им для совместного создания ценности

Источник: [6].

Таблица 2

Ключевые роли в структуре цифровой экосистемы

Роль	Пояснение
Драйвер	Формирует стратегию и видение цифровой экосистемы, обеспечивает ее рост
Агрегатор	Объединяет возможности и ресурсы
Разработчик модулей	Предоставляет программные ресурсы
Поставщик дополняющих продуктов или ресурсов	Предоставляет продукты или ресурсы, дополняющие продукт всей экосистемы
Заказчик	Оплачивает продукт или услуги цифровой экосистемы
Конечный пользователь	Пользуется продуктом или услугами цифровой экосистемы
Регулятор	Обеспечивает правовое поле работы цифровой экосистемы: стандарты, законы, соглашения и т. д.
Хранитель репутации	Защищает репутацию и обеспечивает надежность цифровой экосистемы

Источник: [6].

Таблица 3

Цели в рамках цифровой экосистемы

Цель	Пояснение
Разнообразие	Разнообразие участников цифровой экосистемы и их ролей, разнообразие ресурсов и возможностей

Окончание табл. на след. стр.

Цель	Пояснение
Адаптивность	Прозрачность средств адаптации; гибкость, выраженная в легкости изменения цифровой экосистемы
Эффективность	Производительность цифровой экосистемы, отношение ценности, полученной цифровой экосистемой, к общему потреблению ресурсов
Сплоченность	Согласованность и сила партнерских отношений между участниками цифровой экосистемы, возможность совместно реализовывать стратегию цифровой экосистемы

Источник: [6].

Достижения цифровых технологий активно используются для организации взаимодействия между различными организациями и отдельными акторами, вовлеченными в единый инновационный процесс, что позволяет выстроить цифровую экосистему, способствующую интеграции и координации этих участников [1].

Преимущество цифровой экосистемы как стратегии трансформации заключается в том, что цифровая экосистема обладает большими возможностями, чем каждый отдельный ее участник. Цифровая экосистема подразумевает систему устойчивых взаимоотношений между ее участниками, способствующими реализации их совместных инновационных проектов. По сути это специально созданное, чаще всего открытое, пространство для взаимодействия различных заинтересованных сторон. Цифровая экосистема также подразумевает новые возможности для качественно нового решения различных задач. Спектр возможных участников таких экосистем широк: это могут быть поставщики, различные исследовательские центры, институты и т. д. Базой цифровой экосистемы выступает цифровая платформа, объединяющая в себе оборудование, технологи и знания одного или нескольких центров работы с данными. На основе цифровой платформы становится возможным выстроить единую цифровую инфраструктуру, которая позволяет решать отдельные задачи оркестратора — центральной организации цифровой экосистемы (ее создателя, основного координатора и правообладателя цифровой платформы), а также общие задачи всей экосистемы и ее отдельных участников, данная инфраструктура способствует налаживанию взаимодействия между участниками экосистемы.

К ключевым механизмам, формирующим базу цифровой инфраструктуры экосистемы, относят: киберфизические системы,

искусственный интеллект, машинный анализ больших данных, цифровые двойники, облачные технологии [1].

Преимуществом цифровых экосистем является аккумуляция передовых цифровых технологий и обеспечение доступа к ним всех участников экосистемы, независимо от их масштаба и реальных индивидуальных возможностей [1].

Среди основных преимуществ участия в цифровой экосистеме назовем:

1. Рост числа инноваций.
2. Повышение эффективности взаимодействия участников инновационного процесса.
3. Улучшение координации и повышение гибкости на всех стадиях создания единого инновационного продукта цифровой экосистемы.
4. Сокращение расходов за счет функционирования общей цифровой инфраструктуры.
5. Способствование коммерциализации продуктов экосистемы.
6. Повышение стабильности и надежности цифрового взаимодействия участников за счет применения распределенных вычислительных систем [1].

Среди исследователей есть разные точки зрения относительно того, что может стать первоначальной базой для выстраивания цифровой экосистемы. Так, Сонг с соавторами считают, что цифровизация способствует эволюции традиционных экосистем в предпринимательские [4].

Т. Аббат с соавторами описывают экосистему возможностей, которая по сути является следующим этапом в эволюции экосистемы знаний: экосистема знаний как основа, усиленная и дополненная цифровыми технологиями. В центре экосистемы возможностей находится цифровая платформа открытых инноваций, способствующая совместному созданию инновационной ценности. Также описывают серию конкретных динамических возможностей, необходимых для поддержки совместных инновационных процессов внутри экосистемы: обнаружение, захват, сканирование, интеграция и преобразование [7].

К. Валкокарри с соавторами утверждают, что цифровая трансформация может быть выражена в создании бизнеса на основе цифровой платформы в рамках существующей инновационной экосистемы. Авторы выделяют три уровня в рамках этого процесса: 1. уровень принятия стратегических решений и уровень управления, 2. коинновационный и координационный уровень, 3. уровень совместного производственного процесса (табл. 4) [8].

Таблица 4

**Три уровня процесса цифровой трансформации
инновационной экосистемы**

Уровень	Суть	Описание
Уровень принятия стратегических решений	Конструкция	Определение лидера экосистемы, формирование общего видения цифровой трансформации и совместного ценностного предложения экосистемы, определение ключевых моментов функционирования экосистемы: владелец платформы, возможность включения в экосистему новых участников, определение необходимых ресурсов, определение уровня готовности каждого участника к цифровой трансформации и т. д.
Коинновационный и координационный уровень	Модель	Формирование экспериментальной платформы; формирование реалистичного видения экосистемы и ценностного предложения; уточнение и корректировка базовых параметров: функций, требований, моделей управления и т. д.; принятие каждым участником решения о том, чтобы продолжить работу в рамках экосистемы или выйти из нее
Уровень совместного производственного процесса	Методы	Совершенствование и поддержка доверительных отношений между участниками экосистемы

Источник: [8].

Мартон для исследования эффектов от цифровизации в контексте цифровых экосистем предлагает руководствоваться тремя принципами: причастность, системная мудрость и информационная экология. По мнению автора, следование данным принципам позволяет учитывать всю полноту широкомасштабных, пересекающихся, не всегда явных и динамичных эффектов от цифровизации (см. табл. 5) [2].

Таблица 5

**Три принципа исследования эффектов от цифровизации в контексте
цифровых экосистем**

Принцип	Пояснение
Причастность	Каждая экосистема должна рассматриваться как элемент большей экосистемы

Окончание табл. на след. стр.

Принцип	Пояснение
Системная мудрость	Каждая экосистема имеет пределы своих возможностей и развития, что требует соблюдения баланса между стремлением «наращивать обороты» и стабильным существованием
Информационная экология	Информация является неотъемлемой частью среды, в которой развиваются экосистемы

Источник: [2].

Преимуществом стратегии цифровой экосистемы для трансформации промышленных предприятий является ее адаптивность: данная стратегия может быть применена к различным типам предприятий, находящихся на разном уровне технологического и информационного развития и ставящих перед собой разнообразные цели. Ниже мы приведем примеры возможного преломления стратегии цифровой экосистемы в зависимости от конкретных условий.

Экосистема цифровых двойников

Экосистема цифровых двойников, выстроенная на основе специальной платформы, может стать средой для аддитивного производства. Аддитивное производство используется для быстрого производства прототипов сложных изделий и конструкций, производство которых с использованием традиционных методов является либо очень сложным, либо очень дорогим. Экосистема цифровых двойников может быть использована для удаленного управления аддитивным производством, тестирования, мониторинга и контроля процессов в виртуальной среде. Экосистема цифровых двойников может быть реализована в соответствии с двумя подходами. Первый подход основан на управлении данными с помощью приложения веб-контроллера 3D-принтера с открытым исходным кодом, который используется для определения ключевых параметров. Второй подход использует данные, полученные с использованием внешних датчиков. Суть заключается в синхронизации между физическим и виртуальным 3D-принтерами [9].

Цифровая экосистема в контексте транснациональной компании

К. Ронг с соавторами в своем исследовании изучают особенности стратегий экосистем в контексте транснациональных компаний. В таких случаях необходимо учитывать специфику международного бизнеса, межотраслевые различия, специфику местных

экосистем. Такого рода затраты и вызовы авторы называют обязательствами интеграции экосистемы. Оптимальным путем решения в таком случае является инвестирование в совместное развитие локальных систем принимающих сторон, в которых будут задействованы местные пользователи, представители производителей дополняющих продуктов и иные местные заинтересованные стороны; вместо затрат на преодоление культурных, психологических, экономических и прочих различий, специфичных для конкретного случая. Отсюда успех цифровой экосистемы будет зависеть от трех параметров: уровня интеграции с локальными пользователями, дополняющими организациями и местными учреждениями (институтами) [3].

Цифровая экосистема с позиции фокусной фирмы

Манн с соавторами в своем исследовании показывают, как фокусная организация инициировала цифровую трансформацию своей бизнес-экосистемы, включающую три фазы: инициация, раскрытие, интеграция. В процессе такой трансформации фокусная фирма разрабатывает общую стратегию новой экосистемы, мобилизует участников экосистемы на трансформацию, координирует их деятельность и ресурсы. В данном исследовании предшественником цифровой экосистемы является бизнес-экосистема; реалии же современных рынков демонстрируют, что процессы цифровой трансформации не сосредотачиваются в пределах одной фирмы, зачастую такие трансформации затрагивают несколько взаимозависимых организаций, в частности целые бизнес-экосистемы [10].

Цифровая экосистема как условие для трансформации отношений между принципалом и агентом

Цифровые экосистемы или экосистемы, основанные на цифровых платформах, используют информационные и сетевые технологии для упрощения транзакций, передачи информации и объединения различных акторов. Цифровая платформа создает уникальную ценность за счет объединения большого количества разрозненных агентов. Также цифровая экосистема может представлять собой объединение большого количества фирм, что позволяет центральной фирме-владельцу платформы за счет этого объединения создавать уникальное ценностное предложение. Например, объединение поставщиков товаров и услуг [5]. В таблице 6 представлены отличия стратегии цифровой экосистемы от стратегии на основе традиционных бизнес-моделей.

Отличия стратегии цифровой экосистемы от стратегии на основе традиционных бизнес-моделей

Основания для различия	Стратегия на основе традиционных бизнес-моделей	Стратегия цифровой экосистемы
Структура	Замкнутая, централизованная, иерархичная структура, четкие границы с внешним миром	Открытая, динамичная, неиерархичная структура; границы размыты
Ключевые условия создания ценности	Отлаженная и зарегламентированная работа в рамках цепочки создания ценности	Создание ценности на основе обмена информацией с клиентами и другими заинтересованными лицами, доверительные отношения между всеми участниками экосистемы

Источник: [5]

Можно предполагать, что стратегия цифровой экосистемы способна ослабить конфликт между принципалом и агентом; например, между акционерами и менеджментом. Доверие и прозрачность между участниками экосистемы — одни из ключевых источников для создания совместной ценности [5].

Цифровая экосистема для ускорения цифровой сервисизации

Одним из трендов цифровой экономики является цифровая сервисизация, которая позволяет промышленным компаниям предоставлять клиентам комплексные решения. Выстраивание и функционирование цифровой экосистемы может способствовать цифровой сервисизации, поскольку она будет выступать в качестве благоприятной среды для последней. Одной из базовых составляющих для цифровой сервисизации является экосистема партнерства. Вместе с тем и внедрение производственными компаниями цифровых технологий, и сервисизация могут трансформировать уже существующие экосистемы. Однако преобразование экосистем для цифрового обслуживания — очень сложная задача для промышленных производителей. Компаниям-производителям необходимо искать подходящих партнеров, которые могут восполнить пробелы в их компетенции и компенсировать их недостатки в процессе цифрового обслуживания. Развитие цифровых технологий находит отражение в кардинальных изменениях характера продуктов и услуг, бизнес-моделей, бизнес-процессов и инновационной деятельно-

сти. Например, производителю необходимо инвестировать в создание и формирование экосистемы взаимодополняющих партнеров, обеспечивая участие необходимых ролей и возможностей в предоставлении конкретных предложений цифровых услуг. Однако производителям также необходимо со временем управлять сложными экосистемными партнерствами. Действительно, по мере роста числа взаимозависимых и разнородных партнеров в экосистеме становится все труднее планировать, адаптировать, синхронизировать, разрабатывать политику и равномерно распределять риски. Соответственно, ключевой задачей для производителей является адаптация их текущих процедур, стратегий и культур, которые могут быть несовместимы с таковыми их партнеров и могут представлять серьезные риски для установления согласованных принципов и правил для координации различных компонентов в рамках экосистемы. И хотя потенциал сотрудничества в экосистеме значителен, на практике большинство производителей, вовлеченных в цифровую сервисизацию, борются или даже не могут в полной мере пожинать плоды. Литература по цифровой сервисизации все чаще начинает признавать трансформацию экосистемы основным предварительным условием перехода к цифровым технологиям [11].

Цифровая экосистема как метаорганизация

Метаорганизация, выстроенная в логике цифровой экосистемы, является мощным механизмом поддержки предпринимательства и стартапов на основе информационных технологий, ускорения инноваций и извлечения ценности из данных. Такая метаорганизация привлекает пользователей и расширяет возможности технологических предпринимателей создавать общие ценности путем развития социальных инноваций. Метаорганизация позволяет технологическим предпринимателям создавать цифровые платформы на основе таких передовых информационных и коммуникационных технологий, как машинное обучение и анализ больших данных. Особенностью метаорганизации как цифровой экосистемы является функционирование в интересах всех ее участников; с другой стороны, такая цифровая экосистема привлекательна для своих участников, поскольку она оказывает прямое влияние на статус каждого в его экосистеме функционирования. Различные социальные группы как со стороны производства, так и со стороны пользователей генерируют различные сведения, которые в дальнейшем могут быть использованы цифровой экосистемой как источник для анализа и создания обновленной или новой ценности. В итоге возникает эффект коллективного разума [12].

Метаорганизации через цифровые платформы могут помочь пользователям участвовать в цифровом мире, когда эти пользователи вкладывают свое время, внимание и эмоции, чтобы помочь решить проблемы компаний. Такие технологические платформы позволяют разрабатывать и коммерциализировать инструменты анализа больших данных, способные увеличить взаимодействие продавцов с клиентами в режиме реального времени для малых и средних предприятий розничной торговли, использующих алгоритмы принятия решений. Некоторые примеры инноваций включают расширенную аналитику больших данных, основанную на информации от датчиков, измеряющих темпы и маршруты людей в многолюдных торговых районах в центрах городов. В таких городских условиях стоимость развертывания и обслуживания такой наружной розничной инфраструктуры слишком высока для мелких розничных продавцов и правительств. Эти датчики позволяют государственным органам решить, разрешать ли открытие новых розничных магазинов на основе аналитики больших данных. Метаорганизации получают выгоду от экспоненциального роста мобильных устройств, в которых граждане могут напрямую использовать прикладные инструменты на основе датчиков; например, предоставляя информацию с городских датчиков владельцам небольших магазинов. Используя информацию больших данных от датчиков, разбросанных по умным городам, компании могут выполнять анализ данных на основе информации от людей, перемещающихся по центрам городов. Данные могут быть собраны с микрофонов мобильных устройств и могут помочь правительствам понять ценность пользовательских данных и разработать новые альтернативные торговые зоны, которые не создают проблем для других граждан [12].

Таким образом, мы видим, что концепция цифровой экосистемы соответствует вызовам современных социо-экономических реалий, имеет широкие возможности и адаптивна к различным частным случаям. Следовательно, она может быть надежной методологической базой для разработки стратегий цифровой трансформации промышленных компаний различного типа и уровня оснащенности информационными технологиями.

Благодарность

Статья подготовлена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации для Института экономики Уральского отделения Российской академии наук.

Список источников

- [1] *Golov R. S., Myl'nik V. V.* Principles for Constructing Digital Ecosystems in Industry // Russian Engineering Research. 2022. Vol. 42. No. 4. P. 420–421.
- [2] *Marton A.* Steps toward a Digital Ecology. Ecological Principles for the Study of Digital Ecosystems // Journal of Information Technology. 2022. <https://doi.org/10.1177/02683962211043222>
- [3] *Rong K., Kang Zh., Williamson P. J.* Liability of ecosystem integration and internationalisation of digital firms // Journal of International Management. 2022. Vol. 28. <https://doi.org/10.1016/j.intman.2022.100939>
- [4] *Song Y., Escobar O., Arzubiaga U., De Massis A.* The digital transformation of a traditional market into an entrepreneurial ecosystem // Review of Managerial Science. 2022. Vol. 16. P. 65–88. <https://doi.org/10.1007/s11846-020-00438-5>
- [5] *Ivaninskiy I., Ivashkovskaya I.* Are blockchain-based digital transformation and ecosystem-based business models mutually reinforcing? The principal-agent conflict perspective // Eurasian Business Review. 2022. <https://doi.org/10.1007/s40821-022-00209-0>
- [6] *Grabis J., Tsai Ch. H., Zdravkovic J., Stirna J.* Endurant Ecosystems: Model-Based Assessment of Resilience of Digital Business Ecosystems // Perspectives in Business Informatics Research. 21st International Conference on Business Informatics Research. 2022. P. 53–68.
- [7] *Abbate T., Codini A., Aquilani B., Vrontis D.* From Knowledge Ecosystems to Capabilities Ecosystems: When Open Innovation Digital Platforms Lead to Value Co-creation // Journal of the Knowledge Economy. 2022. Vol. 13. P. 290–304. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00720-1>
- [8] *Valkokari K., Hemilä J., Kääriäinen J.* Digital Transformation — Cocreating a Platform-Based Business Within an Innovation Ecosystem // International Journal of Innovation Management. 2022. Vol. 26. No. 3. DOI: 10.1142/S1363919622400163
- [9] *Pantelidakis M., Mykoniatis K., Liu J., Harris G.* A digital twin ecosystem for additive manufacturing using a real-time development platform // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2022. Vol. 120. P. 6547–6563. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-09164-6>
- [10] *Mann G., Karanasios S., Breidbach Ch. F.* Orchestrating the digital transformation of a business ecosystem // Journal of Strategic Information Systems. 2022. Vol. 31. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2022.101733>
- [11] *Kolagar M., Parida V., Sjödin D.* Ecosystem transformation for digital servitization: A systematic review, integrative framework, and future research agenda // Journal of Business Research. 2022. Vol. 146. P. 176–200. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.03.067>
- [12] *Battisti S., Agarwal N., Brem A.* Creating new tech entrepreneurs with digital platforms: Meta-organizations for shared value in data-driven retail ecosystems // Technological Forecasting & Social Change. 2022. Vol. 175. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121392>

УДК 330.65

JEL classification: L16, M41

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-6

Расширение применения искусственного интеллекта для цифровизации бухгалтерского учета с целью поддержки цифровой трансформации промышленности¹

М.С. Дахел^а, Г.А. Агарков^б

^а Уральский федеральный университет (г. Екатеринбург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0002-3610-5088>

^б Уральский федеральный университет (г. Екатеринбург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0002-6533-3557>

Автор для корреспонденции: Г. А. Агарков (g.a.agarkov@urfu.ru)

Аннотация. Рассмотрена значимость цифровизации бухгалтерского учета для социально-экономического развития российских регионов. Одним из наиболее перспективных направлений цифровизации бухгалтерского учета, которые позволят не только обеспечить информационно-коммуникационную цифровизацию, комфортный для пользователей электронный обмен данными, но и существенный экономический эффект, является применение технологий искусственного интеллекта. Его применение в бухгалтерском учете позволит существенно сократить трудозатраты и одновременно повысить достоверность. Предложена исследовательская гипотеза, что темпы внедрения искусственного интеллекта в практику бухгалтерского учета могут быть существенно повышены, если регулирующие органы предпримут меры по повышению однозначности интерпретаций и сокращению дублирования нормативных документов, регламентирующих бухгалтерский учет. Она подтверждена приведенными в публикации результатами численного эксперимента. Рассмотрены направления совершенствования нормативной базы и организационные мероприятия по повышению эффективности внедрения искусственного интеллекта в бухгалтерском учете.

Ключевые слова: трансформация промышленного комплекса; бухгалтерский учет; аудит; искусственный интеллект.

¹ © Дахел.М.С., Агарков Г.А. Текст. 2022

Expanding the Use of Artificial Intelligence for the Digitalisation of Accounting to Support the Digital Transformation of Industry

M.S. Dakhil ^a, G.A. Agarkov ^b

^a Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-3610-5088>

^b Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-6533-3557>

Corresponding author: G. A. Agarkov (g.a.agarkov@urfu.ru)

Abstract. *The article considers the importance of digitalisation of accounting for the socio-economic development of Russian regions. The use of artificial intelligence (AI) technologies is one of the most promising areas of digitalisation of accounting, since it will provide not only information and communication digitalisation and user-friendly electronic data exchange, but also a significant economic effect. AI's application in accounting will significantly reduce labour costs and at the same time increase reliability. It is hypothesised that the rate of introduction of artificial intelligence into accounting can be significantly increased if the regulatory authorities will take measures to reduce the ambiguity of interpretations and duplication of accounting regulatory documents. This is confirmed by the results of a numerical experiment presented in the publication. Additionally, the study considered directions for improving the regulatory framework and measures to improve the efficiency of introducing artificial intelligence into accounting.*

Keywords: industry transformation; accounting; audit; artificial intelligence.

Подходы к оценке процесса трансформации промышленного комплекса в условиях широкого распространения цифровых технологий в материальном секторе экономики глубоко рассматриваются российскими учеными [1, 2]. Заслуживает внимания и цифровизация вспомогательных процессов. Очевидно, что бухгалтерский учет является важнейшим из таких процессов для производственной деятельности, существенным элементом нематериальной инфраструктуры. При этом ведение бухгалтерского учета достаточно трудозатратно, что объясняется как большим объемом работ по обработке информации, так и во многом избыточным регулированием в этой сфере, высокой административной нагрузкой, например, в части предоставления информации таким пользователям бухгалтерских данных, как Федеральная налоговая служба, Пенсионный фонд.

Объем трудозатрат на ведение бухгалтерского учета хорошо иллюстрируется, в частности, тем, что 4 % трудящегося населения страны — бухгалтеры [3]. Это третья по распространенности профессия в Российской Федерации.

Такое количество занятых в сфере бухгалтерского учета показывает существенный потенциал позитивного влияния на экономику внедрения систем искусственного интеллекта в бухгалтерском учете. При этом высвободившиеся образованные и с высокой трудовой дисциплиной кадры могут позитивно повлиять на развитие экономики.

Зарубежные ученые высоко оценивают уже достигнутые результаты и перспективы применения искусственного интеллекта для автоматизации ведения бухгалтерского учета [3]. Отмечается, что несмотря на некоторое затишье в конце 1990-х гг. продуктивность искусственного интеллекта в бухгалтерском учете в течение последних 30 лет продолжает неуклонно расти. Например, исследование применения методов искусственного интеллекта, встроенного в интегрированные системы поддержки аудита, свидетельствуют о том, что их практическое использование является надежным.

Перспективы внедрения искусственного интеллекта расширяются в связи с развитием облачных технологий [5], рассматриваются перспективы внедрения [[6] роботизированных систем автоматизации процессов с элементами искусственного интеллекта. Вышеперечисленные приложения ближе к реализации информационной функции бухгалтерского учета (систематизации и обобщения данных о совершенных хозяйственных операциях). Выделяют также контрольную и аналитические функции, и в них могут быть успешно применены системы искусственного интеллекта.

Контрольная функция бухгалтерского учета состоит в том, что он обеспечивает проверку соответствия совершаемых операций законодательству и позволяет контролировать наличие, целесообразность и эффективность использования материальных, финансовых, трудовых и иных ресурсов организации. В этой связи представляет интерес применение бухгалтерского учета в аудиторской деятельности [7].

Применение искусственного интеллекта для анализа бухгалтерской отчетности с целью прогнозирования возможных банкротств представлено в [8], что демонстрирует роль искусственного интеллекта в реализации аналитической функции бухгалтерского учета.

По мнению авторов, к наиболее трудозатратным и при этом сложно автоматизируемым бухгалтерским операциям следует отнести ввод документов с последующей классификацией и соответствующим кодированием аналитических кодов, например, счетов, субконто, классификация доходов, расходов, амортизационных групп и т. д.

Очевидно, что для решения такой задачи недостаточно просто распознавания отсканированных финансовых документов со-

ответствующим программным обеспечением, необходимо решение задач классификации. Такое направление применения искусственного интеллекта в бухгалтерском учете широко исследуется зарубежными учеными [9, 10].

Нами предложена исследовательская гипотеза, что темпы внедрения искусственного интеллекта в практику бухгалтерского учета могут быть существенно повышены, если регулирующие органы предпримут меры по повышению однозначности интерпретаций и сокращению дублирования нормативных документов, регламентирующих бухгалтерский учет и в частности применяемые в нем классификаторы.

Для проверки нашей гипотезы мы решили рассмотреть одну из наиболее распространенных задач классификации, решаемых бухгалтером, — определения вида затрат. Для ее решения в качестве набора данных для проведения численного эксперимента можно использовать классификацию расходов в крупном бюджетном или автономном учреждении. Этому способствует тот факт, что такие учреждения должны по сути классифицировать расходы одновременно по трем системам классификации, а в случае, если учреждение готовит еще и отчетность в соответствии с международными стандартами финансовой отчетности, то и по четырем.

С целью определить, насколько классификации эффективно определяются искусственным интеллектом, используем классификаторы:

- классификатор операций сектора государственного управления [11];
- классификатор кодов видов расходов [12];
- классификатор направлений расходования целевых средств [13].

Источник данных — база данных бухгалтерского учета Уральского федерального университета за 2020–2021 гг. Путем предварительной обработки из нее проведена выгрузка таблиц по 100 тыс. записей, содержащих информацию: наименование операции — текстовое поле до 150 символов; код классификатора — 3 символа.

Задача по определению классификатора по наименованию операции относится к сфере обработки естественного языка (*natural language processing* — *NLP*). Это научное направление — пересечение искусственного интеллекта и математического подхода к лингвистике чрезвычайно быстро развивается и его результаты широко вводятся в практику. По нашему мнению, достижения *NLP* могут быть успешно применены и при внедрении технологий искусствен-

ного интеллекта для автоматизации ведения бухгалтерского учета. При проведении предложенного численного эксперимента потребуется решить типовую задачу NLP классификации текста по темам (отнесение текста к одной из N тем). Единственное отличие от типовой задачи в нашем случае по сути только в названии, вместо темы текста — классификатор расходов. Нами использовалась мультязычная двунаправленная модель BERT с трансформер-архитектурой. Эта модель была разработана исследователями Google в 2018 г. и зарекомендовала себя как современный инструмент для решения различных задач обработки естественного языка. Преимущества BERT для проведения численного эксперимента — при работе с текстом не требуется препроцессинг, можно сразу перейти к токенизации и обучению нейронной сети. Модель BERT обладает также присущим моделям с трансформерной архитектурой преимуществом — «понимание» контекста слов, что важно для решаемой нами задачи классификации расходов.

Обучение нейронной сети осуществлялось на данных, содержащихся в выгруженных таблицах бухгалтерской информации: 90 тыс. записей для обучения сети, 10 тыс. для оценки качества обучения. Для количественной оценки качества обучения применялась метрика *accuracy* — количество правильно проставленных меток класса (истинно положительных и истинно отрицательных). Решаемая нами задача — не бинарной классификации, а мульти-классификации. Использовался способ вычисления среднего значения метрики по всем классам (*On extending f-measure and g-mean metrics to multi-class problems*). В качестве «положительного» класса берется вычисляемый, а все остальные — в качестве «отрицательного».

Метрика ассигасы, характеризующая качество обучения, составила значения: классификатор операций сектора государственного управления — 0,74; классификатор кодов видов расходов — 0,65; классификатор направлений расходования целевых средств — 0,82.

При решении задачи классификации для трех классификаторов изменение структуры сети не проводилось. При этом очевидно, что между значениями, характеризующими качество классификации, есть существенные различия. По нашему мнению, это демонстрирует, что резервы есть не только в направлении совершенствования нейронных сетей для решения задач классификации текста, но и в направлении повышения однозначности и стандартизации формулировок классификаторов, в идеале перехода к единому классификатору.

Анализу и обработке с целью повышения эффективности классификации с применением искусственного интеллекта в первую

очередь должны быть подвергнуты наиболее часто применимые классификаторы. По нашему мнению, к ним можно отнести следующие классификаторы:

Общероссийский классификатор основных фондов, который применяется практически в каждом предприятии для определения сроков полезного использования основных средств. Он может быть также полезен при вводе данных из накладных, получаемых при поставке основных средств.

Общероссийский классификатор видов экономической деятельности — широко применяется предприятиями при проверке добросовестности контрагентов.

Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий работников — широко применяется при расчете заработной платы.

Коды бюджетной классификации в части налоговых доходов бюджетов — при оплате налогов используют все юридические лица. Корректная классификация при его применении крайне важна, так как ошибки классификации приводят не только к проблемам для предприятия, выражающимся в реальных финансовых потерях. Одновременно неправильная классификация кодов бюджетной классификации существенно повышает трудозатраты Федеральной налоговой службы, затрудняет анализ и прогнозирование доходов бюджета.

Гипотеза о том, что темпы внедрения искусственного интеллекта в практику бухгалтерского учета могут быть существенно повышены, если регулирующие органы предпримут меры по повышению однозначности интерпретаций и сокращению дублирования нормативных документов, регламентирующих бухгалтерский учет, нашла подтверждение в ходе численного эксперимента. Полученные результаты также свидетельствуют о том, что могут быть приняты дополнительные меры по повышению эффективности внедрения искусственного интеллекта.

Одним из организационных шагов по повышению эффективности классификации с применением искусственного интеллекта должно стать проведение тестирования нового классификатора путем оценки качества обучения нейронной сети на верифицированных выборках, сформированных в соответствии с модифицированной версией классификатора.

Важным направлением организационной поддержки расширения внедрения искусственного интеллекта в практику ведения бухгалтерского учета также должно стать централизованное фор-

мирование верифицированных выборок для обучения нейронных сетей распознаванию данных, широко используемых в бухгалтерском учете классификаторов с открытым доступом. Создание наборов открытых данных (*data collection*) для развития машинного обучения — широко распространенная, признанная международная практика. Работу по контролю, сбору, хранению и предоставлению доступа к данным могли бы взять на себя профессиональные общественные ассоциации. Данные, ценные для машинного обучения, должны быть проконтролированы на отсутствие персональных данных и коммерчески ценной, по мнению предприятия, информации, после агрегирования уполномоченной организацией к ним предоставляется открытый доступ. Уверены, что найдется достаточное количество предприятий, готовых безвозмездно участвовать в проекте по формированию наборов открытых данных для машинного обучения. Создание таких наборов данных будет способствовать ускорению внедрения программного обеспечения с искусственным интеллектом для ведения бухгалтерского учета.

Очевидно, что мероприятия по повышению однозначности нормативных требований, устранению дублирующих классификаторов с целью упрощения внедрения систем с искусственным интеллектом в приложения бухгалтерского учета помимо снижения трудоемкости (по нашей оценке, уже при существующем уровне развития приложений искусственного интеллекта до 30 %) может иметь и другие дополнительные положительные эффекты.

Они упростят обработку данных и без привлечения систем искусственного интеллекта бухгалтерами или операторами. Однозначность формулировок и отсутствие дублирования будут полезны даже тем предприятиям, где еще не внедрены системы искусственного интеллекта, что упростит принятие решений и повысит достоверность бухгалтерского учета на таких предприятиях.

Предлагаемые мероприятия позволят эффективно применить системы искусственного интеллекта для проведения аудита и контрольных мероприятий, проводимых государственными контролирующими органами. Такая практика существенно повысит их эффективность при одновременном снижении административной нагрузки на бизнес, обеспечит прозрачность контрольных процедур, сократит потенциальные возможности для формирования конфликтов интересов.

В заключение хотелось бы отметить, что постоянно муссируемый тезис о том, что внедрение систем искусственного интеллекта приведет к безработице и другим негативным социальным явлени-

ям, не может быть применен к рассматриваемому в нашей статье кейсу. Автоматизированы будут, прежде всего, рутинные операции и высвобожденные от такой работы сотрудники, обладающие навыками применения информационных технологий, знанием экономики предприятий и высокой трудовой дисциплиной, они смогут найти применение своим способностям при решении задач по повышению экономической эффективности или в других направлениях по цифровизации вспомогательных процессов промышленных предприятий.

Список источников

[1] Акбердина В.В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. Т. 19. №3. С. 82–99. <https://doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-3-8>

[2] Вертакова Ю.В., Бабич Т.Н. Экономическое развитие в условиях технологической и социальной трансформации // Экономика и управление. 2021. Т. 27. №4 (186). С. 248–261. <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2021-4-248-261>

[3] Профессии на российском рынке труда: аналит. докл. НИУ ВШЭ / отв. ред. Н. Т. Вишневецкая; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2017. 159 с. URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/folder/kd714ks118/direct/205016549> (дата обращения: 19.09.2022).

[4] Sutton S.G., Holt M., Arnold V. “The reports of my death are greatly exaggerated”—Artificial intelligence research in accounting // International Journal of Accounting Information Systems. 2016. No. 22. P. 60–73. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2016.07.005>

[5] Marshall T.E., Lambert S.L. Cloud-based intelligent accounting applications: Accounting task automation using IBM Watson cognitive computing // Journal of Emerging Technologies in Accounting. 2018. No. 15(1). P. 199–215. <https://doi.org/10.2308/jeta-52095>

[6] Gotthardt M., Koivulaakso D., Paksoy O. Current state and challenges in the implementation of smart robotic process automation in accounting and auditing // ACRN Journal of Finance and Risk Perspectives. 2020. No. 9(1). P. 90–102. <https://doi.org/10.35944/JOFRRP.2020.9.1.007>

[7] Kokina J., Davenport T.H. The emergence of artificial intelligence: How automation is changing auditing // Journal of Emerging Technologies in Accounting. 2017. No. 14(1). P. 115–122. <https://doi.org/10.2308/jeta-51730>

[8] Tsai C.-F., Wu J.-W. Using neural network ensembles for bankruptcy prediction and credit scoring // Expert Systems with Applications. 2008. No. 34(4). P. 2639–2649. <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.05.019>

[9] *Fisher I. E., Garnsey M. R., Hughes M. E.* Natural Language Processing in Accounting, Auditing and Finance: A Synthesis of the Literature with a Roadmap for Future Research // *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*. 2016. No. 23(3). P. 157–214. <https://doi.org/10.1002/isaf.1386>

[10] *Fisher I. E., Garnsey M. R., Goel S., Tam K.* The role of text analytics and information retrieval in the accounting domain // *Journal of Emerging Technologies in Accounting*. 2010. No. 7(1). P. 1–24. <https://doi.org/10.2308/jeta.2010.7.1.1>

[11] Об утверждении Порядка применения классификации операций сектора государственного управления: Приказ Минфина России от 29.11.2017 № 209н (ред. от 24.09.2021). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201802130030> (дата обращения: 22.09.2022).

[12] О Порядке формирования и применения кодов бюджетной классификации Российской Федерации, их структуре и принципах назначения: Приказ Минфина России от 24.05.2022 № 82н. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202206300028> (дата обращения: 22.09.2022).

[13] Об утверждении Порядка осуществления территориальными органами Федерального казначейства санкционирования операций со средствами участников казначейского сопровождения: Приказ Минфина России от 17.12.2021 № 214н. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112290075> (дата обращения: 10.10.2022).

УДК 332.1

JEL classification: R11, R58

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-7

Факторы и риски цифровой трансформации промышленности территорий РФ¹

А.С. Евсеев ^а, Н.В. Морозова ^б, И.А. Васильева ^в

^{а, б, в} Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова (г. Чебоксары, Россия).

Автор для корреспонденции: А. С. Евсеев (sumerh@mail.ru).

Аннотация. В статье рассмотрены факторы и риски цифровой трансформации промышленности территорий РФ. Целью исследования является совершенствование научного познания в области определения факторов и рисков цифровой трансформации промышленности территорий РФ. Задачами исследования являются определение значений факторов и рисков для экономического исследования, выделение и описание факторов и рисков цифровой трансформации промышленности территорий РФ с учетом специализаций регионов. Теоретической значимостью данного исследования является раскрытие сущности факторов и рисков цифровой трансформации промышленности территорий РФ. Практическая значимость исследования состоит в аналитической информации по вопросам краткосрочной и долгосрочной экономической стратегии и прогнозирования социально-экономического развития регионов.

Ключевые слова: кластер; технология; инновация; управление; разработка.

Factors and Risks of Digital Transformation of Industry in Russian Regions

A. S. Evseev ^а, N. V. Morozova ^б, I. A. Vasileva ^в

^{а, б, в} Chuvash State University (Cheboksary, Russia)

Corresponding author: A. Evseev (sumerh@mail.ru).

Abstract. The article considers the factors and risks of digital transformation of industry in Russian regions. The purpose of the research is to improve scientific knowledge in the field of determining the factors and risks of digital transformation of industry in Russian regions. The study aims to determine the values of factors and risks for economic research, identify and describe the factors and risks of digital transformation of industry in Russian regions, taking into account the regional specialisations. Additionally, it reveals the essence of factors and risks of digital transformation of industry in Russian regions. The research presents practical analytical information on short- and long-term economic strategies and forecasts of the socio-economic development of regions.

Keywords: cluster; technology; innovation; management; development.

¹ © Евсеев А.С., Морозова Н.В., Васильева И.А. Текст. 2022

Введение

Формирование стратегий региона [1] зависит от условий, созданных на территории, а также ресурсов, которыми она обладает [2]. Учитывая характер специализации, регион определяет траекторию развития [3]. Однако этого недостаточно, чтобы стратегия была эффективной. Для ее эффективности необходимо определить причины, согласно которым могут возникнуть отклонения или, наоборот, превосхищены потенциальные достижения [4]. Анализ сущности стратегического развития является необходимой процедурой для форсайта, который, в свою очередь, необходим для разработки таких базовых элементов стратегии, как видение и миссия [5].

В современных условиях развития экономики предопределение поведения системы является важной задачей для получения желаемых технологических результатов. В разрезе этого актуальным является определение факторов и рисков цифровой трансформации промышленности территорий РФ. Целью исследования является совершенствование научного познания в области определения факторов и рисков цифровой трансформации промышленности территорий РФ.

Основная часть

При проведении исследования применялся комплексный подход. В качестве общих методов были использованы такие методы, как метод абстрагирования, метод отождествления и логический. В качестве специализированных методов были использованы экспертный метод, который применялся при выделении факторов и рисков цифровой трансформации промышленности территорий РФ, и экономико-статистический метод, который использовался при составлении таблиц со статистическими данными.

Фактор с позиции детерминизма — это причина какого-либо явления. В экономике все процессы находятся под влиянием различных факторов. Это обусловлено наличием причинно-следственной связи между действиями экономических агентов.

Следовательно, риск — это возможность появления в системе фактора (обычно, нежелательного) со всеми вытекающими из него последствиями.

Опираясь на эти термины, определим, что представляют собой факторы и риски цифровой трансформации промышленности территорий РФ.

Рассматривая факторы цифровой трансформации промышленности, мы, по сути, отвечаем на вопрос, что является движущей си-

лой, сменяющей технологическую парадигму с нецифровой (аналоговой) на цифровую. Таких факторов несколько. При описании факторов в первую очередь будем ориентироваться на текущее состояние экономики промышленности РФ.

1. Разработка новых технологий. Новые, но, тем не менее, незначительные технологии не являются фактором цифровой трансформации промышленности. Однако если технология набирает популярность и активно интегрируется в производственную среду, то она становится фактором цифровой трансформации промышленности.

В таблице 1 приведена количественная характеристика кластеров Российской Федерации по федеральным округам.

В связи с кластеризацией экономики влияние фактора разработки новых технологий на развитие промышленности можно проследить по тому, в каких регионах какие кластеры появляются (признак экстенсивности) и на каком уровне организации они находятся (признак интенсивности). Обозначим регионы с кластерами с высоким уровнем организации:

— Ульяновская область (Ядерно-инновационный кластер г. Дмитровграда Ульяновской области; Консорциум «Научно-образовательно-производственный кластер «Ульяновск-Авиа»);

— Калужская область (Фармацевтика, биотехнологии и биомедицина);

— Удмуртская Республика (Удмуртский машиностроительный кластер);

— Санкт-Петербург (Санкт-Петербургский кластер чистых технологий для городской среды; Развитие информационных технологий, радиоэлектроники, приборостроения, средств связи и инфотелекоммуникаций Санкт-Петербурга);

— Москва (Образец Российской кластерной обсерватории НИУ ВШЭ);

— Республика Башкортостан (Нефтехимический территориальный кластер Республики Башкортостан);

— Новосибирская область (Научно-производственный кластер «Сибирский наукополис»);

Таблица 1

Распределение кластеров по федеральным округам

Название округа	ЦФО	ЮФО	СКФО	ПФО	СФО	УФО	ДФО	СЗФО
Количество кластеров, ед.	37	9	4	25	16	13	4	19

Источник: [6]

— Республика Татарстан (Камский инновационный территориально-производственный кластер).

Выше перечислены регионы с характерным выделением одной или нескольких специализаций, а также высокой интенсификацией производства вокруг этих областей. Однако в регионах с начальным или средним уровнем организации экономические агенты преимущественно тоже, так или иначе, взаимодействует с выделенной специализацией региона. Все же это не лишает возможности смены специализации, например, при появлении быстрорастущих стартапов или впоследствии вовсе компании-единорога.

2. Инновационная активность. Отношение числа инновационно активных организаций к общему числу организаций, а именно уровень инновационной активности, приведен в таблице 2.

Развитие индустриальных предприятий напрямую связано с разработкой инноваций, даже больше, чем просто с непрерывным выпуском продукции. Это связано с тем, что радикальные нововведения способны снести прошлую парадигму и построить на ней новую систему со своими правилами (исчезновение одних рынков, возникновение новых рынков).

3. Инвестиционная привлекательность. Не имея в наличии ресурсов (факторов производства), исследователи и предприниматели не в состоянии внести значительные изменения в развитие региона. Так обладание ресурсами является необходимым условием для создания технологий. Наличие ресурсов тесно связано с инвестициями в проекты. Поэтому региональной власти необходимо создавать условия для того, чтобы экономические агенты были обеспечены требуемой поддержкой. Для этого применимы такие меры, как создание свободных экономических зон, кластеров, венчурных фондов и др.

В таблице 3 приведены показатели, характеризующие инвестиционные особенности федеральных округов.

4. Подготовка кадров. В 2021 г. в университеты России было зачислено 526,1 тыс. студентов, что на 28,1 тыс. студентов больше, чем в 2020 г. [9]

Таблица 2

Уровень инновационной активности по федеральным округам

Название округа	ЦФО	ЮФО	СКФО	ПФО	СФО	УФО	ДФО	СЗФО
2021 г.	12,6	11,9	4,6	16,7	9,3	11,4	7,7	11

Источник: [7]

Таблица 3

Инвестиционные показатели по федеральным округам

Показатели	ЦФО	ЮФО	СКФО	ПФО	СФО	УФО	ДФО	СЗФО
Инвестиции в основной капитал в I полугодии 2022 г., млрд руб.	3138	610	223	1272	1023	1657	869	930
Сальдо прибылей и убытков деятельности предприятий (без МСП) в I квартале 2022 г., млрд руб.	1647	210	43	840	869	1446	396	1670

Источник: [8]

Без человека как в роли создателя, так и потребителя продукта невозможно никакое развитие, в том числе цифровая трансформация. Однако переход на цифровую трансформацию особенно зависит от совместных усилий экономических агентов. Это связано с тем, что многие промышленные инструменты и продукты последнего поколения создаются только благодаря коллективным усилиям, кооперации многих компаний.

Исходя из выделенных факторов, определим риски цифровой трансформации промышленности территорий РФ.

1. Потеря экономическими агентами инициативы и предпринимательской способности. Этот риск маловероятен сам по себе, однако в определенных условиях (высокий уровень бюрократии, сильное давление на предпринимателей, отсутствие информационной и организационной поддержки начинающим бизнесменам) это может снизить темпы цифровой трансформации промышленности.

2. Недостаточное уделение внимания определению приоритетов. Постоянный анализ окружающей технологической среды показывает, в каких местах регион отстает от требуемых показателей. Благодаря такому непрерывному обзору и верному определению тенденций тренды могут обрести большим количеством инноваций, что повысит технологический уровень региона, ускорит цифровую трансформацию промышленности регионов.

3. Ограничение сетевого взаимодействия. Чем больше элементов взаимосвязаны, тем крепче они становятся. Здесь применяется диалектический закон перехода количества в качество.

Соответственно лишение системы этого свойства снижает скорость потока инвестиций.

4. Снижение уровня образованности населения. Цифровая трансформация промышленности зависит от существования и развития высоких технологий, которые, в свою очередь, создаются человеком, способным совершенствоваться и непрерывно обучаться. Поэтому игнорирование или искусственное снижение роли образования в жизни человека имеет длительные негативные последствия для технологического прогресса.

Заключение

Экономика регионов, как и государства, неизбежно сталкивается с проблемами, которые могут приостановить темпы развития промышленности [10]. Их существование обусловлено наличием неустойчивости системы в целом, т. к. экономические агенты ведут себя непредсказуемо. Даже несмотря на разработку прогноза устойчивости экономики, возможно появление «черных лебедей» [11]. Поэтому важной мерой по выявлению таких явлений служит антикризисное управление [12], которое включает в себя сценарное планирование и определение факторов и рисков изменений поведения элементов системы [13, 14].

В статье рассмотрены факторы (разработка новых технологий; инновационная активность; инвестиционная привлекательность; подготовка кадров) и риски цифровой трансформации промышленности территорий РФ (потеря экономическими агентами инициативы и предпринимательской способности; недостаточное внимание определению приоритетов; ограничение сетевого взаимодействия; снижение уровня образованности населения).

Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00683.

Список источников

[1] Дулова Е. Н. Стратегия социально-экономического развития региона // Экономика и управление. 2011. № 19 (202). С. 32–37.

[2] Рузавина А. О. Стратегическое планирование развития региона. Понятие и сущность стратегического планирования // Ростовский научный журнал. 2017. № 11. С. 229–234.

[3] Куклин А. А., Коробков И. В. Выбор эффективной траектории социально-экономического развития региона // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 4. С. 1145–1155.

[4] Валентей С. Д., Бахтизин А. Р., Бухвальд Е. М., Кольчугина Н. В. Тренды развития российских регионов // Экономика региона. 2014. № 3. С. 9–21.

[5] Сычев С. Н. Проблемы модернизации российской экономики в контексте современных реалий // Экономические стратегии. 2018. № 2. С. 60–69.

[6] Карта кластеров России. 2022 г. URL: <https://map.cluster.hse.ru/list> (дата обращения: 27.09.2022).

[7] Федеральная служба государственной статистики. Наука, инновации и технологии. 2022 г. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения: 27.09.2022).

[8] Федеральная служба государственной статистики. Социально-экономическое положение федеральных округов. 2022 г. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11109/document/13260> (дата обращения: 27.09.2022).

[9] Качество приема в российские вузы в 2021 году. НИУ ВШЭ. 2022 г. URL: <https://www.hse.ru/news/edu/551346375.html> (дата обращения: 27.09.2022).

[10] Перцов Л. В. Эволюция практики применения комплексных программ регионального развития в современной России // Вопросы государственного и муниципального управления. 2010. № 1. С. 189–200.

[11] Лисова Е. В. Теория черного лебедя в контексте региональной экономики // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 5 (95). С. 75–77.

[12] Волошинова Н. В. Антикризисное управление в контексте государственного управления // Вестник Луганского национального университета им. Владимира Даля. 2020. № 4 (34). С. 50–55.

[13] Мазур Л. В. Антикризисное управление социально-экономическим развитием регионов Российской Федерации // Вестник государственного и муниципального управления. 2012. № 4. С. 118–124.

[14] Азарян С. В. Теоретические основы антикризисного управления в регионе // Публичное управление: теория и практика. 2013. №. 2. С. 56–61.

УДК 339.1, 658

JEL classification: D81, M11

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-8

Реализация стратегии концентрации на перспективных заказчиках с использованием цифровых технологий¹

И.В. Ершова ^а, А.В. Ключев ^б

^{а, б} Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
(г. Екатеринбург, Россия)

Автор для корреспонденции: А. В. Ключев (a.v.klyuev@gmail.com).

Аннотация. В статье показано, как сочетание тенденций кастомизации и цифровизации производства приводит к необходимости и дает возможность использовать новые методы формирования пула клиентов, реализовывать стратегию концентрации на перспективных клиентах. Базой исследования являлись средние и малые машиностроительные предприятия Свердловской области. Авторы предлагают ввести показатель «коэффициент потенциала клиента», определяющий прирост объема продаж от последующих заказов данного клиента относительно первого размещенного заказа. Для расчета коэффициента потенциала клиентов, в том числе новых, используются модели множественной регрессии, данные для которых берутся из открытых источников внешней информации и отчетов предприятий. Это позволяет алгоритмизировать и автоматизировать процесс расчета при разработке соответствующих интеграторов данных.

Ключевые слова: цифровизация; кастомизация; перспективные заказчики; коэффициент потенциала клиента; оптимизация производственной программы.

¹ © Ершова И.В., Ключев А.В. Текст. 2022

Implementation of a Strategy of Concentrating on Promising Customers Using Digital Technologies

I.V. Ershova ^a, A.V. Klyuev ^b

^{a, b} Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia)

Corresponding author: A. V. Klyuev (a.v.klyuev@gmail.com).

Abstract. *The article shows how the combination of trends in production customisation and digitalisation requires the use of new methods of forming a customer pool and implementation of a strategy of concentrating on prospective customers. Small and medium machine-building enterprises of Sverdlovsk oblast were examined. The study introduces the indicator «customer potential coefficient», which determines an increase in sales volume from the next orders of a customer relative to the first placed order. To calculate the customer potential coefficient, including new ones, multiple regression models are used, data for which are taken from open sources publishing external information and enterprise reports. This makes it possible to create an algorithm and automate the calculation process when developing appropriate data integrators.*

Keywords: digitalisation; customisation; promising customers; customer potential coefficient; optimisation of the production programme.

Введение

Одним из самых значительных современных трендов в рамках преобразования деятельности отечественных промышленных предприятий является цифровизация. С одной стороны, по существу данный тренд охватывает исключительно один аспект, а именно, оборот данных или информации, сопровождающий соответствующую деятельность. С другой стороны, современные реалии работы практически всех предприятий таковы, что именно информация, а точнее, способность конкретной компании быстро и качественно собирать и анализировать ее существенные объемы, так или иначе относящиеся к ее деятельности, является важнейшим фактором ее конкурентоспособности. С точки зрения самих компаний можно утверждать, что цифровизация — это фактор преобразования их внутренней среды.

Во внешней среде его дополняет другой не менее существенный тренд — кастомизация. Обезличенные потребительские массы, имеющие однородные нужды, которые можно успешно удовлетворять ограниченной номенклатурой выпускаемых изделий или оказываемых услуг, стремительно уходят в прошлое. На их место встанут множества отчетливо дифференцированных отдельных

клиентов, каждый из которых имеет выраженные индивидуальные потребности. «Настройка» каждой отдельной единицы своей продукции, а именно в этом и заключен основной смысл понятия «кастомизация», под индивидуальные нужды отдельных потребителей является в современных условиях работы подавляющего множества самых разнообразных предприятий скорее «необходимостью», нежели «излишеством».

Комплексное влияние внутреннего (цифровизация) и внешнего (кастомизация) трендов преобразования деятельности современных предприятий в первую очередь подвергает сильнейшим деформациям взаимодействие с клиентами. Со стороны внешнего тренда (кастомизация) это взаимодействие существенно усложняется. Соответственно, перед предприятиями, которые работают в условиях кастомизации, стоит задача в разработке и освоении некоего «инструментария», который позволил бы им определять среди множества возможных клиентов наиболее перспективных для концентрации на них своего «коммерческого» внимания. Со стороны внутреннего тренда имеются довольно серьезные возможности современных информационных систем (в том числе, широкие возможности их настройки и интеграции), применение которых потенциально способно существенно оптимизировать работу обозначенного «инструментария».

Цель данной статьи — выработать для предприятий, работающих в условиях кастомизации, специальный методический подход, который мог бы лечь в основу «инструментария» для определения среди множества их возможных клиентов наиболее перспективных, а также рассмотреть вопрос использования современных информационных технологий для оптимизации работы данного «инструментария».

Обзор литературы

Исследование применения цифровых технологий имеет два четко выраженных тренда: оценка уровня цифровизации объекта (предприятия, региона, национальной экономики) и практическое применение информационных систем в управлении предприятием. Основные подходы первого тренда хорошо структурированы в [1].

В рамках данного исследования более детально будет рассмотрен вопрос применения цифровых технологий в управлении предприятием.

Использование цифровых технологий в управлении производством расширяет возможности сбора и обработки информации для

принятия управленческих решений. В настоящее время в литературе широко освещаются вопросы применения информационных систем в области разработки продукта (CAD / САМ системы), например, [2], PLM и ERP системы [3, 4]. Рассматриваются также вопросы управления персоналом организации [5]. Достаточно хорошо проработан и реализован блок оценки поставщиков и электронная система закупок. В то же время оценке потребителей и планированию производственной программы уделяется меньше внимания. В работе [6] упоминается о созданной Министерством промышленности и торговли РФ инновационной государственной информационной системе промышленности (ГИСП), позволяющей определять перспективные направления востребованной продукции, но реально использовать данную платформу для определения перспективных заказов невозможно.

Методы формирования портфеля заказов подробно описаны в [7]. Развитие теории и практики использования данных методов идет в сторону расширения используемых инструментов и практически не меняются методологически с внедрением цифровых технологий. Как правило, традиционные рыночные, финансовые и статистические методы основываются на анализе массива больших данных и не учитывают специфику кастомизированного производства.

Методические основы кастомизации производства были заложены еще в [8]. Дальнейшее развитие основных положений происходило, в основном, в рамках «массовой» кастомизации и заключалось в нахождении компромисса между серийным производством и индивидуальными требованиями заказчика. Вопрос об удержании заказчика повышенным уровнем кастомизации не рассматривался.

Материалы и методы

Базой исследования являлись материалы работы машиностроительных предприятий Свердловской области среднего и малого масштаба бизнеса, имеющих большой пул клиентов (свыше 200).

Для обработки данных и построения моделей использовались статистические методы группировки, множественной регрессии и оптимизационные модели.

Поскольку в условиях кастомизации практически с каждым клиентом необходимо налаживать в той или иной мере индивидуальную работу, желательно и даже необходимо, чтобы каждый такой клиент оказывался для рассматриваемого предприятия стабильным заказчиком на протяжении значительного периода времени. Данная логика позволяет в конечном счете сформулировать особую

стратегию работы предприятия в условиях кастомизации, а именно стратегию концентрации на перспективных заказчиках. Суть данной стратегии — выявление среди всего разнообразия потенциальных клиентов наиболее перспективных и концентрация на них основного «коммерческого внимания».

Методически реализация данной стратегия уже была частично описана авторами настоящей статье в их предшествующих работах [9] и [10]. В этой статье все предшествующие наработки будут собраны воедино и снабжены необходимыми дополнениями.

В основе методического подхода лежит понятие «приоритетный заказчик» — клиент со значительными перспективами долгосрочных отношений. Для выявления «приоритетных заказчиков» предлагается использовать авторский показатель «коэффициент потенциала клиента» (далее КПК) — отношение в рамках конкретного клиента суммы продаж в последующие периоды (например, 9, 12 или 18 месяцев) с момента первой успешной продажи к выручке от стандартного заказа для рассматриваемого предприятия-поставщика. Период для фиксации локального среза также выбирается индивидуально для каждого предприятия-поставщика исходя из характера имеющихся данных о продажах и обнаруженного характера потребительского поведения всех его клиентов в совокупности. В рамках описываемого методического подхода предполагается, что значения показателя КПК по каждому из заказчиков связаны с его общедоступными бухгалтерскими данными. Для выявления этой связи проводился специальный анализ методом множественной регрессии. На основании открытой информации сайта List-org были собраны характеристики клиентов для конкретного предприятия и построены регрессионные модели для расчета КПП.

Поскольку анализируемые предприятия отличаются по назначению и длительности производственного цикла выпускаемой продукции, модели имеют различный набор факторов.

Например, для предприятия, производящего оборудование для нефтедобывающей отрасли, в качестве объясняющих переменных после нескольких итераций проверки модели на достоверность были оставлены: X_1 — выручка за предшествующий год, тыс. руб.; X_2 — выработка на одного работающего за предшествующий год, тыс. руб. Для предприятия, производящего большую номенклатуру гидрооборудования и запчастей к нему: X_1 — количество лет заказчика на рынке, лет; X_2 — прибыль от продаж за предшествующий год, тыс. руб.

Расчетные модели позволяют с достаточной долей вероятности определить КПП впервые обратившегося заказчика и оптимизиро-

вать производственную программу по критерию ожидаемого маржинального дохода с учетом КПП, а не по фактически рассчитанному на данный портфель заказов.

Проверка гипотезы на двух предприятиях по ретроспективным данным показала ее состоятельность. Для каждого из исследуемых предприятий было выгоднее отказаться от одного заказа, имеющего высокий маржинальный доход, в пользу заказа, имеющего текущий маржинальный доход ниже, но заказанный клиентом с более высоким КПП.

Совершенно очевидно, что воспроизведение описанного выше методического подхода выявления приоритетных заказчиков, и последующее использование данной информации для оптимизации формируемой или уже выполняемой производственной программы представляет собой довольно трудоемкую аналитическую задачу. При решении данной задачи требуется использование двух совершенно различных источников информации: внешняя база общедоступных бухгалтерских данных о клиентах и внутренняя база данных о фактических продажах. Помимо этого, необходимо реализовать выполнение следующих специализированных аналитических задач: вычисление КПК по всем клиентам из предшествующих продаж за определенный период, проведение анализа методом множественной регрессии для выявления зависимости между полученными КПК и общедоступными бухгалтерскими данными соответствующих заказчиков, использование полученной зависимости для оптимизации формируемой или уже выполняемой производственной программы. Исходя из описанного предлагается следующая принципиальная схема цифровизации всех описанных задач, авторское схематичное изображение которой представлено на рисунке.

Современные цифровые решения технически позволяют практически полностью освободить пользователя от необходимости тратить значительное количество рабочего времени на выполнение всех трех обозначенных аналитических выше задач. Самая сложная и трудоемкая из них — вторая — множественный регрессионный анализ для выявления зависимости КПК и бухгалтерских данных. Вместе с этим, даже в чрезвычайно простом распространенном на сегодняшний день пакете Microsoft Excel в принципе уже имеются почти все технические возможности для полной автоматизации данной задачи: надстройка «Пакет анализа», в которую входит в том числе команда «Регрессия», позволяющая проводить множественный регрессионный анализ; и надстройка «Поиск решения», в которой реализована методология решения оптимизационных



Рис. Принципиальная схема цифровизации при реализации стратегии концентрации на перспективных заказчиках в условиях кастомизированного производства

задач. При определенной доработке и взаимной интеграции данного функционала технически возможна полная реализация модуля 2, представленного в схеме на рисунке.

Конечно, для полной реализации всей принципиальной схемы, представленной на рисунке, необходимо более серьезное цифровое решение уровня «полноценная корпоративная информационная система». Такое, например, как «1С: Предприятие», на платформе которой могут быть развернуты все три прикладных модуля и внутренняя база данных о продажах. К этому необходимо добавить интеграцию с некоторой внешней базой общедоступных бухгалтерских данных.

Заключение

Кастомизация производства определяет новые условия оценки заказчиков, а цифровизация создает условия для реализации многоступенчатых алгоритмов их отбора. В исследовании предложено использовать коэффициент потенциала клиента для определения

стратегически важных для предприятия заказчиков и планировать будущие поступления. Расчет коэффициента потенциала клиента предполагает использование внешней доступной статистической информации и внутренней информации предприятия. Его реализация возможна в автоматическом режиме при разработке соответствующих интеграторов данных и критериев отбора достоверности моделей. Апробация методического подхода показала достоверность и эффективность решений по оптимизации производственной программы для машиностроительных предприятий малого и среднего бизнеса. Дальнейшие перспективы работы связаны с расширением объекта исследования и разработкой соответствующих интеграторов.

Список источников

[1] Гилёва Т.А. Цифровая зрелость предприятия: методы оценки и управления // Наука, образование, экономика УГНТУ. Серия экономика. 2019. № 1 (27). С. 38–52. <https://doi.org/10.17122/2541-8904-2019-1-27-38-52>

[2] Громов И.В. Цифровизация производства — залог конкурентоспособности // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2020. № 2 (98). С. 50–51.

[3] Ахтямов И.И. Интеграция различных PLM-систем с системами класса ERP // Форум молодых ученых. 2018. № 12–1 (28). С. 436–440.

[4] Прудников Э.Е., Гребенникова Н.И., Нгуен Д.Ч. Реализация подходов к взаимодействию PLM и ERP-систем // Экономика и менеджмент систем управления. 2016. № 4(22). С. 87–92.

[5] Захаров И.И., Евлоева М.Х., Захаров А.В. Цифровизация производства // Научный электронный журнал Меридиан. 2021. № 5 (58). С. 117–119.

[6] Михайлова Л.В., Сазонова М.В. Цифровизация производства в экономике России: теоретический анализ и тренды развития // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2021. № 4. С. 57–63. <https://doi.org/10.18384/2310-6646-2021-4-57-63>.

[7] Астраханцева И.А., Одинцова Е.В. Методические подходы к управлению производственной программой промышленного предприятия // Экономические науки. 2008. № 39. С. 173–178.

[8] Boynton A. C., Victor B., Pine II B. J. New competitive strategies: challenges to organizations and information technology // IBM Systems Journal. 1993. No. 32(1). P. 40–64.

[9] Baranchikova S. G., Ershova I. V., Klyuev A. V., Cherepanova E. V. Optimization of the production plan taking according to the customers' strategic importance // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. No. 971. 052014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/971/5/052014>

[10] MATEC Web of Conferences 346, 03027. 2021. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202134603027>

УДК 658.513.4

JEL classification: P11, C51

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-9

Оперативное управление производством на основе цифровой модели¹

И.В. Ершова ^а, А.А. Тотьмянин ^б

^{а,б} Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
(г. Екатеринбург, Россия)

Автор для корреспонденции: А. А. Тотьмянин (emxandrei@yandex.ru).

Аннотация. Цифровое моделирование становится распространенным инструментом управления производством. Авторы рассматривают вариант цифрового моделирования производственной программы механообрабатывающего участка с помощью инструмента AnyLogic. Новизна исследования заключается в выбранном объекте — процессе механической обработки деталей с длительным производственным циклом. Специфика модели в том, что она имитирует параллельный запуск деталей с похожим и длительным технологическим процессом на одном и том же оборудовании. Результаты моделирования сравнивались с фактическими данными. Сделаны выводы о возможности использования построенной модели для использования в оперативном производственном планировании.

Ключевые слова: имитационное моделирование; оперативное управление производством; AnyLogic; цифровой двойник; оптимизация загрузки оборудования.

¹ © Ершова И.В., Тотьмянин А.А. Текст. 2022

Operational Production Management Based on a Digital Model

I. V. Ershova ^a, A. A. Totmyanin ^b

^{a, b} Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia)

Corresponding author: A. A. Totmyanin (emxandrei@yandex.ru).

Abstract. *Digital simulation is becoming a common tool for production management. The study considers a variant of digital simulation of the production programme for a machining section using the AnyLogic tool. The process of machining parts with a long production cycle is a new object of study. The specific model simulates the parallel launch of parts with a similar and long technological process on the same equipment. The simulation results were compared with actual data. Conclusions were drawn about the possibility of using the constructed model for the operational production planning.*

Keywords: simulation modelling; operational management of production; AnyLogic; digital twin; optimisation of machine loading.

Актуальность

Привычные системы оперативного планирования производства, разделяющиеся на единичное, серийное и массовое, все чаще заменяются комбинированными системами, соединяя требования индивидуальности, сокращения длительности производственного цикла и, по возможности, эффекта масштаба. На одних и тех же производственных мощностях требуется обеспечить выпуск как единичной, так и крупносерийной продукции. Это серьезный вызов для системы оперативного управления производством. Такой вызов требует новых подходов, которые позволили бы не только сформировать сменное задание на рабочее место, но и просчитать различные варианты запуска изделий, оптимизировать запуск продукции по необходимым критериям. Одним из подходов, решающих подобного рода задачу, является имитационное моделирование. Создание цифрового двойника, как один из аспектов цифровизации производства, позволяет проводить исследование объекта без использования основных фондов предприятия и увидеть взаимодействие всех ограничений системы.

Степень изученности проблемы

Эволюция и перспективы использования цифровых технологий в управлении производством подробно рассмотрены в [1]. В основном развитие цифровых технологий идет по линии создания нового продукта, включая разработку цифровых двойников, систем учета и контроля производства и результатов, реализуемых в ERP и PLM-

системах. Цифровые двойники процессов изучены не так подробно. Существуют разработки моделирования процессов логистики, например, [3]. Реализованы модели цифрового управления производством на Северстали и в концерне «Калашников» [2]. С использованием инструмента имитационного моделирования AnyLogic были построены модели сборочного участка [4], трубопрокатного производства [5], локомотивного депо [6] и другие [7]. При этом отсутствуют модели процесса обработки деталей с длительным циклом изготовления, с дискретным характером движения. Характер сложности такой системы не позволяет прогнозировать сроки изготовления деталей привычными методами, что приводит к увеличению запаса деталей на участке с целью сокращения вероятности срыва сроков передачи деталей в цех-потребитель. А значит, создание модели позволит прогнозировать сроки запуска-выпуска деталей, повысив качество принимаемых управленческих решений.

Преимущества использования цифровых моделей подробно описаны в [5], выделим основные:

- моделирование позволяет оценить существующую систему при некоторых проектных и нештатных условиях эксплуатации;

- моделирование позволяет рассмотреть процесс работы системы на длительном промежутке времени в сжатые сроки или замедлить процессы для углубленного изучения;

- цифровой двойник позволяет смоделировать различные варианты и условия работы системы и оптимизировать их по необходимому критерию;

- моделирование позволяет проводить эксперименты с системой при минимальных издержках как временных, так и финансовых.

Выделяют несколько этапов компьютерного моделирования цифрового двойника. Например, в [5] приводится наиболее полный перечень.

1. Понимание системы.
2. Формулировка цели моделирования системы.
3. Разработка концептуальной структуры модели.
4. Реализация модели в системе моделирования.
5. Реализация анимационного представления модели.
6. Проверка корректности реализации модели.
7. Калибровка модели.
8. Планирование и проведение компьютерного эксперимента.

При анализе моделей, предложенных в литературе [4–7, 9] большое внимание уделяется описанию как самой системы, так и модели, при этом этап проверки корректности построенной модели

упускается. Этап является важным, так как сложно сказать, какие допущения при построении модели являются некритичными и не отражаются на конечных результатах. В данной работе мы проанализируем не только саму систему, но проведем сравнение полученных данных работы реальной системы и построенной модели.

Материалы и методы

Для создания цифровой модели был выбран инструмент имитационного моделирования AnyLogic в силу нескольких факторов:

- AnyLogic поддерживает дискретно-событийное моделирование и предлагает специализированную библиотеку для моделирования производственных систем;

- ПО AnyLogic позволяет экспортировать модель в виде независимого от среды разработки Java-приложения;

- Значительно облегчает взаимодействие с Excel-шаблонами и базами данных для ввода и вывода данных;

- Позволяет построить полноценный цифровой двойник, отдельную от среды разработки программу, связанную с системами управления производством через выделенные таблицы в базе данных [5].

- В отличие от симулятора Siemens является доступным продуктом для российского рынка;

- Позволяет рассматривать плоскую пространственную модель производства в отличие от линейных графиков запуска-выпуска ERP и PLM систем;

- Имеет возможности для визуализации работы модели, что позволяет не только визуально представить модель, но и проверить корректность протекания процессов.

Объект исследования

В качестве объекта исследования был выбран процесс изготовления сложных корпусных деталей на участке станков с ЧПУ. Два корпуса В5 и В6 изготавливаются на одном оборудовании и имеют похожий технологический процесс. В процессе изготовления корпуса проходят три стадии термообработки и 10 фрезерных операций. Процесс изготовления является дискретным, перед каждой операцией накапливаются детали, ожидающие процесса обработки.

Для анализа существующей системы были проанализированы данные о начале и окончании обработки на основе входящих и исходящих накладных корпусов В5 и В6.

В таблице 1 представлена выборка из накладных цеха по корпусу В5 с расчетом длительности нахождения детали в цехе. Для анализа

Выборка для определения длительности цикла изготовления детали

Номер детали	Дата поступления детали в цех	Дата передачи в цех потребления	Длительность изготовления, дней
577	01.08	25.08	24
578	01.08	25.08	24
579	01.08	25.08	24
580	01.08	25.08	24
581	10.08	22.09	43
582	10.08	25.09	46
583	10.08	25.09	46
584	10.08	22.09	43
585	09.08	15.09	37
586	09.08	11.10	63
587	09.08	25.09	47
...

полученной выборки был использован пакет «Анализ данных» программы Microsoft Excel.

Описательная статистика показала, что среднее время нахождения детали в цехе составляет 48 дней. Полученные данные будем использовать как показатели работы реальной системы, которые будем сравнивать с данными работы цифровой модели.

Построение цифровой модели

В качестве агента моделирования была выбрана заготовка, которая, проходя по цепочке событий, имитирует движения реальной детали по участку. Цепочка блоков «Service» задерживает агента (заготовку) на длительность, равную времени обработки на соответствующей операции. Стоит отметить, что помимо ограничений по времени перемещения агента в модели есть ограничения по работе слесарей и контроллеров ОТК (первая и вторая смены по 8 часов) и ограничения по работе оборудования (пятнадцатидневная трехсменная рабочая неделя).

Агент, проходящий по всей цепочке событий, попадает в блок «Sink», где агент утилизируется, а данные о времени его поступления отправляются в массив данных «Vihod_Detali». Полученные данные являются основой для анализа.

В процессе создания модели были приняты допущения:

— не учитывается перемещение заготовок между оборудованием и участком слесарной обработки;

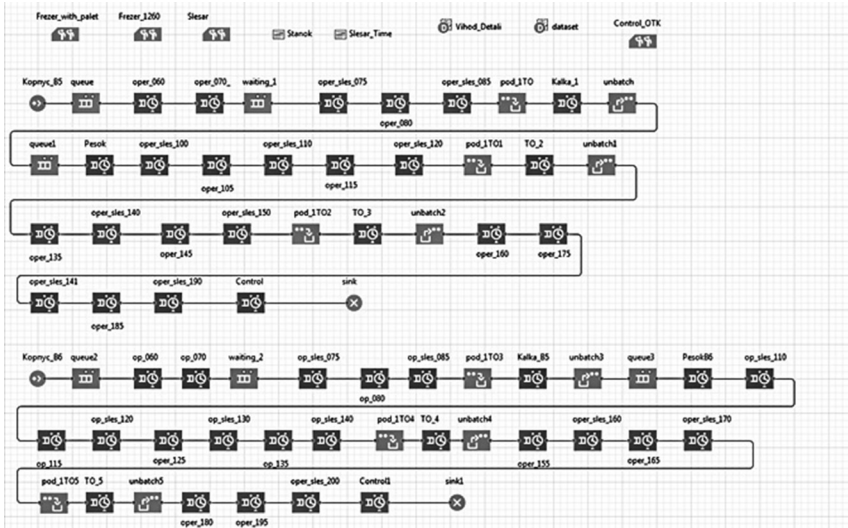


Рис.1 Модель изготовления корпусов B5 и B6

- комплектация деталей под первую стадию термообработки происходит не только по 4 шт., как указано в модели в блоке «Pod_TO1», но и по сертификату детали, а значит пролеживание отдельных деталей, ожидающих комплектацию, может быть больше треугольного распределения, указанного в блоке «Kalka_1»;
- операция контроля после изготовления зависит не только от готовности детали, но и от сроков передачи детали в цех-потребитель.
- не учитывается работа мастера для координации работы оборудования и слесарного участка.

Обсуждение результатов

В таблице 2 представлены характеристики описательных статистик реальной системы, процесса изготовления деталей B5 и B5 на участке станков с ЧПУ, и цифровой модели, построенной в AnyLogic.

Таблица 2

Сравнение описательных характеристик

	По выборке	По модели
Среднее	48,68	45,35
Стандартная ошибка	1,65	1,008
Медиана	47	45,3

Окончание табл. на след. стр

	По выборке	По модели
Мода	49	н/д
Стандартное	18	10,9
Дисперсия выборки	324	120,96
Экссесс	0,97	-0,911
Асимметричность	1,01	0,0998
Интервал	78	42,2
Минимум	20	25,4
Максимум	98	67,68
Сумма	5793	5396,8
Счет	119	119

Для анализа была использована выборка из 119 значений, как в длительности изготовления деталей, так и в длительности прохождения агентов по цепочке событий цифровой модели.

При сравнении описательных статистик стоит отметить, что среднее значение работы модели отличается от данных реальной системы на 7 %. Это связано с отклонениями минимального значения в 27 % и максимального значения в 30 %. Такие показатели связаны с ручным регулированием реальной производственной системы при необходимости ускорить выпуск деталей, в случае задержкой поставки заготовок на участок и замедлением системы (пролеживанием готовых деталей) в случае закрытия дефицита этого месяца. При запуске данной модели не использовались алгоритмы очередности изготовления деталей на оборудовании.

Сравнение описательных статистик говорит о том, что модель частично отражает внутренние процессы исследуемой системы. Несмотря на большой диапазон отклонений в описательной статистике, можно говорить о том, что эти отклонения незначительны в отличие от привычных линейных методов планирования. А значит, модель пригодна для проверки управленческих решений. При этом явным положительным моментом данной модели является то, что мы можем отследить как динамику загрузки оборудования в течение месяца, так и его простои, что важно в контексте оперативного управления участком и производством в целом.

Программное обеспечение позволяет изменять календарный день запуска модели, что позволит прогнозировать срок сдачи деталей в цех-потребитель. Изменение ограничений в расписании ресурсов позволит анализировать влияние сверхурочной работы на график выпуска изделий.

При этом, как в любой модели, существуют упрощения, которые сказываются на работе модели. Влияние таких упрощений требует дальнейшего исследования и их анализ позволит сократить разбег между показателями реальной и исследуемой моделей.

Полученная модель отражает процессы неуправляемой системы, когда ресурс переключается между операциями (блоками Service) с целью максимизации загрузки оборудования. При этом данная имитационная модель является основой для построения системы, которая может быть управляема за счет разработанных правил движения заготовок внутри цепочки событий. Такими правилами могут быть:

— сначала обработка всех заготовок под термообработку, далее обработка чистовых заготовок;

— обработка минимальной партии под термообработку, далее запуск чистовых заготовок.

Влияние данных правил движения деталей представляет собой практический интерес, так как может изменять не только загрузку оборудования, но и длительность цикла изготовления, партийность и ритмичность. При этом их влияние сложно прогнозируемо при отсутствии цифровой модели.

Список источников

[1] *Mourtzis D.* Simulation in the design and operation of manufacturing systems: state of the art and new trends // International Journal of Production Research. 2020. No. 58(7). P. 1927–1949, <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1636321>

[2] *Травушкина А. А., Щелокова А. Н., Шиболденков В. А., Юсуфова О. М.* Обзор перспектив развития технологии цифровых двойников продуктов, услуг и сервисов в секторе материального производства // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12. № 3. С. 1485–1502. <https://doi.org/10.18334/vinec.12.3.115215>

[3] *Ivanov D., Dolgui A.* A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0// Production planning and control. 2021. Vol. 32(9). P. 775–788.

[4] *Фялковский Е. Е.* Использование имитационного моделирования для решения задач реинжиниринга бизнес-процессов в среде моделирования AnyLogic // Прикладная математика и фундаментальная информатика. 2021. Т. 8. № 1. С. 67–75. <https://doi.org/10.25206/2311-4908-2021-8-1-67-75>.

[5] *Демин А. Г.* Производственное планирование на металлургическом предприятии на основе имитационного моделирования // Девятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности: Труды конференции,

Екатеринбург, 16–18 октября 2019 г. Екатеринбург: Издательство Уральского государственного педагогического университета, 2019. С. 410–414.

[6] *Панов К. В.* Имитационная модель производственно-логистического процесса локомотиворемонтного предприятия // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2019. № 1(41). С. 96–107. <https://doi.org/10.20291/2079-0392-2019-1-96-107>

[7] *Назойкин Е. А., Благовещенский И. Г.* Применение методов имитационного моделирования для идентификации и прогнозирования производства томат-пасты // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 10. С. 96–100. <https://doi.org/10.37882/2223-2966.2020.10.20>.

[8] *Сорокин А. В.* Повышение эффективности управления производственными процессами промышленных предприятий с использованием имитационного моделирования : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством : автореф. дис. ... канд. экон. наук. Барнаул, 2010. 19 с.

[9] *Бабина О. И.* Обзор имитационных моделей в планировании на предприятии // Фундаментальные исследования. 2015. № 12–6. С. 1173–1178.

УДК 338.3

JEL classification: M21, L21, D81

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-10

Современные информационные технологии поддержки предприятий в условиях риска¹

В.А. Зова ^a

^a Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0003-1288-7512>

Автор для корреспонденции: В. А. Зова (zova.vika@mail.ru).

Аннотация. В статье представлен авторский подход обоснования механизма цифровых технологий. В современных условиях активизации рисков становится особо важным формирование информационной поддержки управления предприятием. В статье использован методологический подход построения траектории от целей организации до системы. По результатам исследования в статье предлагается позиция обобщения учётно-аналитического процесса в цифровом охвате. Такой подход позволит обеспечить возможность исключения риска совмещения задач в управлении предприятием.

Ключевые слова: цифровизация; трансформация; учётно-аналитический процесс; риски; управленческий учёт.

Modern Information Technologies to Support Enterprises under Risk

V. A. Zova ^a

^a Ural State University of Economics (Ekaterinburg, Russia).
<https://orcid.org/0000-0003-1288-7512>

Corresponding author: V. A. Zova (zova.vika@mail.ru).

Abstract. The article presents the author's approach to substantiating the mechanism of digital technologies. Under risk, it is especially important to establish information support for enterprise management. A methodological approach to constructing a trajectory from the organisational goals to the system was used. Based to the research results, the article suggest to generalise the accounting and analytical process digitally. This approach will help reduce the risk of combining tasks in enterprise management.

Keywords: digitalisation; transformation; accounting and analytical process; risks; management accounting.

¹ © Зова В.А. Текст. 2022

Введение

Активизация рисков функционирования предприятия запускает процесс антикризисного управления, приводит к более сложному процессу принятия эффективных управленческих решений. В этих условиях круг вопросов и проблем, которые необходимо охватить, значительно расширяется, и помимо классической оценки и диагностики финансового состояния необходим более широкий анализ посредством применения современных цифровых технологий. Среди них можно выделить: анализ производственного потенциала, анализ возможностей повышения эффективности деятельности предприятия, разработку стратегических планов и программ, и прежде всего, формирование системы аналитической поддержки управления рисками. Безусловно, все эти многочисленные задачи требуют создания системы информационно-интеллектуальной поддержки на предприятии. Такая система будет способствовать появлению следующих возможностей на предприятии: повысить интеллектуальный уровень принятия решений, своевременность и адекватность, скорость реализации обратной связи при принятии решений и др.

Безусловно, существующий опыт использования методов экономико-математического моделирования и автоматизации в деятельности предприятия показал, что методики, которые успешно используются для построения автоматизированных систем управления предприятием, не способны решать многокритериальные проблемы. Такие проблемы формируются перед руководством высшего звена управления при неопределённости и неполноте информации, насыщении системы неформализованными данными.

Современные подходы к управлению рисками в условиях цифровизации

Сегодня практически каждое предприятие столкнулось с перечнем причин и следствий, тормозящих эффективное решение следующих проблем [1]:

1. Увеличение объёма входящей и исходящей информации. Проблема формирования входящих и исходящих потоков и массивов, их гибкости, оперативности, масштабности и покрытия определяет охват причинно-следственных зависимостей на предприятии;

2. Возникает проблема достоверности получения результата, в связи с этим использования различных методов и методик решения задач;

3. Решение управленческой проблемы, как правило, сегодня носит интегрированный характер;

4. И последнее: принятие даже эффективного решения имеет сегодня неединичный вариант, и на этапе анализа данного решения необходимо включать механизм преимущественного анализа при выборе принятого решения.

Другой серьёзной проблемой является технологическое обеспечение функционирования работы информационной системы предприятия [2]. Гибкость системы сегодня должна отвечать задачам управления в условиях активизации рисков. Можно отметить, что риски сегодня активизируют на предприятии механизм антикризисного управления как постоянно действующую систему. Не как что-то экстренное, а постоянную работу в экономическом пространстве с высокой степенью активности. Поэтому мониторинг рисков и определение их уровня влияния является составной частью учётно-аналитического информационного обеспечения работы предприятия позволяя сформировать типы антикризисного управления. А в соответствии с типом антикризисного управления можно сформулировать особенности использования информационных технологий. Каждый из типов антикризисного управления с точки зрения информационных технологий представляет собой систему входов, процессов и выходов. Информационные технологии позволяют эффективно обрабатывать данные для разных типов автоматизированных систем. Информатизация вводится с различных источников в различных формах, классифицируется, анализируется и пополняется. Выведение информации осуществляется после обработки данных в разных формах в соответствии с процедурами. Для определения рисков создаются списки слабых мест, план управления рисками и контролируются убытки и потери. Такие планы кризисных коммуникаций создаются по отношению ко всем аспектам деятельности предприятия [2]. Входящие данные для реактивного автоматизированного управления включают много видов данных — как актуальную информацию о кризисных явлениях, так и о внутренних и внешних рисках предприятия

В настоящее время к одному из инструментов формирования методологии оценки и управления риском операционной, финансовой, инвестиционной и прочих видов деятельности можно отнести организацию и внедрение системы автоматизированных учётно-аналитических систем корпоративного управления на платформе международных стандартов обработки учётных процессов. Это даёт возможность применять и строить стратегическое управление по всем направлениям и проектам деятельности, осуществляемой организацией. В первую очередь выделяем риск слияния

стратегических целей и задач. Как правило, в крупных системных предприятиях реализуется не один проект. Информационные массивы по обработке эффективности их жизненных циклов обрабатываются единой системой автоматизации учётно-аналитических процессов. Вследствие чего формируются отчётно-аналитические регистры (документация, являющаяся носителями информации, причём во многом с наложением задач). Это и формирует риск невыявления и несоответствия всех видов ресурсов использования на предприятии, тем самым напрямую снижая его эффективность. Вследствие чего изменится стандарт качества предприятия и снизятся показатели его конкурентоспособности.

Примером такого предприятия является Федеральное государственное унитарное предприятие «Крымская железная дорога» [6], где изначально была построена система автоматизированного управления данными впоследствии охватившая все сектора деятельности предприятия, от оперативной до инвестиционной. Однако динамичная система оценки и выявления рисков до сегодняшнего момента не активизирована в работе. Её внедрение позволит осуществлять их мониторинг и активность, степень влияния и уровень потерь, тем самым создавая среду стабильности механизма управления хозяйствующего субъекта.

Сущность сформированного направления и подхода заключается в оценке и прогнозировании результатов операционной деятельности, используя математическое обеспечение, построенное на базе адаптивных настраиваемых моделей, описывающих взаимосвязи между различными параметрами, характеризующими качество функционирования организаций. Другими словами, предлагается динамическая концепция построения риск-толерантной системы, которая предполагает адаптацию антирисковых действий в изменяемой рыночной ситуации. При этом целевое управление, необходимое для снижения риска операционной, финансовой и инвестиционной деятельности в рамках динамической концепции, предполагает реализацию нескольких типовых решений [3]:

— Пассивное. Реагирование не предпринимается, поскольку колебания реагирования только раскачивают риск;

— Выявление колебания и преодоление волны отклонений.

— Мониторинг риска. Ситуация измерения постоянной температуры риска при возможности изменить управленческую среду в будущем временном промежутке. Преодоление барьеров и границ ситуации.

Отметим то, что реализация указанных типовых подходов во многом определяется наличием информации о совокупностях всех видов ресурсов, сосредоточенных на предприятии и имеющих перспективу первого приближения. Формирование пространства конкурентных издержек обеспечивает соблюдение принципа чистой конкурентной среды. По сути именно последние задачи в полной мере определяют основное назначение системы управления рисками операционной, финансовой и инвестиционной деятельности организаций.

С учетом указанных особенностей создание современной информационно-аналитической системы оценки и управления риском требует решения следующих задач [4]:

1) Дальнейшее совершенствование математических моделей, адекватных наблюдаемой информации, методов обработки этой информации, предполагающих их адаптацию к изменяемым целям и условиям внешней экономической среды.

2) Развитие методик внедрения существующих информационных технологий (например, OLAP), обеспечивающих оперативный анализ и удобное хранение информации для последующего совершенствования алгоритмического обеспечения процессов управления организацией при уменьшении стоимости их подготовки.

3) Разработка критериев и набора правил принятия решений, необходимых, в том числе, для последующей выработки управляющих воздействий на операционную (финансово-хозяйственную) деятельность организации в целом.

Решение первой задачи реализуется за счёт применения статистического анализа. При использовании многофакторного динамического поля, абсолютно чувствительного к колебаниям отклоняющихся плановых и прогнозных параметров, учитывают нестационарность случайных внешних воздействий. Последовательности параметров, отражающих финансово-экономическое состояние организации, можно представить в виде нестационарных случайных процессов. При этом для предприятий, не имеющих проблемных мест, комбинации нестационарных случайных процессов изменения основных параметров будут иметь стационарный вид. Возникновение проблемных ситуаций проявляется в отклонении значений параметров от номинальных. Они могут либо увеличиваться (рост дебиторской задолженности), либо уменьшаться (например, снижение чистой прибыли или уменьшение балансовой стоимости организации). В результате происходит разрушение ста-

тистических связей между параметрами, характеризующими финансово-экономическое состояние.

В этих случаях стационарных комбинаций нестационарных процессов изменения параметров финансового состояния организации не существует, статистические связи между ними нарушаются. Необходимо отметить, что такие ситуации отличаются от тех, когда изменения вызваны только краткосрочным изменением некоторых показателей внешней среды. В этих ситуациях структура статистических зависимостей между параметрами не меняется, изменяются только численные значения параметров моделей.

Предложенный алгоритм обработки информации о финансово-экономическом состоянии состоит из следующих шагов.

— Определение траектории информационных показателей. Устанавливаются максимально вероятные состояния вариации существования организации и пространство понижения и искажения показателей информационных показателей;

— Охват информационного статистического потока. Определение тенденций и направлений движения. Установление критериев релевантности информации;

— Выявление динамики повторения отклонений и колебаний. Установление системности и закономерности колебаний в релевантном поле. В нерелевантном пространстве определение несистематичности явления и степени его влияния на характер целевой функции предприятия;

— Описание влияния и искажения математическими параметрами;

— Упорядочивание зависимостей линейного и нелинейного характера в модель системно зависящих связей хозяйствующего субъекта;

4) Прогноз значений вектора параметров для выявления как превышения отдельными параметрами предельно допустимых значений, так и нарушения (изменения) линейной зависимости между основными группами параметров финансово-хозяйственной деятельности.

В случае возможности приведения и обобщения случайных нестационарных явлений и их влияния на искажение в модели функционирования хозяйствующего субъекта, возможно автоматизированное отражение результата мониторинга явлений данного характера финансово-хозяйственной деятельности. Решение второй задачи обеспечивает [5]:

- 1) загрузку параметров финансово-экономического состояния организации из файла или напрямую, например, из информационной системы 1С или Битрикс24;
- 2) сохранение полученных данных в базе данных;
- 3) выбор методики обработки данных;
- 4) представление результатов обработки данных в удобном для оператора виде (графическом, табличном и т. д.);
- 5) поддержку принятия решений.
- 6) сохранение обработанных данных в базу данных
- 7) обеспечение транзакционной работы программного комплекса.

Статистические методы оценки в информационно-аналитической системе управления рисками организации.

Исследование проблематики операционного, финансового и инвестиционного рисков показало, что проблема управления рисками в рамках его построения существует в любом секторе экономики, что и объясняет постоянную актуальность и необходимость научного познания данной области знаний. При этом достижение цели по снижению риска может быть достигнуто только путем оптимальной организации процессов управления рисками и трансформации их природы от закономерных явлений до стихийных неоднородных явлений. От организации и контроля до стратегического реагирования на результаты мониторинга поля-риска с тактической оперативной реализацией.

Многие авторы, (например, А.П. Альгин, Е.Л. Андреева, Д.А. Карх, Е.С. Куликова, Б.М. Гарифуллин, В.В. Зябриков) высказывают мнение о необходимости поиска новых методов и форм управления рисками [7–10]. И сегодня процесс цифровой трансформации учётно-аналитических процессов может обеспечить генерацию данного явления в условиях современной динамики при формировании структуры стратегического риск-менеджмента, выборе альтернативных решений по оптимизации моделирования риска объектов исследования.

Основная цель данного предложения состоит в рассмотрении вероятностной методологии создания систем оценки и прогнозирования риск-менеджмента в хозяйственных структурах путем использования современных средств цифровизации. В этой связи задачи охватывают следующее: формирование современной концепции системного прогнозирования и управления рисками предприятий (организаций); научно-методическое обеспечение данного процесса.

Возникновение риск-менеджмента как явления и объекта цифрового охвата системы управления предприятием формировалось на протяжении последних лет. Данная необходимость обусловила выявление отклонений, факторов и тенденций на жизненный цикл развития предприятия. Причем, появление многочисленных рисков, требующих от предприятий не только их выявления, мониторинга, но и учёта, анализа и, безусловно, контроля.

А это, в свою очередь, диктует важность выбора методологии оценки уровня риска. В первую очередь, введение риска как категории в цифровое пространство, и определение параметров отклонения даст возможность держать под контролем степень неопределённости ситуации и неуверенности развития. Это в последующем временном периоде может оказать существенные влияния на финансовые показатели работы, а также на формирование активов и обязательств предприятия. Охват вектора управления — от целей до функциональных связей.

Структура социально-экономической системы предприятия включает следующие общесистемные компоненты:

- цели системы (ЦС);
- функции системы (ФС);
- задачи системы (ЗС);
- ресурсы системы (РС);
- управление системы (УС);
- внешняя среда системы (ВЕ);
- внутренняя среда системы (ВУ);
- связи системы (СС).

Данная структура может быть адресована как к управляемой подсистеме, так и управляющей подсистеме. При этом понятно, что содержание приведенных компонентов будет отличаться своей сутью и назначением каждой из подсистем. Используя эту научную гипотезу, представим типовую методику построения системы контроля риска в следующей последовательности формирования ее структуры, используя термины алгебры множеств [10]:

$$\text{ЦС} \{ \text{ФС}, \text{ЗС}, \text{РС}, \text{УС}, \text{ВЕ}, \text{ВУ}, \text{СС} \} \quad (1)$$

В таком подходе исследуемая система может быть интерпретирована следующим множеством:

$$\text{СКР} \{ \text{ФС}, \text{ЗС}, \text{РС}, \text{УС}, \text{ВЕ}, \text{ВУ}, \text{СС} \} \quad (2)$$

где СКР — система контроля риска.

С позиции моделирования системы предприятия важно оценить степень ее развитости, результативности в настоящем и будущем.

Данную задачу можно решить, используя потенциал СКР, а также современные методы анализа и прогнозирования динамики изменения показателей операционной деятельности организаций.

Заключение

Важно отметить, что данная методика может быть использована не только для оценки глобальных показателей экономической системы или отдельной отрасли, но и для оценки любых показателей внутренней операционной деятельности компании. Выбор транспортной отрасли объясняется ее первостепенным значением для развития экономики. Эффективное функционирование транспорта является необходимым условием стабилизации, прогрессивных структурных преобразований экономики, развития внешнеэкономической деятельности страны, удовлетворения потребностей населения и общественного производства в перевозках, защиты ее экономических интересов. Дальнейшее развитие отрасли с учетом ее особенностей и роли в процессах экономических и социальных преобразований, ее конкурентоспособность может обеспечить только адекватная государственная транспортная политика, являющаяся составной частью структурной политики и для формирования которой необходим системный подход, модели и алгоритмы анализа различных сценариев развития.

Список источников

- [1] *Егорова С. Е., Богданович И. С.* Перспективы применения информационных технологий в бухгалтерском учете в условиях глобализации бизнеса // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12. № 6. С. 38–48.
- [2] *Гузов Ю. Н.* Блокчейн в учете и аудите // Экономика и управление: проблемы, решения. 2019. Т. 8. № 3. С. 46–53
- [3] Экономическое моделирование процессов цифровой трансформации / В.П. Бауэр, В.В. Еремин, С.Н. Сильвестров, В.В. Смирнов // Журнал экономической теории. 2019. Т. 16. № 3. С. 428–443.
- [4] Бухгалтерский учет в XXI веке: монография / под ред. Ю.Н. Гузова. В.В. Ковалева, О.Л. Маргания. СПб.: Скифия-принт, 2021. 250 с.
- [5] *Ермакова Н. А.* О некоторых проблемах бухгалтерского учета в цифровой экономике // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук: сборник научных трудов второй заочной международной конференции профессорско-преподавательского состава. Казань: Изд-во «Печать-сервис XXI век», 2018. 33 с.
- [6] Постановление Совета министров Республики Крым от 20 августа 2021 года № 487 «Об утверждении стратегии в области цифровой трансфор-

мации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Республики Крым» // Официальный сайт Правительства Республики Крым. URL: <https://rk.gov.ru/ru/document/show/30099>

[7] *Альгин А. П.* Риск и его роль в общественной жизни. М.: Мысль, 1989. 187, [1] с. URL: <https://www.livelib.ru/book/1001417004-risk-i-ego-rol-v-obschestvennoj-zhizni-anatolij-algin>

[8] *Андреева Е. Л., Карх Д. А.* Российский импорт в региональном разрезе: оценка пространственной и отраслевой дифференциации // Journal of New Economy. 2020. Т. 21. №2. С. 60–75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskiy-eksport-v-regionalnom-razreze-otsenka-prostranstvennoy-i-otraslevoy-differentsiatsii/viewe>

[9] *Куликова Е. С.* Цифровой маркетинг: стратегия и влияние на общество // Современные проблемы цивилизации и устойчивого развития в информационном обществе. Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 367–370. URL: <https://uriu.ranepa.ru/files/doc/nauka/%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%>

[10] *Гарифуллин Б. М., Зябриков В. В.* Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы // Креативная экономика. 2018. Т. 12. №9. С. 1345–1358.

УДК 332.143

JEL classification: R11

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-11

Методологическое обеспечение развития информатизации в условиях становления цифровой экономики¹

Е.С. Кадцына ^а

^а Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия).

Автор для корреспонденции: Е.С. Кадцына (esgudz@yandex.ru).

Аннотация. *Статья посвящена исследованию в области методологического обеспечения развития информатизации в региональных системах. Внимание уделено проблемам отсутствия статистических данных открытых источников для проведения анализа и оценки уровня развития информатизации на отраслевом уровне экономики, а также дополнения существующей методологической базы в части разработки практических механизмов и инструментов для реализации информационно-технологической политики. Представлено обоснование необходимости дополнения подходов применением кластерных механизмов с целью стимулирования развития информационно-технологических процессов и информатизации промышленности в промышленных регионах, а также разработкой практических инструментов поддержки субъектов процесса информатизации.*

Ключевые слова: информатизация; отрасль; промышленность; кластер.

Methodological Support for the IT Development in the Context of Digital Economy Formation

E. S. Kadtsyna ^а

^а Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia).

Corresponding author: E. S. Kadtsyna (esgudz@yandex.ru).

Abstract. *The article presents research in the field of methodological support for the IT development in regional systems. Attention is paid to the lack of statistical data from open sources necessary for analysing and assessing the IT development at the sectoral level of the economy, as well as supplementing the existing methodology in terms of developing practical mechanisms and tools to implement information technology policy. The paper offers the rationale for the need to supplement these approaches with cluster mechanisms in order to stimulate the IT development and informatisation of industry in industrial regions, as well as with practical tools to support the subjects of the informatisation process.*

Keywords: IT development; branch; industry; cluster.

¹ © Кадцына Е.С. Текст. 2022

Введение

Цифровая экономика приобретает сегодня значение не только драйвера экономического развития, но и гаранта экономической безопасности в условиях международных санкций и курса на импортозамещение. Становление цифровой экономики значителен в стратегических приоритетах страны на ближайшие годы. Развитие информатизации является неотъемлемой частью цифровизации экономики.

В связи с этим необходимо акцентировать внимание на развитии методологических и практических инструментов становления цифровой экономики.

Исходя из существующей методологической базы, остается потребность в построении комплексного подхода к разработке и сопровождению политики информатизации на региональном уровне.

Исследователи, такие как С.Б. Шапошник, Ю.Е. Хохлов, Л.М. Гохберг, Г.И. Абдрахманов., Г.Г. Ковалева, О.В. Иншаков, М.Ф. Мизинцева, М.В. Кушев, И.Н. Корабейников, А.Э. Калинина, Р.М. Юсупов, В.П. Заболотский. и др., предлагают системы показателей и индикаторов для оценки уровня информатизации на макро- и мезоуровнях. Разрабатывают методики и подходы к оценке тенденций и динамики их развития. Предлагают внедрять данные подходы и методики в системы принятия решений при реализации стратегических программ.

Однако в теории недостаточно проработано и структурировано видение для построения информационно-технологической политики на региональном уровне, в частности в плане практических инструментов ее реализации.

Исследователи предлагают оценивать потенциал и уровень развития информатизации регионов на основе различных методик и подходов. При оценке развития информатизации обращаются к интегральным показателям обеспеченности информационными ресурсами, а также исследуют факторы и условия, влияющие на процесс информатизации.

В качестве арсенала используют методики, основанные на методах сравнительного статистического и эконометрического анализа, индексном методе, методах ранговых и рейтинговых оценок.

У каждой из методик и подходов для оценки уровня развития информатизации есть свои преимущества и недостатки. По большей части они дают общую оценку динамики и тенденций развития на макро- и мезоуровне путем построения информационно-аналитических систем интегральных показателей.

Наиболее показательной с точки зрения полноты представляется концептуальная модель, изложенная в коллективной монографии О.В. Иншакова, А.Э. Калининой, М.Ф. Мизинцевой, Е.А. Петровой [1].

Модель предполагает концептуальное видение процесса информатизации на региональном уровне. Содержит методики оценки развития и мониторинга.

Предлагается методологический подход к развитию и регулированию информатизации, делается попытка совершенствования методов оценки и мониторинга эффективности развития. В качестве практических рекомендаций предлагается использовать предложенный инструментарий государственным аппаратом при принятии решений.

Однако есть важные моменты, которые в данной концепции не предусмотрены, а также не проработаны в достаточной мере и в предыдущих теоретических исследованиях:

Во-первых, остаются нерешенными критичные проблемы сбора первичных данных для построения информационно-аналитических систем индикативных показателей.

Во-вторых, существующие подходы недостаточно проработаны в части практических механизмов и инструментов реализации информационно-технологической политики.

Основная часть

В отношении существующих статистических методов оценки развития информатизации остается проблема неполноты или отсутствия статистических данных за длительные периоды времени при сборе первичной информации для построения информационно-аналитических систем.

Методики сбора и анализа остаются стандартизированными и осуществляются на основе статистических данных открытых источников, в частности Росстата. В связи с этим отсутствует возможность проведения анализа на уровне отраслевого сектора экономики.

В плане решения проблемы может быть предложена комплексная концептуальная модель оценки и оптимизации развития процесса региональной информатизации [2].

В рамках модели предлагается методологический подход к исследованию эффективности экономической деятельности субъектов процесса региональной информатизации, с помощью которого становится возможным решить проблему отсутствия статистических данных.

Он позволяет проводить исследование на отраслевом уровне по выбранным сегментам. С его помощью проводится оценка развития не только субъектов информационно-технологического сектора, но и других участников информационно-технологического процесса, а именно потребителей ИТ-продукции. Таким образом, решается проблема оценки развития информатизации в системе производство — потребление не только с точки зрения производства ИТ-продукции, но и с точки зрения эффективности ее потребления. Что в результате дает возможность выработать целевые меры поддержки и стимулирования для всех субъектов, участвующих в процессе информатизации.

В рамках предложенного подхода применяется авторская методика для формирования статистического базиса исследуемой экономической системы в условиях ограниченности статистических данных об исследуемых субъектах. Методика основана на анализе «портретных» характеристик субъектов [2, с. 189–191]. Путем формирования статистических «портретов» агентов нижнего порядка (микроуровень), выделяемых по ряду критериев, далее формируется сводный агрегированный «портрет» верхнего порядка с обобщенными экономическими характеристиками (мезо- и макроуровни). В результате возможно построение экономической системы исследуемых агентов. На основании сводных характеристик агентов может осуществляться общая оценка развития информатизации как на отраслевом, так и на региональном уровне.

В рамках предложенной методике решается критичная проблема отсутствия и недостоверности статистических данных об объектах исследования, которая не может быть решена с использованием существующей методологической базы в основном стандартизированных методик сбора первичных данных и статистического анализа.

Таким образом, предлагаемый методологический подход позволяет проводить исследования на конкретных выбранных отраслевых сегментах и далее именно по ним точно проводить оценку и реализацию мероприятий информационно-технологической политики.

Большинство методологических подходов к развитию информатизации недостаточно проработаны в части практических механизмов и инструментов реализации информационно-технологической политики.

Отсутствует проработка подходов к формам организации и конкретным мерам поддержки субъектов процесса информатизации для повышения эффективности их экономического развития.

В частности, предложенная в монографии [1] модель управления информатизацией региона включает систему нормативно-правового обеспечения процессов информатизации и систему управления развитием информатизации. Система управления состоит из системы оценки текущего развития и разработки стратегии развития. Модель направлена на информатизацию, прежде всего, социальных сфер региональной экономики, где главным механизмом является электронное правительство.

Однако в данном подходе, а также в большинстве предыдущих исследований, не затронуты вопросы информатизации промышленных отраслей, что особенно актуально для индустриальных регионов. Недостаточно проработаны практические инструменты и механизмы реализации информационно-технологической политики в промышленности.

В концепции авторов коллективной монографии [1] институционализация — главный механизм управления, государство — регулятор, обеспечивающий развитие информатизации с помощью институциональных механизмов. Принцип управления выстраивается по иерархии от центра к регионам.

В концепции также акцентируется внимание на составляющей инфраструктурного обеспечения. При этом исследуется развитость ИТ-инфраструктуры, но не затрагиваются вопросы инфраструктурного обеспечения остальных субъектов, участвующих в процессе информатизации, а именно, потребителей, ответственных за реализацию и внедрение ИТ-продукции. Не уделено внимание развитию их экономической деятельности и инструментам поддержки. Без двухстороннего развития информационно-технологического процесса в системе производство — потребление, на наш взгляд, невозможно эффективное развитие информатизации.

В предложенной комплексной модели оценки и оптимизации развития процесса региональной информатизации [2] уделено внимание, в том числе, разработке механизмов оптимизации развития процесса региональной информатизации. Речь идет о наиболее эффективных формах организации взаимодействия субъектов процесса информатизации на основе применения кластерных механизмов и о целевых финансовых инструментах стимулирования и поддержки субъектов с учетом их текущего финансового состояния и конкретных финансовых потребностей.

Как подтверждает отечественная и зарубежная практика, экономические механизмы являются наиболее эффективными. Исследователи предлагают различные формы организации и меры поддержки.

В отношении форм организации наиболее распространены сетевые формы кооперации, в частности государственно-частное партнерство, которое предполагает, прежде всего, институциональные правовые механизмы взаимодействия [3, с. 190; 4, с. 20–21]. В отношении инструментов поддержки наиболее эффективны финансовые и фискальные меры (субсидии, дотации, инвестиции, государственные контракты, соглашения, налоговые и кредитные преференции и т. д.).

Многие авторы акцентируют внимание на важности развития институциональных механизмов. И отдают главную роль в развитии информатизации государству как регулятору, выстраивающему иерархию связей между центром и регионами, таким образом закрепляя за государственным аппаратом основные функции организации и контроля над развитием информатизации.

Однако практика показывает, что при излишней централизации не всегда достигаются прогнозируемые результаты.

В высокотехнологичных сферах экономики успешно применяется такая прогрессивная форма организации экономических отношений, как кластеры.

Кластер может являться оптимальной формой организации отношений также и для участников процесса информатизации.

Опыт зарубежных практик признает значимой и успешно реализуемой кластерную форму организации процессов в сфере развития информационных технологий и инноваций, что подтверждают исследования таких авторов, как Р. Каппеллин, Ф. Барри, Р. Винк, С. Валукевич, Б. Нотебоом, А. Окада, Дж. Саймми, А. Исаксен, М. Штайнер и др.

Кластеры имеют свои неоспоримые преимущества, обеспечивающие экономический эффект. Результатами эффективного взаимодействия субъектов кластеров являются снижение издержек, повышение производительности и рентабельности производства, увеличение доли наукоемкой и инновационной продукции и другие экономические эффекты.

Государственная политика для кластеров имеет существенное, но не решающее значение. Государственная политика должна отойти от проектирования кластерных структур и перейти к поддержке процессов кластерного развития [5, с. 160; 6, с. 190–191].

Государство может выступать в роли регулятора и развивать институциональные формы взаимодействия, обеспечивая координацию деятельности субъектов кластера [7, с. 71], а также контроль за достижением целевых показателей.

Однако именно бизнес совместно с научно-исследовательским сообществом должны выступать инициатором в создании кластеров, флагманом развития информационно-технологических процессов, используя инструменты и меры поддержки, в том числе предоставленные государством.

В качестве действенного механизма для развития информатизации в промышленных регионах может быть предложено формирование межотраслевых кластерных структур, включающих сектор информационно-технологической отрасли и сектора промышленных отраслей [2, с. 191–193], взаимодействие между которыми основано на принципах государственно-частного партнерства, имеющих немаловажное значение для формирования кластерной экономики и инновационного предпринимательства [8, с. 4].

Механизм функционирования предлагаемого межотраслевого кластера основан на предоставлении государством целевых мер финансовой поддержки и регулировании фискальной политики.

В целях оценки инновационного потенциала при создании кластеров исследователи разрабатывают подходы. Так, например, предлагается система индексов оценки инновационного потенциала производственного кластера, состоящая из категорий: инновационный потенциал НИОКР, инновационный потенциал производства и инновационный потенциал взаимодействия [9]. От инновационного потенциала отдельного кластера зависит, в том числе, способность сети промышленных кластеров выявлять и реализовывать свои потенциальные инновационные возможности, принимать инновационные решения и распределять между собой инновационные ресурсы.

Для более быстрого проникновения высоких технологий при организации промышленных кластеров необходимо выстраивание научно-производственных цепочек, формирование управленческих механизмов и взаимодействие власти, научно-образовательного общества и бизнеса по принципу «тройной спирали» [7, с. 71–72].

Согласно последним тенденциям реализации кластерной политики в российской промышленности все больше укрепляется концепция создания научно-промышленных кластеров двойного назначения на принципах государственно-частного партнерства между предприятиями оборонно-промышленного комплекса, инновационными компаниями, научно-образовательными учреждениями, органами власти с целью выпуска продукции гражданского и двойного назначения [7, с. 68–69], что способствует трансферу высоких технологий между гражданской и оборонной промышленностью.

Использование высоких технологий в менеджменте при принятии решений служит инновационным инструментом для достижения кластерами поставленных целей.

Так, например, передовые технологии цифровых двойников в рамках решений «Индустрии 4.0» исследователи считают драйверами в развитии и достижении цифровой зрелости современной промышленности [10, с. 139; 11, с. 138].

Зарубежные компании с большим успехом внедряют в свой менеджмент технологии цифровых двойников на основе искусственного интеллекта. Они создают своих цифровых двойников в виде платформ для моделирования, имитации и анализа производственных систем с целью повышения производительности процессов [10, с. 139]. Российские компании начинают успешно перенимать опыт.

Заключение

В целом предлагаемая комплексная концептуальная модель оценки и оптимизации развития процесса региональной информатизации [2] способствует решению обозначенных в исследовании проблем.

Модель позволяет выстроить этапы для реализации информационно-технологической политики как на региональном, так и на отраслевом уровне.

Предложенное в рамках модели методологическое обеспечение позволяет:

- оценивать потенциал и текущий уровень развития информатизации, оценивать динамику и тенденции развития, в том числе в условиях ограниченности и отсутствия статистических данных об исследуемых экономических системах;

- помогать в принятии стратегических решений и разработке информационно-технологической политики;

- определять практические механизмы оптимизации развития информационно-технологических процессов, в том числе инструменты стимулирования и поддержки для субъектов процесса информатизации в системе производство — потребление;

- осуществлять моделирование кластерного механизма, а также прогнозирование и мониторинг достижения целевых показателей при реализации мер информационно-технологической политики, обеспечивая оперативное реагирование и своевременную корректировку стратегий.

Таким образом, представляется возможным комплексно и полно оценить возможности и перспективы развития информатизации для становления цифровой экономики в регионе.

Данную модель рекомендуется использовать в ходе планирования и реализации информационно-технологической политики в субъектах РФ, что в целом позволит максимально эффективно достигать поставленных целей.

Список источников

[1] Информационное развитие экономики региона / О.В. Иншаков, А.Э. Калинина, М.Ф. Мизинцева, Е.А. Петрова. М.: Издательский дом «Финансы и кредит», 2008. 296 с.

[2] Кадцына Е. С. Концептуальная модель оценки и оптимизации развития процесса региональной информатизации // Вестник РЭУ им. Г. В. Плеханова. 2018. № 6 (102). С. 185–198. <http://doi.org/10.21686/2413-2829-2018-6-185-198>

[3] Ломовцева О. А., Мордвинцев А. И. Использование механизмов государственно-частного партнерства в региональном развитии // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. 2009. № 1 (56). С. 199–203.

[4] Татаркин А. И., Романова О. А., Лаврикова Ю. Г. Теоретические основы государственно-частного партнерства // Бизнес, менеджмент и право. 2009. № 1 (18). С. 19–24.

[5] *Nooteboom B.* Innovation, learning and cluster dynamics // *Clusters and Regional Development: Critical Reflections and Explorations* / ed. by B. Asheim, P. Cooke, R. Martin. New York: Routledge Taylor & Francis Group. 2006. P. 137–163.

[6] *Cappellin R., Wink R., Walukiewicz S.* The approach of knowledge networks in innovation policy // *International Knowledge and Innovation Networks: Knowledge Creation and Innovation in Medium-technology Clusters* / ed. by R. Cappellin, R. Wink. Northampton: Edward Elgar Publishing. 2009. P. 186–235.

[7] Иванченко А. В. Концепции стимулирования инновационного развития и цифровой трансформации производственной деятельности: опыт промышленной политики зарубежных стран и российская практика // Материалы III Международной научно-практической конференции «Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии — 2021» (29 октября 2021 г.). Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН. 2021. 144 с. С. 60–74.

[8] Окольнішнікова І. Ю., Куватов В. Г. Внедрение механизмов государственно-частного партнерства как фактор развития регионального бизнеса и экономик регионов // Вестник ЮУрГУ. 2009. № 21. С. 4–10.

[9] Yan Y., He M., Song L. Evaluation of regional industrial cluster innovation capability based on particle swarm clustering algorithm and multi-objective optimization // *Complex & Intelligent Systems*. 2021. URL: <https://link.springer.com/>

content/pdf/10.1007/s40747-021-00521-8.pdf (accessed on 10.09.2022). <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00521-8>

[10] *Симченко Н. А., Цёхла С. Ю.* Цифровые двойники в экономическом развитии промышленности // Материалы III Международной научно-практической конференции «Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии — 2021» (29 октября 2021 г.). Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН. 2021. 144 с. С. 136–143.

[11] *Романова О. А., Сиротин Д. В.* Цифровизация производственных процессов в металлургии: тенденции и методы измерения // Известия Уральского государственного горного университета. 2021. № 3 (63). С. 136–148.

УДК 004. 9

JEL classification: J23, O18, R23

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-12

Возможности улучшения условий развития инновационного предпринимательства в России¹

В.С. Михайлов ^a

^a Лаборатория современных проблем региональной экономики Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (Уфа, Россия).

Автор для корреспонденции: В. С. Михайлов (mikhailov.vyacheslav555@yandex.ru).

Аннотация. В статье исследованы некоторые факторы, сдерживающие развитие инновационного предпринимательства в России, а также выявлены определенные институты, оказывающие положительное влияние. Установлено, что одной из причин утечки мозгов из России являются высокие ставки по кредитам, так как они препятствуют созданию малых инновационных предприятий, по этой причине индивиды, способные к созданию и внедрению инноваций, вынуждены уезжать в страны, где условия лучше. Эту тенденцию можно переломить, компенсировать это различными мерами поддержки для специалистов, работающих в направлении создания информационных технологий, наиболее перспективных для России (таких как сети кибербезопасности и облачные платформы), а также путем поддержки соответствующих предприятий. Установлено, что эффективной мерой может быть оказание специалистам помощи в приобретении жилья — по причине все тех же высоких ставок по кредитам покупать квартиры и дома в России относительно сложно. Подобные меры поддержки помогут России сократить отставание от стран-лидеров инновационного развития.

Ключевые слова: инновации; технологии; предпринимательство; условия.

¹ © Михайлов В.С. Текст. 2022

Opportunities for Improving the Conditions to Develop Innovative Entrepreneurship in Russia

V. S. Mikhaylov ^a

^a Laboratory of Modern Problems of Regional Economy of the Ufa Federal Research Center of RAS (Ufa, Russia).

Corresponding author: V. S. Mikhaylov (mikhailov.vyacheslav555@yandex.ru).

Abstract. *The article examines some factors hindering the development of innovative entrepreneurship in Russia, and also identifies certain institutions that have a positive impact. It has been established that one of the reasons for the brain drain from Russia is high interest rates on loans, preventing the establishment of small innovative enterprises. For this reason, individuals capable of creating and implementing innovations are forced to leave for countries where conditions are better. This trend can be reversed, offset by implementing support measures for specialists working towards the creation of information technologies most important for Russia (such as cybersecurity networks and cloud platforms), as well as by supporting relevant enterprises. Provision of assistance to specialists in purchasing housing can also be an effective measure, since it is relatively difficult to buy apartments in Russia due to the same high interest rates on loans. Such support measures will help Russia close the gap with the leading countries in innovative development.*

Keywords: innovations; technologies; entrepreneurship; conditions.

Введение

В связи с тем, что в современную постиндустриальную эпоху информационные технологии играют большую роль в развитии российской экономики, необходимо проанализировать имеющиеся возможности сокращения отставания России в этой сфере от США и Китая. Значительное отставание нашей страны сохраняется, несмотря на то, что Россия имеет большой потенциал развития в этой сфере [1].

Следует установить, существуют ли в России институциональные условия для того, чтобы создавались и функционировали инновационные компании, производящие информационные технологии, чтобы росло количество специалистов, работающих в сфере их разработки.

Одной из острейших проблем нашей страны является то, что многие перспективные специалисты, работающие в России в сфере информационных технологий, уезжают за рубеж, так как там созданы условия, которые более привлекательны для них, чем те, которые существуют в нашей стране [2].

Необходимо проанализировать, какие институты сдерживают развитие предприятий, производящих информационные техно-

логии в нашей стране, какие институты способствуют или препятствуют созданию условий для того, чтобы российские специалисты продолжали работать в своей стране, чтобы у них была возможность для саморазвития, чтобы они могли конкурировать между собой и создавать малые инновационные компании, занимающиеся производством информационных технологий, способствующих дальнейшему развитию производства продукции с высоким уровнем добавленной стоимости.

С одной стороны, в течение текущего года ключевая ставка Центробанка России значительно выросла, это привело и к росту процентных ставок по кредитам [3], что, конечно, не лучшим образом сказывается на развитии инновационного предпринимательства. Доступные кредиты являются одним из институтов, необходимых для развития инновационного предпринимательства [4], они дают возможность экспериментировать с различными начинаниями, создавать новые компании, накопление опыта предпринимательства способствует повышению уровня рациональности населения, что в свою очередь ускоряет развитие экономики [5], в условиях развитой экономики ускоренно формируются различные формальные и неформальные институты, необходимые для внедрения инноваций [6], эти институты образуют систему, которая постоянно эволюционирует, совершенствуется, повышается ее эффективность [7], что предотвращает попадание страны в нефтехимическую зависимость [8].

С другой стороны, в России применяется льготный режим налогообложения для предприятий, занимающихся разработкой информационных технологий [9], и в России есть определенные успехи в этой области, например, те компании, которые предоставляют широкополосной Интернет предприятиям, делают это по относительно невысокой цене и высокого качества. Индикатором этого является то, что многие российские компании широко используют широкополосный Интернет, что позволяет им ускорять взаимодействие с другими предприятиями, быстро получать информацию и доводить сведения о продукции до потенциальных клиентов — рекламировать свои товары работы и услуги [10].

Это говорит о том, что информационные технологии все больше входят в жизнь российских компаний, и в этом отношении Россия движется в общем русле технического прогресса, вместе с другими развитыми странами. Но, с другой стороны, некоторые отрасли в России отстают по уровню развития от зарубежных, об этом говорит то, что Россия занимает относительно невысокое место в

Глобальном инновационном индексе и отмечается отток российских научных сотрудников за рубеж [11].

Несмотря на то, что в России существуют такие проблемы, как, например, утечка мозгов, что замедляет развитие информационных технологий в нашей стране, санкции, введенные против нее, но даже все это вместе с пандемией коронавируса не смогло значительно замедлить рост сектора информационных технологий [12]. Это говорит о том, что меры, предпринимаемые российским правительством, оказались довольно эффективны, к таким мерам можно отнести льготный режим налогообложения для предприятий, занимающихся разработками информационных технологий [13].

Методы

В статье применяются в основном метод анализа, он позволяет разложить получаемую информацию на составные части и установить, каким образом та или иная составляющая определенного явления влияет на происходящее. Так, например, если отделить от общего понятия развития информационных технологий развитие технологий обеспечения безопасности в Интернете, то можно установить, что эта отрасль влияет на трудоустройство в России специалистов соответствующего профиля. Кроме того, развитие деятельности в этом направлении позволит достигнуть определенных результатов, таких, как, например, защищенность российского интернет-пространства от вирусов, и это приведет к тому, что российское интернет-пространство станет более безопасным для ведения бизнеса, таким образом, большее количество компаний смогут заниматься своей деятельностью в российском интернет-пространстве, соответственно, это увеличит налоговые поступления, принесет пользу российскому бюджету и российской экономике и обществу в целом.

Результаты

У России есть большой потенциал в развитии этой сферы, Россия может наверстать упущенное, начать догонять те страны, от которых она в последнее время отстает, в первую очередь США и Китай. Хотя это будет довольно непросто, возможно, Россия и не сможет сильно сократить разрыв в этом отношении с США и Китаем, но значительно уменьшит отставание от десятков стран, которые являются лидерами в производстве информационных технологий [14].

В России уже достигнуты определенные успехи по некоторым направлениям развития информационных технологий, например, в разработке облачных платформ, это является перспективным направлением, облачные платформы позволяют многим специалистам, не имеющим мощных компьютеров, работать над решением определенной задачи, хранить данные, экономить место на собственных компьютерах, таким образом, это дает возможность обеспечить лидерство в сфере производства прикладных программ, которые могут разрабатываться на этих облачных платформах. В России уже есть определенный накопленный потенциал в этой сфере, много известных облачных платформ, которые отлично работают. Это дает возможность создавать рабочие места для специалистов, что немного ослабит «утечку мозгов» [15].

Россия также может достигнуть успеха в сфере разработки сетей кибербезопасности, так как у нашей страны уже есть определенные достижения в сфере разработки антивирусных программ. Создание сетей кибербезопасности является очень перспективным и важным направлением, так как в условиях санкций против России многие виды программного обеспечения не поставляются, и России необходимо создать замену, тем более что в последнее время появляются новые виды кибератак. Кроме того, сети кибербезопасности востребованы не только в России, но и за рубежом, и наша страна может стать одним из лидеров в этом направлении, есть возможность экспортировать эту продукцию [16].

Это перспективная отрасль, так как на данный момент количество кибератак растет, при этом многие очень ценят конфиденциальность, безопасность и спокойствие, поэтому эффективные, целостные и всесторонние методы борьбы с кибератаками очень востребованы, создание сетей кибербезопасности позволит решить проблемы различных кибератак, которые постоянно эволюционируют. Многие компании нуждаются в эффективных средствах защиты своей информации, а также в обеспечении безопасности производственных линий и интернета вещей. Кроме этого, это позволит создать в России рабочие места для специалистов, так как существует риск, что многие специалисты в этой сфере деятельности, в том случае, если они не найдут работу в России, могут уехать за рубеж. Но в данном случае они будут оставаться в своей стране, получать большую зарплату и финансовый результат от внедрения своих инноваций, вносить вклад в лидерство и безопасность своей страны [17].

Кроме того, борьба с киберугрозами на территории России принесит дополнительные положительные результаты, такие как, например, то, что Россия станет более привлекательной для размещения бизнеса, так как в России будут лучшие условия для его ведения, предприниматели будут не опасаться того, что их предприятие может подвергнуться кибератаке, таким образом многие компании смогут размещать свои активы на территории России, не опасаясь интернет-угроз, либо опасаясь их в меньшей степени. Это приведет к тому, что большее количество компаний будет размещать свои активы на территории нашей страны, что принесет дополнительные налоговые поступления. Кроме того, создание предприятий, занимающихся разработками программного обеспечения для безопасности в Интернете, позволит дать работу и возможность реализации многим индивидам, у которых есть соответствующий потенциал, который они смогут раскрыть. Кроме того, работа в таких компаниях позволит им раскрыть также и свой потенциал в смежных областях.

Развитие этой отрасли информационных технологий даст возможность трудоустроить большое количество специалистов, что положительно скажется на развитии российской экономики, так, например, специалисты, производящие востребованную продукцию с высоким уровнем добавленной стоимости, причем востребованную не только в России, но и за рубежом, будут обладать, конечно, высокой платежеспособностью и будут приобретать различные виды продукции, в том числе недвижимость, квартиры, дома, это ускорит развитие строительной отрасли в России, в то же время специалисты, работающие в этой сфере, могут также заниматься созданием программ в смежных областях, что опять же внесет свой вклад в развитие промышленности России, в том числе и строительной отрасли, так как многие программные комплексы могут создаваться для проектирования зданий, кроме того, такие комплексы нуждаются также в защите от вирусов.

Развитие в России антивирусной отрасли, подготовка большого количества специалистов для нее приведут к тому, что будет подготовлено большое количество специалистов, способных писать код для различных программ, не только антивирусных, но и смежных, а также обладающих значительными творческими способностями. Некоторые из них смогут создавать собственные программы, проектировать их, взаимодействовать с другими специалистами, возможно, готовить специалистов не только для антивирусной отрасли, но и для некоторых смежных отраслей, например, Россия сможет внести некоторый свой вклад в развитие автомобилестроения, так

как в этой отрасли все больше и больше требуются программы, отвечающие за функционирование различных систем автомобиля, либо за функционирование оборудования, использующегося при производстве автомобилей.

Кроме того, многие специалисты, занятые в отрасли производства антивирусного программного обеспечения, возможно, откроют у себя способности к написанию каких-то еще программ, если предположить, что если они даже и не найдут себя в отрасли производства антивирусного программного обеспечения, возможно, они найдут себя в чем-то другом, например, в разработке программного обеспечения для различных устройств, смартфонов, компьютеров, промышленного оборудования, либо для разработки программного обеспечения, которое используется при работе каких-то роботизированных промышленных комплексов, где производится это оборудование, либо комплектующие для него, таким образом, эта отрасль станет своеобразной кузницей кадров, которая позволит России подготавливать специалистов в различных направлениях, а также обеспечить им трудоустройство с достойной заработной платой и возможностью самореализации.

Кроме того, подготовка большого количества специалистов для антивирусной отрасли позволит усилить конкуренцию между ними, конечно, это приведет, с одной стороны, к тому, что часть специалистов окажутся вытеснены другими, более конкурентоспособными и востребованными, но, с другой стороны, они получат хорошее образование и смогут найти себя в каких-то смежных отраслях, в России появится большое количество кадров, которые могли бы работать на предприятиях, занимающихся производством продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, необязательно антивирусных программ, это могут быть и игры, программы для проектирования, и другие, некоторые из этих специалистов смогут стать предпринимателями, которые создадут свои компании, производящие востребованную продукцию с высоким уровнем добавленной стоимости.

Помимо этого, если в России будет налажено производство продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, это поможет снизить уровень взяточничества, если будет функционировать большое количество предприятий, производящих продукцию с высоким уровнем добавленной стоимости, это даст возможность увеличить налоговые поступления и платить большую зарплату чиновникам, с другой стороны, даст возможность лучше содержать и оснащать полицию, которая будет следить за тем, чтобы не оставалось возможности дачи взятки, это позволит улучшить условия для

ведения предпринимательской деятельности в нашей стране, приведет к тому, что Россия станет более привлекательной страной для ведения предпринимательской деятельности, что создаст условия для дальнейшего роста и развития экономики, повышения уровня жизни.

Это, конечно, внесет свой вклад в обороноспособность России, так как вирусы играют большую роль в современных войнах, кроме того, это позволит подготовить специалистов, которые смогут самореализоваться и в каких-то смежных областях, например, при разработке программного обеспечения для самолетов и танков, так, например, современная самонаводящаяся ракета нуждается в мощном и надежном программном обеспечении, позволяющем решать многочисленные задачи в кратчайшие сроки, современные барражирующие боеприпасы также требуют современного и надежного программного обеспечения, ну и конечно, не стоит забывать, что трудоустройство многих специалистов в этой сфере опять же замедлит «утечку мозгов» и внесет свой вклад в развитие российской экономики, поспособствует повышению уровня жизни в стране.

Обсуждение

Создание условий для самореализации россиян, специалистов, которые способны внести свой вклад в развитие производства продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, создаст благоприятный психологический климат в нашей стране, россияне будут чувствовать, что у них есть возможность самореализации, есть возможность внести свой вклад в развитие человечества, в развитие мировой и российской науки, получать достойную зарплату, создавать собственные компании, в том случае, если есть соответствующие способности, есть возможность самореализоваться как специалисту, предпринимателю, руководителю конструкторского бюро, создать какой-то свой продукт, который будет востребован обществом, это будет способствовать снижению уровня преступности, замедлению утечки мозгов, а соответственно, повышению качества жизни и сделает Россию более привлекательной для проживания страной.

Возможно, это поможет не только ослабить «утечку мозгов» из России, но и наоборот, в чем-то даже развернуть ее в обратную сторону, привлечь в Россию перспективных специалистов из других стран, в том случае, если они не смогли самореализоваться там, если в России будет создана инфраструктура для работы специалистов, занимающихся разработкой программного обеспечения для анти-

вирусных программ, для каких-то смежных программ, это приведет к тому, что в этой системе смогут самореализоваться специалисты и из-за рубежа, таким образом, Россия станет страной, привлекательной для трудоустройства у иностранных специалистов появится возможность внести свой вклад в развитие российской науки и экономики, привнести сюда свои идеи, которые могут оказаться плодотворными.

Это также будет способствовать развитию российской системы образования, ведь если предприятия будут нуждаться в специалистах, способных участвовать в создании продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, российские коммерческие вузы начнут готовить специалистов соответствующих профилей, ориентируясь на лучший мировой опыт, соответственно, за ними начнут подтягиваться и государственные университеты, это даст возможность сформировать в России образовательные программы, которые позволят подготавливать специалистов, способных к производству продукции с высоким уровнем добавленной стоимости и экономичному расходованию природных ресурсов, а это особенно актуально в наше время, когда остро стоит вопрос о сохранении экологии планеты, кроме того, это позволит повысить конкурентоспособность российских выпускников за рубежом, конкурентоспособность российских университетов.

Налаживание производства подобной продукции с высоким уровнем добавленной стоимости позволит постепенно уйти от вредной для нее модели развития, при которой Россия получает доход в основном за счет экспорта сырья, если в России будет налажено производство продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, это будет способствовать формированию менталитета, в соответствии с которым Россия будет стремиться получать доход за счет экспорта продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, кроме того, многие страны будут зависеть от России как от поставщика продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, это позволит оказывать влияние на другие страны, кроме того, природные ресурсы будут расходоваться более рационально.

В том случае, если в России будет налажено производство комплектующих и программного обеспечения для различной продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, она будет оказывать большое влияние на многие другие страны, так как продукция из России будет использоваться во многих товарах и технологиях за рубежом, это приведет к тому, что Россия сможет диктовать свою волю многим странам, которые будут зависеть от нее, и отказаться

от этого союза будет сложно, так как необходимо будет переориентироваться на другие виды продукции, это даст возможность России не только получать доход от продажи продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, но и оказывать влияние на другие страны, укрепить свое положение на международной арене.

Развитие производства антивирусных сетей кибербезопасности и программного обеспечения для них позволит обеспечить не только развитие смежных областей, но и наладить в России производство гражданской продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, исторически в Советском Союзе развивалось в основном производство военной продукции, танков, самолетов, ракет, этот военно-промышленный комплекс был унаследован Россией, в основном развивается производство военной продукции, которая является очень конкурентоспособной и экспортируется во многие страны мира, для того, чтобы сделать российскую экономику более сбалансированной, необходимо обеспечить развитие производства гражданской продукции с высоким уровнем добавленной стоимости на уровне не ниже военной, таким образом, это позволит гармонизировать российскую экономику, обеспечить гармоничное развитие различных отраслей.

Развитие производства гражданской продукции с высоким уровнем добавленной стоимости будет способствовать усилению мягкой силы России, так как Россия станет страной с развитой системой образования, многие будут стремиться получить образование в России, для того чтобы найти свое место на предприятии, производящем продукцию с высоким уровнем добавленной стоимости, относящуюся к пятому или шестому технологическому укладу, кроме того, в России будет производиться большое количество различных программ, устройств и комплектующих к ним, которые будут востребованы во многих странах, и таким образом в России будут завязаны многие производственные цепочки и другие страны будут зависеть от нее, это будет способствовать утверждению позиций России в мире.

Развитие антивирусного программного обеспечения даст возможность обеспечить дальнейшее развитие российского военно-промышленного комплекса, отечественный военно-промышленный комплекс интенсивно развивался на протяжении большей части XX в., но его развитие замедлилось впоследствии по ряду причин, так как, например российская промышленность остро зависит от поставок импортных комплектующих — микрочипов, которые по размерам значительно компактнее, чем российские, и

превосходят их по производительности, это говорит о том, что при развитии в России антивирусного программного обеспечения могут появиться специалисты, способные работать в смежных сферах, сюда можно отнести и разработку программного обеспечения, которое будет использоваться при производстве микрочипов, таким образом, они внесут свой вклад в развитие этого стратегического направления в нашей стране.

Развитие производства продукции с высоким уровнем добавленной стоимости также способствует тому, что российский менталитет будет постепенно меняться в сторону отношения к природным ресурсам как к ценному дару природы, который дает возможность развивать различные отрасли промышленности, и которые нужно расходовать крайне рационально, так как не все ресурсы могут возобновляться, это даст возможность сформировать в России предприятия, производящие продукты с высоким уровнем добавленной стоимости при использовании относительно небольшого количества природных ресурсов, либо с использованием вторичного сырья, это даст возможность отойти от ныне популярной в России модели потребления, при которой природные ресурсы рассматриваются как нечто бесконечное, что можно расходовать в любых количествах, не заботясь об их возобновлении.

Производство продукции с высоким уровнем добавленной стоимости будет способствовать налаживанию отношений между изобретателями и предпринимателями, изобретатели, с одной стороны, не будут создавать какие-то бесперспективные идеи, которые не могут быть внедрены с пользой для человечества и приносить стабильный высокий доход, предприниматели, с другой стороны, могут взаимодействовать с российскими изобретателями, стремясь внедрять какие-то идеи, которые будут полезны для развития промышленности, таким образом, в России будут создаваться условия для формирования центров, подобных Кремниевой долине, где взаимодействуют изобретатели и предприниматели, многие предприниматели при этом могут сами быть научными сотрудниками, создававшими прежде какие-то технологии, это обеспечит определенный уровень конкуренции между идеями, способствующий повышению их качества.

Налаживание производства продукции с высоким уровнем добавленной стоимости даст возможность улучшить экологическую ситуацию в России, если в прошлом по причине «ресурсного проклятия» в России неэффективно использовались многие виды природных ресурсов, то благодаря развитию производства продукции

с высоким уровнем добавленной стоимости будет формироваться культура производства, при которой различные виды материалов будут использоваться экономично, это же способствует развитию культуры природопользования, которая позволит экономично расходовать различные виды ресурсов, снижая негативное воздействие на природу, так, например культура природопользования способствует развитию не только промышленности, но и точного земледелия, которое позволяет экономично расходовать природные ресурсы, снижая нагрузку на окружающую среду, давая возможность сохранить экологию на будущее.

Налаживание производства продукции с высоким уровнем добавленной стоимости даст возможность повысить уровень жизни российских научных сотрудников, так как они будут в большей степени вовлекаться в процесс создания инноваций и получать востребованные современные специальности, сосредотачивая усилия на разработке востребованной продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, это позволит сделать профессию ученого более престижной, привлечь туда многих россиян, которые заинтересованы в получении материального дохода, в том случае если научной деятельностью будет заниматься большое количество индивидов с хорошими предпринимательскими способностями, это позволит сделать научное сообщество более динамичным, более активно взаимодействующим с предпринимателями, что, в свою очередь, позволит сформировать лучшие институциональные условия для внедрения инноваций.

Это положительно повлияет на темпы развития предпринимательства в России, так как будут ускоренно внедряться новые технологии, которые позволят организовывать производство продукции с высоким уровнем добавленной стоимости за относительно короткое время, таким образом в России будет развиваться производство продукции, которая будет востребована не только в России, но и за рубежом, соответственно, будут формироваться формальные и неформальные институты, благоприятные для развития предпринимательства, в том числе инновационного, связанного с производством продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, это приведет к тому, что многие индивиды, способные к предпринимательской деятельности, будут выбирать Россию страной своего проживания и заниматься своей деятельностью здесь, постепенно будут расти налоговые поступления.

Производство продукции с высоким уровнем добавленной стоимости улучшит отношение к России в мире, так, Россия будет

восприниматься как производитель программного обеспечения, устройств, которые будут использоваться в других странах, делая жизнь более комфортной и безопасной, в том числе, например, в России смогут производить медицинское оборудование, которое будет современным и конкурентоспособным, за счет него будут спасены многие жизни, уровень жизни будет повышаться, соответственно, Россия во все большей и большей степени будет восприниматься как страна, которая вносит свой вклад в прогресс, в развитие человечества, таким образом, отношение к России будет постепенно меняться во все более и более лучшую сторону, Россия все больше будет восприниматься как прогрессивная страна.

Таким образом, это дает возможность прийти к выводу, что развитие одной отрасли производства продукции с высоким уровнем добавленной стоимости способствует развитию других, так как, например, специалисты, занимающиеся чем-то одним, могут также вносить свой вклад в развитие каких-то смежных отраслей, формирование культуры производства даст возможность повысить качество производимой продукции, что позволит внедрять новые технологии, которые требуют более высокого качества обработки материалов, меньшей нагрузки на окружающую среду, так, например, развитие таких отраслей, как производство антивирусного программного обеспечения, позволит подготовить в России специалистов, которые смогут вносить свой вклад в развитие каких-то смежных отраслей, так, например, специалист, который пишет код для антивирусных программ, теоретически может писать код и для каких-то других программ, выполняющих схожие задачи, например, если эта программа тестирует программное обеспечение на наличие уязвимостей.

Для того, чтобы эти отрасли развивались в России, необходимо, чтобы было достаточное количество специалистов этого профиля, чтобы они не уезжали из страны, чтобы им было выгодно работать здесь. Одной из мер поддержки специалистов, работающих в сфере разработки информационных технологий, является предоставление льготной ипотеки, это популярная мера, так как в России квартирный вопрос стоит довольно остро, кредиты выдаются только под довольно высокий процент, а возможность получить собственную квартиру привлекает очень многих, это приводит к тому, что данная мера является эффективной [18]. В случае регистрации компании, которая будет заниматься разработкой информационных технологий, работодатель теоретически сможет привлечь специалистов, которые пойдут работать в эту сферу, так как здесь они

могут получить эту меру поддержки, которая позволит им обзавестись собственным жильем [19].

Это также говорит о том, что в России могут применяться и другие меры для поддержки специалистов, работающих в компаниях, занимающихся разработкой информационных технологий, эти меры также могут касаться приобретения жилья, например, это может быть выделение целевых выплат для приобретения жилья (в государственных компаниях, занимающихся разработкой программного обеспечения и других информационных технологий), или это могут быть жилищные сертификаты [20].

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что несмотря на то, что в России существует такая проблема для развития инновационного предпринимательства, как высокие ставки по кредитам, в стране есть потенциал в развитии таких перспективных направлений информационных технологий, как создание облачных платформ и сетей кибербезопасности. Россия может реализовать этот свой потенциал и добиться успеха, особенно если будут созданы условия для работы специалистов данного профиля, эффективной мерой поддержки является оказание помощи в приобретении жилья, что особенно актуально в условиях высоких процентов по кредиту, осложняющих покупку квартиры. Соответственно, желательно создать в России какие-то программы поддержки специалистов этих направлений.

Благодарность

Статья подготовлена в рамках выполнения плана НИР УФИЦ РАН по государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ

Список источников

[1] Данилин И. В. Американо-китайская технологическая война: риски и возможности для КНР и глобального технологического сектора // Сравнительная политика. 2020. Т. 11. № 4. С. 160–176.

[2] Рязанцев В. В., Письменная Е. Е. Эмиграция ученых и высококвалифицированных специалистов из России: тенденции, последствия, государственная политика // Социология. 2016. № 4. С. 18–27.

[3] Божечкова А. В., Трунин П. В. Ключевая ставка Банка России достигла максимума с 2017 г. // Экономическое развитие России. 2022. Т. 29. № 1. С. 9–12.

[4] *Маричев С.* Институты привлечения капитала как стимул создания инноваций // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2021. №4 (160). С. 51–58.

[5] *Зулькарнай И. У.* Государство и ограниченная рациональность населения: формализованные модели: монография. М.: Наука, 2014. 230 с.

[6] Институты эффективного трансфера инноваций в экономику / под ред. д. э. н. И.У. Зулькарнай. Уфа: Принт+, 2021.

[7] *Зулькарнай И. У.* Этапы трансфера научных результатов в экономику страны и взаимосвязь институциональных, экономических и организационных условий, определяющих его эффективность // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2021. №2 (158). С. 20–24.

[8] Нефтехимическая зависимость Республики Башкортостан: Pro et contra диверсификации экономики / под ред. Р.Р. Ахунова, И.У. Зулькарнай. Уфа: Принт+, 2021

[9] *Викторова Н. Г.* Налоговое стимулирование НИОКР среднего и малого бизнеса // Финансы и кредит. 2019. Т. 25. №2.

[10] *Синица С. А.* Анализ тенденций развития глобального рынка телекоммуникационных услуг // Вестник Евразийской науки, 2019 №1. URL: [https://esj. today/PDF/27ECVN119. pdf](https://esj.today/PDF/27ECVN119.pdf) (дата обращения 12.08.2021).

[11] *Бараненкова Т. А.* Миграция высококвалифицированных кадров: современные тенденции и механизмы урегулирования // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2020. №5. С. 79–93.

[12] *Белова Л. Г.* Глобальный рынок высококвалифицированных специалистов в условиях пандемии // ДЕМИС. Демографические исследования. 2021. Т. 1. №2. С. 65–76.

[13] Чернышенко: России дополнительно необходимо 150 тыс. ИТ-специалистов // Цифровая экономика 2024. URL: <https://digital. ac. gov. ru/news/5015/> (дата обращения: 20. 05. 2021).

[14] *Сибирская Е. В., Овешникова Л. В., Михейкина Л. А.* Цифровая экономика России: анализ современного состояния // Экономический анализ: теория и практика. 2020. Т. 19. №1. С. 4–24.

[15] Инновационное развитие предприятий в условиях цифровой трансформации экономики: монография / И.Г. Салимьянова, Н.С. Зинчик, А.С. Погорельцев и др.; под общей редакцией д-ра экон. наук, проф. А. Г. Бездудной. СПб. : Изд-воСПбГЭУ, 2020. 166 с.

[16] What are the 12 top strategic technology trends, 2022 and why are they valuable? URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/insights/top-technology-trends/> (дата обращения: 14.04.2022).

[17] Пленарное заседание международного конгресса по кибербезопасности. URL: <http://www.kremlin.ru> (дата обращения: 12.02.2021).

[18] Меры поддержки для IT-компаний. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_

doc_LAW_411198/d47d63c1bd09b4f09b07d6278860e9673ca0f14f/ (дата обращения 17. 03. 2022).

[19] *Карнаух И. В.* Становление экономики знаний в России: проблемы и пути их решения // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. Экология. 2019. Т. 21, № 1. С. 66–74.

[20] *Марков А. В, Миронова Я. С.* Поддержка инновационной деятельности молодых ученых Российской Федерации (обзор текущих конкурсов инновационных проектов для молодых исследователей) // Вестник современных исследований. 2018. № 8.3 (23). С. 262–266.

УДК 338

JEL classification: B41

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-13

Структурирование внешней среды промышленного предприятия в целях обеспечения цифровой трансформации¹

О.П. Михайлова ^а, В.М. Воронина ^б

^а Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0003-4113-6708>

^б Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0003-3154-4839>

Автор для корреспонденции: О. П. Михайлова (mihailova78@mail.ru).

Аннотация. Цель исследования заключается в обосновании необходимости структурирования внешней среды промышленного предприятия на основе современных научных подходов в целях обеспечения цифровой трансформации промышленности. В процессе исследования применялись методы анализа и синтеза, систематизации, сравнения, обобщения, метод экспертных оценок, а также модель пяти конкурентных сил М. Портера. Основные выводы, корреспондирующие с научными проблемами и запросами практики на цифровую трансформацию, состоят в следующем: для обоснования текущих стратегий необходимо, с одной стороны, теоретически расширить перечень элементов внешней среды предприятия; с другой стороны, необходимо дальнейшее расслоение макросреды за счет введения нового подуровня — субмикросреды, при этом традиционные факторы должны обновляться специфическими отраслевыми и региональными. Теоретическая и практическая значимость авторского подхода состоит в том, что структурирование факторов внешней среды, выделение специфических, свойственных только конкретному промышленному предприятию, их декомпозиция позволят своевременно реагировать на подконтрольные факторы внешней среды и обеспечивать управление в режиме регулярного менеджмента, основанного на цифровизации. Цифровой переход промышленности может быть достигнут посредством целого комплекса организационных мер, направленных на защиту от вызовов и барьеров со стороны факторов внешней среды в условиях неопределенности.

Ключевые слова: уровни внешней среды; предприятие; цифровизация; модель М. Портера.

¹ © Михайлова О.П., Воронина В.М. Текст. 2022

Structuring the External Environment of an Industrial Enterprise to Ensure the Digital Transformation

O. P. Mikhaylova ^a, V. M. Voronina ^b

^a Orenburg State University (Orenburg, Russia).
<https://orcid.org/0000-0003-4113-6708>

^b Orenburg State University (Orenburg, Russia).
<https://orcid.org/0000-0003-3154-4839>

Corresponding author: O. P. Mikhaylova (mihailova78@mail.ru).

Abstract. *The study aims to substantiate the need for structuring the external environment of an industrial enterprise based on modern scientific approaches in order to ensure the digital transformation of industry. The methods of analysis and synthesis, systematisation, comparison, generalisation, expert assessment, as well as Porter's five forces framework were applied. The obtained conclusions correspond to scientific problems and practical demands for digital transformation. To justify current strategies, it is necessary, on the one hand, to theoretically expand the list of elements of the external environment of an enterprise; on the other hand, it is important to further stratify the macroenvironment due to the introduction of a new sublevel (sub-microenvironment), as well as to supplement traditional factors with specific industry and regional ones. The proposed approach is theoretically and practically significant, since the structuring of environmental factors, identification of factors characteristic only for a particular industrial enterprise and their decomposition will allow timely response to controlled environmental factors and regular management based on digital vision. The digital transformation of industry can be achieved through numerous organisational measures to overcome external challenges and under uncertainty.*

Keywords: external environment levels; company; digitalisation; Porter's framework.

Введение

Для успешного цифрового перехода промышленности исследование факторов внешней среды и использование результатов в деятельности хозяйствующих субъектов должны рассматриваться как процесс, включающий, прежде всего, определение факторов, которые влияют на стратегию, цели, устойчивость.

Прежде чем приступить к рассмотрению вопросов, раскрывающих сущность внешней среды, необходимо определить объект исследования, т. е. то, на что именно влияет внешняя среда. Объектом исследования может быть предприятие (коммерческая организация), часть предприятия (например, филиал), функция управления предприятием, ресурсы, которыми располагает предприятие, например, персонал или определенная часть ресурсов, например, топ-менеджеры и т. д.

В рамках данной статьи объектом нашего исследования являются оренбургские предприятия (коммерческие организации), а также представительство американской компании «John Deere» в г. Оренбург. Оренбургская область находится на границе Европы и Азии. Европейскую и азиатскую части города Оренбурга соединяет мост через реку Урал.

Предметом исследования при этом выступают отношения, возникающие при влиянии факторов внешней среды на промышленное предприятие (фирму) в процессе цифровой трансформации.

Различные исследователи, такие как М. Портер [1], В. Нарайнан и Л. Фахей [7] и др., излагают свои взгляды и обосновывают авторские методики анализа внешней среды предприятия. Теоретическим исследованиям внешней среды последних лет посвящены работы зарубежных ученых А. Elin Lerum Boasson, Jørgen Wettestad [10], а также отечественных ученых В. Гулевой, А. Духанова [9] и других. Результативными исследованиями можно считать труды О.С. Виханского [11], А.Н. Петрова [11].

Материалы и методы

В ходе исследования применялись методы анализа и синтеза, систематизации, сравнения, обобщения, метод экспертных оценок, а также модель пяти конкурентных сил М. Портера.

Исследование базируется на фундаментальных экономических исследованиях, результативных трудах современных зарубежных и отечественных ученых, практическом материале, характеризующем деятельность хозяйствующих субъектов Оренбургской области.

Результаты

Исследования, проведенные нами на различных предприятиях г. Оренбурга, показали, что модель М. Портера может быть использована в различных целях, в том числе и в целях цифровой трансформации промышленности. При этом необходим интегративный подход, основанный на комплексном использовании, в дополнение к модели М. Портера и других аналитических методов: SWOT-анализ, дерево проблем, дерево целей, матрица И. Ансоффа и т. д. Такой подход обеспечивает цифровое обоснование стратегических решений. В то же время для обоснования текущих стратегий необходимо расширить перечень элементов внешней среды предприятия, уточнить их существенные признаки, более точно определить взаимосвязи уровней и подуровней, в частности, для практических

целей необходимо расслоение макросреды за счет введения нового подуровня – субмикросреды.

В 1980 г. вышел в свет научный труд М. Портера «Конкурентная стратегия» [1], в котором из множества факторов, определяющих конкуренцию в отрасли, были выделены пять основных: конкуренция предприятий внутри отрасли; новые конкуренты; власть потребителей; власть поставщиков; товары-заменители.

В соответствии с моделью М. Портера [1] стратегия деятельности предприятия должна основываться на структуре рынка и учитывать состояние конкуренции в отрасли.

На современном этапе развития конкурентных угроз считаем необходимым цифровую трансформацию промышленности, которая должна пронизывать всю сферу рыночной деятельности предприятий, являясь фоном действия сил конкуренции в отрасли (рис. 1).

Публикации последних лет [4] и собственные практические исследования [5] показывают, что модель М. Портера достаточно широко используется для регулирования отношений между внешней средой и хозяйствующим субъектом. Приведем фрагменты исследования применительно к Оренбургскому филиалу ООО «Джон Дир Русь».

ООО «Джон Дир Русь» является региональным представителем зарубежной компании по производству сельхозтехники «John Deere» в Оренбургской области. Проведенное нами исследование (фрагмент) внешней среды ООО «Джон Дир Русь» на основе модели М. Портера представлено на рисунке 2.

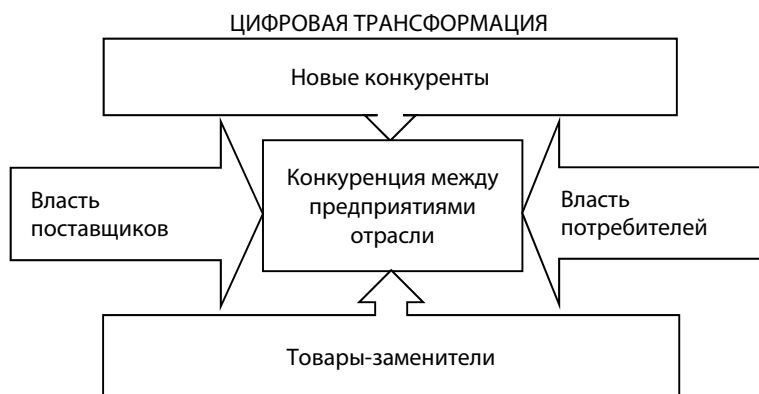


Рис. 1. Пять сил по М. Портеру, определяющих конкуренцию в отрасли, на фоне цифровой трансформации

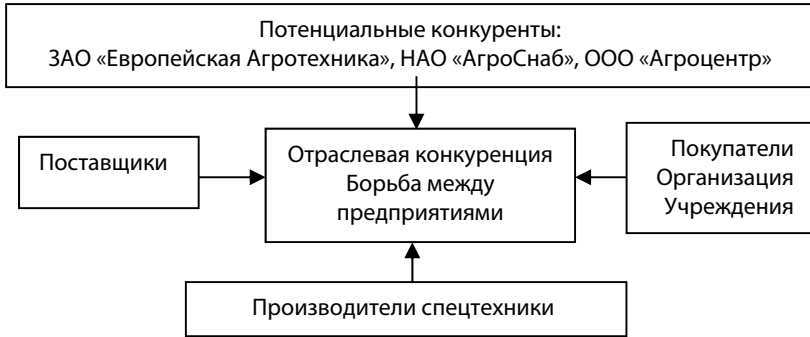


Рис. 2. Модель конкурентных сил М. Портера применительно к ООО «Джон Дир Русь», Оренбургский филиал

Отразив влияние рыночных сил по модели М. Портера количественно при помощи взвешенных экспертных оценок, построим диаграмму, которая представлена на рисунке 3. Как видно из содержания указанного рисунка, на деятельность ООО «Джон Дир Русь» существенное влияние оказывают такие силы, как «Покупатели» и «Конкуренты внутри отрасли». «Совершенствование на постоянной основе послепродажного сервиса сельскохозяйственной техники, особое внимание уделяя наличию запасных частей для обеспечения технического обслуживания, позволит уменьшить влияние данных сил, завоевать доверие потенциальных покупателей и преодолеть конкурентное давление внутри отрасли» [6]. Это важно для ООО «Джон Дир Русь», т. к. формирует лояльность российских покупателей сельскохозяйственной техники.



Рис. 3. Влияние пяти сил М. Портера на деятельность ООО «Джон Дир Русь», Оренбургский филиал

Исходя из полученных нами аналитических результатов, можно сделать вывод о том, что у компании ООО «Джон Дир Русь» имеются большие возможности к развитию и росту прибыли только при условии высокого качества продукции и совершенствовании послепродажного сервисного обслуживания. Стоит отметить, что у предприятия ООО «Джон Дир Русь» достойные и сильные конкуренты, способные выдержать конкурентную борьбу на орунбургском рынке сельскохозяйственной техники. Предприятию ООО «Джон Дир Русь» требуется совершенствование работы по продвижению имиджа, рекламной деятельности и усилению качества предлагаемых услуг по техническому обслуживанию сельскохозяйственной техники.

В настоящий момент ООО «Джон Дир Русь» удерживает сильные рыночные позиции, для их удержания и дальнейшего развития необходимо иметь потенциальные конкурентные преимущества. Конкуренты в основном лидируют в отдельных географических секторах рынка и лишь небольшое число компаний охватывают преимущественно всю территорию России. Но нельзя отрицать вероятность того, что конкуренты ООО «Джон Дир Русь» смогут расширить свое географическое присутствие, профессиональные компетенции, опыт. С их стороны возможно укрепление конкурентоспособности за счет повышения качества выпускаемой продукции, снижения цены посредством внедрения более прогрессивных технологий производства. Также велика вероятность того, что происходящие потрясения в политике, российском законодательстве, тенденциях и условиях рынка могут изменить неожиданным образом конкурентную среду для ООО «Джон Дир Русь».

Практическая значимость модели «Пять сил конкуренции Портера» в целях цифровой трансформации заключается в возможности программирования выявления, интерпретации и дальнейшего прогноза основных ключевых факторов успеха деятельности предприятия. К данным факторам следует отнести: характеристики продукции, стратегию, на основании которой покупатели выбирают бренд либо производителя; ресурсы и вероятности, обеспечивающие предприятию лидерство в конкурентной борьбе; высокопрофессиональные навыки, эффективность, принятые меры по достижению конкурентного превосходства. Таким образом, применение модели М. Портера как инструмента анализа имеет важное значение: именно от детерминант конкурентного преимущества зависит финансовое благополучие и конкурентоспособность предприятия.

Обсуждение

В сущности модель М. Портера представляет собой своеобразное сканирование внешней среды, в которой действует то или иное предприятие.

Обзор специальной экономической литературы показывает следующее. Первоначально в составе внешней среды хозяйствующего субъекта выделялись следующие уровни: микросреда, макросреда, глобальная среда (мегасреда). Затем по мере развития теории управления состав внешней среды был структурно расширен. Во-первых, добавили еще один уровень — мезосреду, во-вторых, детализировали макросреду, т. е. выделили в ней субмикросреду. Понятие субмикросреды вводит В.М. Воронина [2], определяя ее фактически как «партнерский рынок» и включая в нее «поставщиков и партнеров по аутсорсингу и сбыту (посредников)», а также автор считает необходимым учитывать влияние органов местного самоуправления, институтов власти, а также надзорных организаций. Действительно, при дальнейшей детализации модели М. Портер указывает «действия правительства» в ней.

Субмикросреда, микросреда, макросреда являются подуровнями другой: субмикросреда является вложенной в микросреду; микросреда является вложенной в макросреду; макросреда является вложенной в глобальную среду.

Для более полной характеристики внешнего окружения предприятия необходимо упомянуть и мезосреду. «Содержание понятия мезосреды раскрывается через новую управленческую дисциплину — стейкхолдер-менеджмент. Стейкхолдерами (заинтересованными лицами) являются фактически любые субъекты рынка, имеющие отношения (влияющие или зависящие) с компанией» [3].

В настоящее время имеется множество различных классификаций факторов внешней среды. Данное направление исследования достаточно интенсивно развивалось в связи с переходом к рыночной экономике в теории антикризисного управления отечественными предприятиями, отраслями, комплексами. Несмотря на это, недостаточно освещенными, проблемными являются вопросы, касающиеся:

1) взаимовлияния факторов внешней среды друг на друга, образующихся цепочек влияния факторов и возникающей цепной реакции. Например, цены на нефть на мировом рынке (мегасреда) влияют на цены на бензин на внутреннем отечественном рынке (макросреда и микросреда). Это в свою очередь влияет на рост материальных затрат и увеличивает себестоимость продукции; другой пример: изменение ставки налога на добавленную стоимость

(НДС) с 18 до 20 % по решению российского правительства влияет на изменение цен и тарифов (фактор мезосреды, микросреды и субмикросреды);

2) структуры и количества факторов, на которые предприятие должно реагировать в зависимости от масштаба предприятия (у малого предприятия — одно количество факторов, у крупного публичного акционерного общества факторов внешней среды, оказывающих влияние на его деятельность, по сравнению с малым предприятием, гораздо больше, у транснациональной корпорации — также);

3) изменения самой внешней среды: скорость изменения, масштаб изменения. Особое значение скорость изменения имеет в трансформационные периоды, когда меняются парадигмы управления (например, при переходе к цифровой экономике);

4) структуры и состава самой характеристики внешней среды. Иногда информации бывает много, но своевременно принять эффективное управленческое решение руководителям предприятий совместно с руководителями функциональных служб невозможно, иногда информации бывает мало, но решение принять можно;

5) роли, значения, характеристики экономической природы субмикросреды как среды взаимовлияющей и непосредственно связанной с хозяйствующим субъектом.

Остановимся кратко на последней проблеме. Субмикросреда тесно примыкает к микросреде, является ее продолжением. В составе микросреды традиционно выделяют поставщиков, потребителей, посредников, конкурентов. Однако этого недостаточно для управления предприятием в режиме регулярного менеджмента. Необходима детализация по элементам. Субмикросреда — это то, что уже сложилось, это деловая или рабочая среда. Это уже сложившиеся отношения предприятия с поставщиками, потребителями, посредниками, конкурентами. Такое понимание субмикросреды как составной части микросреды дает возможность определять и корректировать текущую стратегию предприятия. В субмикросреду входят сложившиеся товарно-логистические цепи и другие инфраструктурные элементы.

В настоящее время российские компании нуждаются в стабильной субмикросреде, создавая для этого различные объединения, партнерства и кооперации. По сути компании сами создают максимально контролируемый субмикрорынок за счет развития долгосрочных взаимоотношений и согласования партнерских стратегий и правил поведения без ущерба для других хозяйствующих субъектов,

например, для малых предприятий. Новым способом координации взаимодействия бизнес-субъектов является создание и развитие различных видов сетей на товарных рынках, особенно продовольственных, снабжающих население продуктами питания и предметами первой необходимости. Фактически это субмикрорынок, позволяющий предприятию контролировать внешнюю среду посредством соответствующих стратегий поведения, в том числе за счет реализации мероприятий, усиливающих лояльность покупателей.

Между микросредой и субмикросредой могут располагаться пограничные факторы внешней среды. Речь идет, например, о муниципалитетах как органах местного самоуправления. Посредством нормативно-правовых актов они регулируют деятельность территориально (географически) привязанных к ним коммерческих организаций, могут оказывать влияние и на развитие или запрет территориального сетевого бизнеса, например, при отводе земли для бизнеса, при решении вопросов, касающихся строительства местных дорог, мостов, сооружений, таможенных терминалов и т. д.).

В практике управления предприятиями типовые (устоявшиеся) факторы внешней среды требуют дополнения специфическими отраслевыми, а также географическими факторами. Так, на деятельность электро-энергетических сетевых компаний и их филиалов, снабжающих предприятия и население, непосредственное влияние оказывает такой элемент внешней среды, как департамент по ценам и регулируемым тарифам.

Возьмем другое предприятие — ООО «Газпром межрегионгаз Оренбург», которое обеспечивает природным газом промышленные предприятия и население Оренбургской области. Несмотря на колоссальные мировые запасы природного газа наша страна газифицирована только на 70–75 %. Особенно сильное влияние на ООО «Газпром межрегионгаз Оренбург» оказывают муниципалитеты как местные органы власти, так и региональные органы власти. По сложившейся отечественной практике ценообразования естественные монополии реализуют продукцию по регулируемым государственными органами ценам. Контроль осуществляется управлением Федеральной антимонопольной службы по Оренбургской области. Поэтому конкурентов для ООО «Газпром межрегионгаз Оренбург» как таковых нет. Низкие тарифы на газ в системе газоснабжения, система перекрестного субсидирования не обеспечивают своевременного воспроизводства газораспределительных мощностей. Это приводит к снижению безопасности деятельности в целом, к риску возникновения аварийных ситуаций на различных уровнях.

Заключение

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что аналитические методы исследования имеют важное значение для цифрового перехода, поскольку позволяют диагностировать и программировать ситуации. Использование только одной модели М. Портера не позволяет сделать при этом полноценных выводов. Речь идет о том, что состав элементов внешней среды, прежде всего, макросреды, должен быть расширен, необходимо расслоение, введение субмикросреды, а внутри субмикросреды необходимо выделение новых дополнительных факторов, действующих в российской экономике.

Безусловно, нерешенными остаются следующие вопросы: комплексное использование всех аналитических методов за счет использования наряду с моделью М. Портера SWOT-анализа, дерева проблем, дерева целей и т. д. Решение данных проблем нуждается в дальнейших теоретических изысканиях.

Таким образом, цифровая трансформация может быть осуществлена посредством комплекса организационных мер и направлена на защиту от негативного воздействия факторов внешней среды. Полноценная цифровизация промышленных предприятий обеспечивается непрерывным контроллингом в режиме реального времени всех важных отклонений, вызванных влиянием факторов внешней среды. Цифровые технологии должны применяться постоянно и охватывать весь жизненный цикл предприятия — от его основания до полного ухода с рынка.

Структурирование факторов внешней среды, их декомпозиция применительно к деятельности конкретного промышленного предприятия позволят своевременно реагировать на подконтрольные факторы и обеспечивать управление в режиме регулярного менеджмента.

Список источников

[1] *Porter M. E.* Competition in Global Industries. Boston: Harvard Business School Press, 1986.

[2] *Воронина В. М.* Превентивное антикризисное управление промышленным предприятием на основе диагностики: автореферат дис. Санкт-Петербург, 2009. 36 с.

[3] *Йоран С.* Стейкхолдер-менеджмент: управление заинтересованными группами. URL: <https://hrliga.com/index.php?id=1105&module=profession&op=view>. (дата обращения: 10.10.2022).

[4] Кухлеев Б. Е. Применение анализа пяти конкурентных сил М. Портера и SWOT-анализа для планирования деятельности аграрного предприятия (на примере ОАО «Дельта — Агро») // Региональная экономика: теория и практика. 2012. № 5. С. 52–56.

[5] Воронина В. М., Михайлова О. П., Федорищева О. В. Из опыта развития компании на основе усиления адаптивных возможностей к изменениям рыночной среды // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016. № 2. С. 22–29.

[6] Михайлова О. П., Воронина В. М. Возможности адаптивного управления промышленным предприятием в условиях российской действительности // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Экономика и управление. 2019. № 3(43). С. 73–81. DOI 10.25686/2306-2800.2019.3.73

[7] Narayanan V., Fahey L. The Micro-Politics of Strategy Formulation // Academy of Management Review. 1982. Vol. 7(1). P. 25–34.

[8] Mikhailova O., Voronina V. Business Activity of Orenburg Region Engineering Plants: Practical Results and Problems // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 753, Chapter 7.

[9] Guleva V., Dukhanov A. Influence of the External Environment Behaviour on the Banking System Stability // Procedia Computer Science. 2015. Vol. 51. P. 1603–1612

[10] Boasson E. L., Wettestad J. EU Climate Policy: Industry, Policy Interaction and External Environment. Routledge, 2017. 236 p.

[11] Управление рисками корпорации: учебное пособие / А.М. Аронов [и др.]; под ред. А.Н. Петрова. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2019. 289 с.

[12] Виханский О. С., Миракян А. Г. Новое тысячелетие: управленческие аномалии и современные концепции лидерства // Российский журнал менеджмента. 2018. Т. 16. № 1. С. 131–154.

[13] Официальный сайт ООО «Джон Дир Русь». URL: <https://www.deere.ru/ru/>

[14] Официальный сайт ООО «Газпром межрегионгаз Оренбург». URL: <https://www.orenburgregiongaz.ru/>

УДК 658,5

JEL classification: L23, C60, M11

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-14

Управление заказом в условиях цифровизации машиностроительного предприятия¹

А.В. Нетиевский^а, М.А. Прилуцкая^б

^{а,б} Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
(г. Екатеринбург, Россия).

Аннотация. В работе представлен обзор процесса управления заказом, определены негативные факторы, влияющие на снижение объема производства на предприятии. Проанализированы основные процессы работы с поступающими заказами на примере производственного предприятия машиностроения. Рассмотрена необходимость внедрения цифровых технологий для обеспечения устойчивого развития предприятия.

Ключевые слова: управление заказом; цифровые технологии; цифровая трансформация; машиностроительное предприятие.

Order Management in the Context of Digitalisation of a Machine-Building Enterprise

A. V. Netievsky^а, M. A. Prilutskaya^б

^{а,б} Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia).

Abstract. The article presents an overview of the order management process and identifies negative factors affecting the decline in production at the enterprise. The main processes of work with incoming orders are analysed on the example of a machine-building enterprise. The necessity of introducing digital technologies to ensure the sustainable development of the enterprise is considered.

Keywords: order management; digital technologies; digital transformation; machine-building enterprise.

¹ © Нетиевский А.В., Прилуцкая М.А. Текст. 2022

Введение

В современных реалиях важной задачей для предприятий является эффективное использование своих мощностей, как производственных, так и человеческого капитала. Так в работе А.А. Степанова и М.В. Савиной [1] рассматривается применение цифровых технологий и платформ как элемента для повышения деловой активности, рациональности и продуктивности использования ресурсной базы предприятия и увеличения оборота средств и скорости отгрузки продукции, что в свою очередь является средством для более эффективного использования потенциала производства. Стратегии цифровой трансформации лучше всего понять в проекции централизованного бизнеса. Эти стратегии направлены на преобразование продуктов, процессов и всех организационных составляющих как результат новых технологий. Стратегии цифровой трансформации способствуют изменениям и наступлению последствий для бизнес-моделей в целом [2]. Отсутствие стремления у предприятий создавать максимально эффективные программы выпуска изделий при ограниченном количестве ресурсов в долгосрочной перспективе приведет к убыточности.

Для успешного развития предприятия крайне необходимо обеспечить развитие механизмов для эффективного управления заказами

В своей работе [3] В.А. Кучер определил понятие «Управление заказами» как деятельность, которая осуществляется в промежутке времени от этапа получения заказа предприятием до этапа получения указания персоналом склада на отгрузку продукции, в целях выполнения заказа.

И.Н. Косарева и В.П. Самарина утверждают в [4], что современный менеджмент предприятий должен реагировать на новые требования цифрового экономического уклада. Руководство также должно применять эффективную систему управления знаниями и мотивации персонала, анализировать внешнюю среду и своевременно принимать меры в зависимости от выявленных изменений, управлять предприятием с учетом всех бизнес-процессов, их прозрачности и структуры, учитывая особенности в условиях цифровизации.

В научной статье В.М. Ячменевой и З.О. Османовой [5] говорится, что алгоритм цифровых трансформаций начинает работать именно на уровне системы управления. В свою очередь управляющими на многих предприятиях игнорируется очевидная необходимость внедрения инноваций, в том числе цифровых трансформаций. Как следствие, не осуществляется подготовка к процессам

цифровизации и их адаптации на предприятии. Соответственно, и не предпринимаются действия по подготовке к этим процессам на уровне соответствующего управления адаптивностью. Внедрение решений, связанных с алгоритмами цифровых трансформаций, производится сотрудниками предприятия, которые в свою очередь имеют склонность к сопротивлению новым решениям, связанным с цифровыми изменениями.

В частности, своей работе [1] А.А. Степанов и М.В. Савина выделяют, что основным направлением формирования и использования производственного потенциала предприятий в условиях информационно-цифровой экономики должно быть, прежде всего, совершенствование форм организации бизнес-процессов (специализация, концентрация, кооперация, комбинирование и т. д.) и информационно-цифровых технологий. Внедрение элементов цифровизации дает возможность предприятиям по-новому взглянуть на управление ресурсами организации, создание таких систем, которые построены на принципах кооперирования и единого пользования. Рассматриваемая система позволит оперативно изменять и подстраивать ресурсную базу при каждой смене номенклатур продукции.

В статье проанализированы основные процессы работы с поступающими заказами на примере производственного предприятия машиностроения.

Цель работы — выявление проблемных участков на уровне управления и минимизации потерь с помощью цифровых технологий.

Актуальность заключается в необходимости интеграции цифровых технологий в структуру предприятий для повышения эффективности и конкурентоспособности.

Обзор процесса управления заказом

Процесс принятия и изготовления заказа на предприятии в достаточной степени сложный и трудозатратный.

При поступлении заявки на изготовление изделия запускается процесс предварительного рассмотрения и согласования возможности приема, включающий несколько этапов. В первую очередь запрашивается конструкторская документация на изделие, содержащая требования как к самому изделию, так и к условиям изготовления. При отсутствии документов согласовывается проект на разработку документации. Прорабатывается возможность изготовления изделия с учетом производственного плана предприятия и возможности обеспечения необходимыми материалами и покупными комплектующими изделиями. При наличии возможностей

предприятия оценивается стоимость изготовления, оговариваются сроки производства, и заключается договор.

Изготовление изделий начинают с разработки и утверждения организационно-технической документации, необходимой для планомерного распределения сроков и зон ответственности между участниками. Осуществление проработки конструкторских документов необходимо для выявления возможных ошибок, определения перечня ПКИ и материалов, требований к гарантийным срокам и т. д. После проработки конструкторских документов разрабатывается комплект технологической документации, на основании которой формируются перечни необходимых материалов и комплектующих. Определение будущих поставщиков — процесс достаточно трудоемкий, требующий организации процедуры торгов на электронной площадке, после чего заключаются договоры на поставку материалов. Все материалы и покупные комплектующие изделия, поступающие на предприятие, проходят тщательный входной контроль параметров согласно требованиям нормативной технологической документации и нормативным актам предприятия. Пройдя этап входного контроля изделия и материалы поступают в цеха основного производства.

Детали и сборочные единицы, как и покупные комплектующие изделия, поступающие на сборочный участок, также проходят входной контроль на предмет целостности пломб, наличия заполненной документации, соответствия комплектности, внешнего вида, отсутствия механических повреждений и т. д.

Сборке изделий сопутствуют контрольные испытания, проводимые при наличии требований конструкторской документации, по результатам которых принимается решение о возможности дальнейшего использования сборочных единиц. После изготовления сборочных единиц основного изделия производятся сборка и контроль основного изделия. По результатам контрольных испытаний основного изделия оно подлежит приемке покупателем и дальнейшей отгрузке. Как показано на рисунке 1, на процесс выпуска изделий влияет большое количество организационно-производственных процессов, и любые ошибки, возникающие на любом из этапов, напрямую влияют на сроки выпуска основного изделия.

Несмотря на наличие на первый взгляд простой и понятной схемы приема и изготовления заказа, предприятие сталкивается с высокой долей отказов от размещения заказов, а также со срывом оговоренных сроков изготовления. В процессе изучения данных об отказах от размещения заказов наиболее выделились три причины:

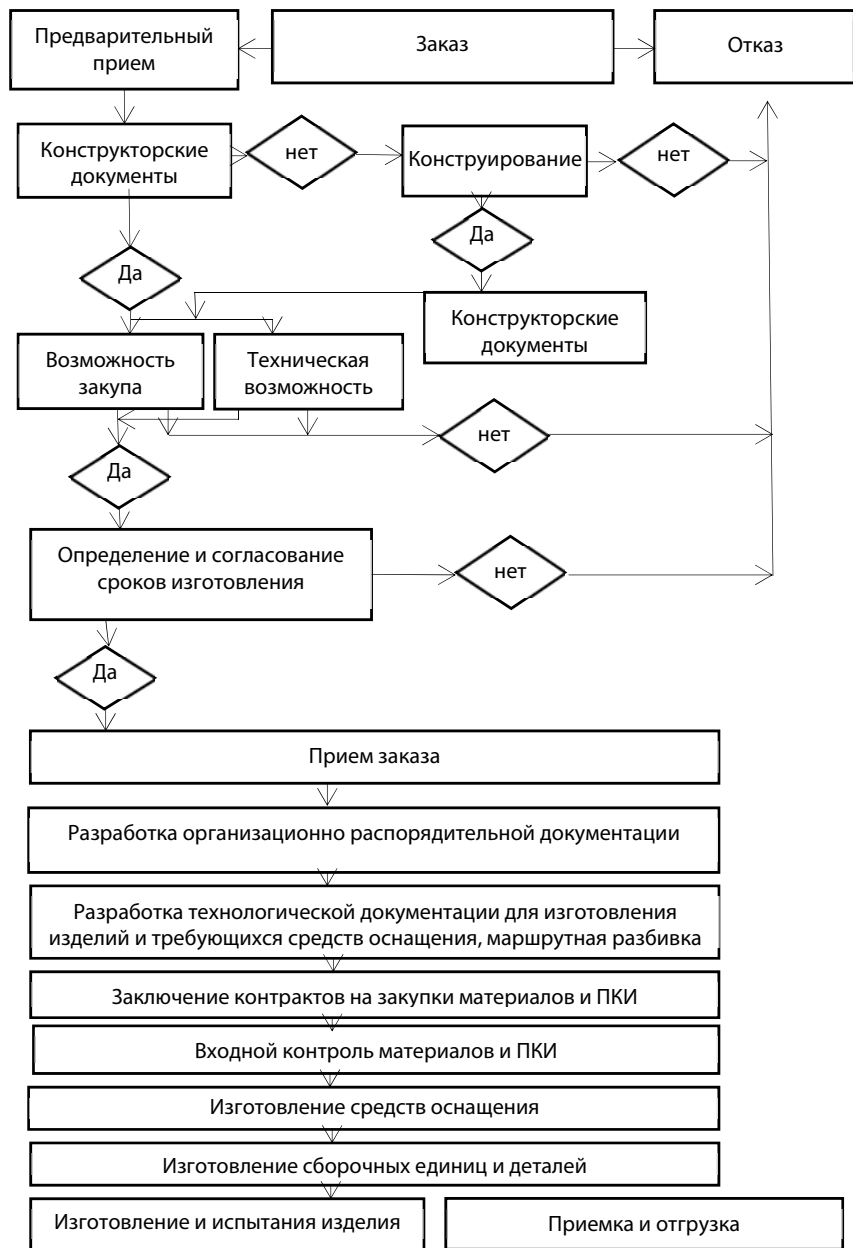


Рис. 1. Схема прохождения заказа

«Длительный срок рассмотрения заявки», «Длительный срок изготовления», «Стоимость изделия». Структура причин отказа от размещения представлена на рисунке 2.

При рассмотрении факторов, влияющих на отказ от размещения заказа, определились следующие основные группы: отсутствие стандартизированной методики определения сроков изготовления, сроков закупа, отсутствие кооперации между подразделениями. Механизм управления заказом подразумевает вовлечение значительного количества сотрудников предприятий из разных структур, контроль выполнения осуществляется руководителями подразделений и директором предприятия. Однако при значительном объеме наблюдаемых позиций контроль посредством совещаний и планерок показывает свою неэффективность. Появляется деление на срочные и менее срочные позиции. Так, к примеру, при проработке технической возможности изготовления вопрос уходит в отдел технолога, конструктора, производственный отдел. Каждый отдел имеет штат сотрудников, который рассчитан на обеспечение действующего производства и уже имеет поставленные в соответствии с месячными планами задачи к выполнению. Получается, что задача по определению технической возможности изготовления нависает сверх поставленных планов, в результате чего сотрудник ставится перед выбором либо сдвигать задачи основного плана, либо включать в план следующего месяца задачу по технической возможности изготовления планируемого изделия. В процессе рассмотрения технической возможности изготовления у сотрудников возникают вопросы к профильным подразделениям, которые в свою очередь в силу объективной загруженности узких специалистов рассматриваются после выполнения ранее поставленных задач. При приеме заказа на предварительное рассмотрение клиенту не сообщают сроков решения, оговаривается только ориентировочный срок, который в дальнейшем продляется в силу тех или иных обстоятельств.

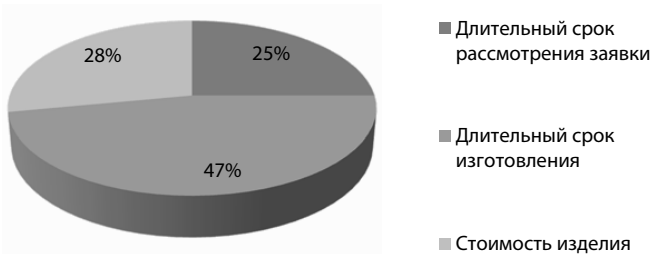


Рис. 2. Структура причин отказа от размещения заказа.

Длительный срок изготовления в свою очередь рассчитывается, исходя из данных, предоставляемых отделом закупок и производственными подразделениями, каждый из которых рассчитывает время исходя из внешних данных, личного опыта и дополнительного запаса времени для безусловного выполнения. Следует понимать, что количество подразделений, участвующих в выполнении заказа, велико, а значит и количество излишнего времени так же велико.

Стоимость изделия рассчитывается исходя из таких затрат, как:

- стоимость сырья;
- стоимость вспомогательных материалов;
- стоимость энергоресурсов;
- расходы на подготовку производств;
- расходы на освоение производств;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- заработная плата и страховые взносы;
- коммерческие расходы;
- общехозяйственные расходы;
- общепроизводственные расходы.

Излишние нормы времени, заложенные на изготовление единицы продукции, напрямую влияют на ее себестоимость.

Проведенный анализ говорит о недостаточности методов контроля и организации труда, основанных только на человеческом ресурсе. Требуется объединяющие элементы управления, основанные на современных методах, использующих мощь цифровых технологий. Необходимо оперативно реагировать на возникающие препоны. Для этого необходимо видеть загруженность производства, применять методы математического моделирования производственных процессов для новых заказов.

Например, в своей работе [6] Е. С. Мезенцева, рассмотрев статистику внедрения цифровых технологий, выявила низкий уровень их внедрения на малых и средних предприятиях. Из проведенного анализа становится ясно, что основными препятствиями к продвижению цифровизации являются отсутствие у руководителей компаний интереса в переходе к цифровому формату (21 %) и ограниченный бюджет на интегрирование цифровых решений и технологий в компаниях (20 %). Несмотря на это, менеджмент предприятий высоко оценивает преимущества внедрения в бизнес элементов цифровизации. Здесь вперед, безусловно, выходят комфорт наблюдения за процессами (34 %) и повышение скорости выполнения работ (33 %).

Сегодня менеджмент как наука широко использует математический аппарат [7]. Благодаря его возможностям выполняется анализ

возможных вариантов поведения компании в тех или иных условиях рынка, изучаются графики и зависимости, собираются и обрабатываются статистические данные, а также с помощью компьютеров моделируются различные управленческие и экономические процессы, появляется математическая поддержка для принятия решений.

Для минимизации последствий от фактора излишнего планирования рабочего времени возможно использовать имитационное моделирование. Изучив работу П.А. Русских и Д.В. Капулина [8], можно сделать вывод, что имитационные модели используются для поиска и устранения трудностей в процессах производства и оперативного планирования. Модель дает возможность внедрения данных и информации, также с помощью моделирования появляется возможность визуализировать процессы и прогнозировать последствия решений. Однако в большинстве случаев рассматриваемые модели не включают в себя реальные требования, а основываются только на аналитике. Комбинирование производственных данных с аналитической моделью позволит наиболее точно прогнозировать загруженность на рабочих местах с учетом имеющихся производственных заданий. Для реализации подобной модели необходимо разработать методики и соответствующие инструменты для рационального использования имеющихся ресурсов. Необходимо также внедрить средства имитационного моделирования в системы оперативного планирования.

Длительные сроки закупа покупных комплектующих изделий и материалов связаны со сложностью поиска поставщиков. Решения для эффективной организации процесса закупок рассмотрены в статье [9] А.С. Мельникова, Х. Вэй, А.В. Колесникова. В ней рассмотрены возможности цифрового управления закупками, гибко изменяющего сам процесс управления с учетом существующих реалий. Цифровизация дает возможность роста потенциала для обработки значительного объема информации, что в свою очередь позволяет оперативно решать возникающие трудности. Современные методы помогают в принятии решений руководителям компаний. Именно поэтому приоритетным направлением управления является поиск объективных данных, критериев, влияющих на процесс закупки.

В современных условиях персонал предприятия для успешной реализации возможностей цифровых технологий должен обладать достаточными компетенциями. В.Н. Васина в [10] рассматривает цифровизацию как важный элемент для трансформации персонала промышленных предприятий, имеющих сложные технологические процессы, поддерживающих высокий уровень качества

изготовления продукции. Разнородные данные больших объемов, поступающие в короткие промежутки времени из разных источников и аккумулирующиеся в одном общедоступном месте, становятся чем-то вроде единой базы, к которой могут обращаться работники предприятия для принятия решения. Цифровые технологии вынуждают искать другие методы для повышения компетенций персонала. Работа с массивами данных в непростой цифровой среде возможна только при наличии развитых аналитических умений у сотрудников предприятия. Важно, что подобные умения необходимы не только руководителям, а и производственным рабочим предприятия. Именно производственный персонал генерирует новые решения для создания новой продукции улучшения производства. В такой среде человеческий капитал должен создавать начальные умения эксперта, а в дальнейшем создавать собственные нейронные сети, обучать их и обращать внимание на алгоритмы их работы. Необходимость в подобных методах возникает на промышленных предприятиях, когда большая часть производства автоматизируется и нуждается в контроле.

Для минимизации уровня отказа от заказов по причине расчетного параметра длительного срока изготовления возможно применить метод имитационного моделирования, основанный на проработанных алгоритмах, запускаемых на основании внесенных данных по объекту. Данный метод позволит приблизить расчетный метод определения сроков изготовления продукции к фактическим срокам исполнения. Ориентировочный диапазон снижения сроков изготовления составит 21 %, что позволит сократить отказ на размещение заказов по причине длительного срока изготовления на 13 %.

Заключение

В статье были рассмотрены негативные факторы, возникающие при управлении заказом, ведущие к снижению количества принимаемых заказов. Несмотря на глубокую проработку проблемы организации работ на производственных предприятиях, методы по минимизации потерь времени слабо внедрены в структуру предприятия. Требуется поиск и внедрение оптимального решения с целью увеличить производственный потенциал предприятия. Необходимо выстраивание новых связей, упрочнение кооперации между сотрудниками, повышение ответственности сотрудников и согласованности между всеми участниками процесса выполнения заказа от момента оформления заявки на размещение заказа до момента его отгрузки, а также требуется введение электронного

документооборота, методик работ и методов математического моделирования производственных процессов.

Цифровое управление закупками позволит изменять сам процесс управления с учетом существующих реалий. Цифровизация дает возможность роста потенциала для обработки значительного объема информации, что в свою очередь позволяет оперативно решать возникающие трудности.

Цифровизация — это важный элемент для трансформации персонала промышленных предприятий, имеющих сложные технологические процессы, поддерживающие высокий уровень качества изготовления продукции. Использование имитационных моделей позволит оперативно предоставлять информацию о текущей загруженности производства и о сроках выполнения планируемых заказов. Генерация новых идей производится производственным персоналом, он определяет новые тенденции в разработке продуктов и улучшении производственных процессов.

Для минимизации количества отказов от размещения заказа по причине длительности расчетного срока изготовления рассмотрен инструмент имитационного моделирования, который позволит добиться снижения показателя отказа на 13 %.

Список источников

- [1] Савина М. В., Степанов А. А. Особенности формирования производственного потенциала предприятий в эпоху цифровизации // Социальная политика и социология. 2020. Т. 19. № 1 (134). С. 13–20.
- [2] Fenech R., Vaguant P, Ivanov D. The changing role of human resource management in an era of digital transformation // Journal of Management Information and Decision Sciences. 2019. Vol. 22(2). P. 166–175.
- [3] Кучер В. А. Управление заказами как тактическое управление компанией в России // Известия института систем управления СГЭУ. 2021. № 2 (24). С. 103–105
- [4] Самарина В. П., Косарева И. Н. Особенности управления предприятием в условиях цифровизации // Вестник Евразийской науки. 2019. № 3.
- [5] Ячменева В. М., Османова З. О. Управление адаптивностью в контексте деятельности предприятий в условиях цифровизации // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2021. № 4 (57). С. 56–62.
- [6] Мезенцева Е. С. Эффекты цифровизации промышленных малых и средних предприятий в условиях Индустрии 4.0 // Региональная экономика: теория и практика. 2021. Т. 19. № 11. С. 2086–2106.
- [7] Порядина В. Л., Лихачева Т. Г., Харламов Д. А. Формирование производственной программы организации и применение оптимизационного

моделирования в управлении заказами на примере ООО «КДВ Воронеж» // Проектное управление в строительстве. 2021. № 1 (22). С. 144–154.

[8] Русских П. А., Капулин Д. В. Мультиагентная модель многономенклатурного мелкосерийного производства // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2021. Т. 21. № 4. С. 69–80

[9] Вэй Х., Мельников А. С., Колесников А. В. Специфика управления закупками в условиях тотальной цифровизации // Экономика и управление: проблемы, решения. 2021. Т. 3. № 5 (113). С. 92–99.

[10] Васина В. Н. Развитие человеческого капитала промышленного предприятия в условиях цифровизации // Весенние дни науки: сборник докладов. Министерство науки и высшего образования РФ; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина; Институт экономики и управления, 2021. С. 199–202.

УДК 334.7

JEL classification: D81

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-15

Подходы к оценке устойчивого развития предприятий машиностроения в условиях цифровизации¹

Т.С. Орлова ^а, А.А. Тимошин ^б

^а Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург, Россия)
<https://orcid.org/0000-0003-0113-6025>

^б Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург, Россия)
<https://orcid.org/0000-0001-8669-1241>

Автор для корреспонденции: А.А. Тимошин (sas-timosh@ya.ru)

Аннотация. В современной экономической литературе рассматривается множество подходов в рамках устойчивого развития. Авторами анализируются различные подходы к оценке устойчивого развития предприятий и в частности в машиностроении. Данные подходы позволяют сформировать представление о текущей деятельности предприятия. Актуальность данной статьи определяется тем, что в нынешних условиях нет однозначного мнения о том, какое влияние оценка устойчивого развития оказывает на развитие предприятия. В текущих реалиях параллельно с процессами расширения давления неопределенностей на деятельность предприятия наблюдается активный процесс развития и внедрения цифровизации экономики. Данные действия положительно сказываются на всех жизненно важных процессах предприятия. Также в статье рассматриваются аспекты обеспечения рискоустойчивости предприятий. Особо выделены значимость и передовые позиции для становления отечественной экономики высокотехнологичных предприятий, развитие которых, по мнению авторов, обеспечивает не только создание инновационных производств, но и высококонкурентных товаров — заменителей зарубежных аналогов. Однако нельзя забывать и о нарастающей неопределенности окружающей среды, что обязывает хозяйствующие субъекты проводить постоянный мониторинг как внешней, так и внутренней среды, искать альтернативные управленческие решения, направленные на обеспечение рискоустойчивости предприятия. В статье рассматривается текущая ситуация с состоянием высокотехнологичных промышленных предприятий и регулирования механизма их рискоустойчивости в экономической отрасли в рамках современных высоких технологий.

Ключевые слова: устойчивое развитие; машиностроение; риск; рискоустойчивость; высокотехнологичное предприятие; цифровизация.

¹ © Орлова Т.С., Тимошин А.А. Текст. 2022

Approaches to Assessing the Sustainable Development of Machine-Building Enterprises in the Context of Digitalisation

T. S. Orlova ^a, A. A. Timoshin ^b

^a Ural State University of Economics (Ekaterinburg, Russia)

<https://orcid.org/0000-0003-0113-6025>

^b Ural State University of Economics (Ekaterinburg, Russia)

<https://orcid.org/0000-0001-8669-1241>

Corresponding author: A. A. Timoshin (sas-timosh@ya.ru).

Abstract. *Modern economic literature considers many approaches in the framework of sustainable development. The present study examines various approaches to assessing the sustainable development of enterprises, and, particularly, in machine building. These approaches provide insight into the current activities of enterprises. The research is relevant, since there is no unambiguous opinion on the impact of sustainable development assessment on the development of enterprises. In the current realities, in parallel with the processes of expanding the pressure of uncertainties on the activities of enterprises, digitalisation of the economy is being actively implemented. These actions have a positive effect on all vital processes of enterprises. The article also discusses aspects of ensuring the risk tolerance of enterprises. The importance of high-tech enterprises for the formation of the domestic economy is especially highlighted: their development ensures not only the creation of innovative industries, but also the production of highly competitive goods — substitutes for foreign analogues. However, it is necessary to take into account the growing uncertainty of the environment, which obliges business entities to constantly monitor both the external and internal environment, as well as to look for alternative management solutions aimed at ensuring the risk tolerance of the enterprise. The article discusses the current situation in high-tech industrial enterprises and the regulation of the mechanism of their risk tolerance in the economic sector in the framework of modern high technologies.*

Keywords: sustainable development; mechanical engineering; risk; risk tolerance; high-tech enterprise; digitalisation.

Введение

В современной рыночной экономике обострилась ситуация с развитием машиностроительных предприятий. В данных условиях является актуальной проблема устойчивого развития и будущие перспективы стабильного существования машиностроительных предприятий.

Для обеспечения устойчивого развития необходимо провести грамотный обзор основных теоретических аспектов рисков и рискоустойчивости как основных составляющих устойчивого развития.

В современных условиях развития мероприятия по цифровизации помогут наладить бесперебойную работу всех бизнес-процессов предприятия в течение всего цикла производства. Данные действия необходимы для развития и внедрения цифровизации экономики.

Было проанализировано текущее состояние развития цифровизации в экономике, выявлена необходимость применения цифровых технологий на предприятиях машиностроения для повышения их устойчивого развития.

Подходы к оценке устойчивого развития

В современных условиях экономического кризиса возрастает значимость управления рисками. С применением системы управления рисками появляется возможность снижения угроз и возникновения возможностей для достижения стратегических целей (увеличение прибыли и дивидендов акционеров). Чтобы достичь поставленных целей, необходимо решить целый комплекс задач, среди которых определение специфических рисков и их оценка. Далее проводится разработка мероприятий по управлению рисками, их реализация. Для этого запускается обучение сотрудников, повышение квалификации по данному направлению.

Проводился обзор исследований различных авторов по данной тематике. Например, в работе авторов А.О. Егоровой, В.П. Кузнецова, Н.К. Зокировой описывается специфика в рассмотрении определенного вида рисков, влияющих на деятельность предприятий машиностроения.

Необходимость поддержания устойчивого развития в первую очередь вызвана потребностью в машинах, станках, приборах и других видах продукции в других отраслях экономики.

Чтобы обеспечить бесперебойное функционирование всех процессов на предприятиях, нужно максимально снижать вероятность возникновения всех возможных критических видов риска, проводя превентивные мероприятия.

Проведя анализ особенностей факторов риска, влияющих на процессы предприятия машиностроения, можно отметить ключевые недостатки в системе управления рисками, а именно:

1) основными видами рисков для машиностроительных предприятий являются: производственный, финансовый, отраслевой, стратегический и валютный риск, однако не по всем видам рисков представлены действия по управлению;

2) характеристика и уровень влияния (существенное / несущественное; низкое, среднее, высокое) факторов рисков на

деятельность предприятия не дает существенной оценки вероятности/возможности наступления негативного последствия;

3) предложенные мероприятия по предотвращению, страхованию и минимизации рисков носят лишь описательный характер, отсутствуют конкретные действия по реализации данных мероприятий [1].

Если в целом описать термин «рискоустойчивость», можно сказать, что это умение в нужный момент провести мероприятия, связанные с регулированием внутренних и внешних рисков для сохранения конкурентоспособности [2].

По мнению авторов, «рискоустойчивость» является широким понятием, содержащим термин «финансовая устойчивость» и другие составляющие, характеризующие экономическую устойчивость предприятия.

Можно утверждать, что рискоустойчивость является важным фактором обеспечения устойчивого развития и жизнедеятельности предприятий.

Анализируя финансовую структуру и проводя эффективное управление финансами, предприятие сможет своевременно обеспечить свою финансовую устойчивость.

Также нужно отметить, что цифровая экономика позволяет расширить возможности оперативного и качественного анализа и оценки рисков.

Внедрение цифровых технологий на промышленных предприятиях в современных условиях является ключевым показателем. Практически все современные процессы на предприятии не могут обходиться без применения цифровых технологий, особенно в сфере машиностроения. Повышая корпоративную репутацию предприятия, проводя постоянный мониторинг обновления технологий производства, контроль за качеством и производством продукции, слежение за работой сотрудников — все эти направления деятельности связаны с цифровыми технологиями. Но основой жизнедеятельности предприятия является контроль за производством продукции и соответствием продукции стандартам качества [3]. От того, как изготовлена продукция, будет зависеть в будущем текущее положение предприятия в экономике. Предприятие должно определиться с тем, как именно проводить процессы внедрения цифровых технологий в производстве. И какие именно процессы необходимо «оцифровать».

Н.А. Алексеева утверждает, что для выявления рисков существует множество методов: «мозгового штурма», опросных листов, SWOT-анализа, метод Дельфи, карты потоков [4].

Автор О.Н. Кузнецова рассматривает методические подходы к оценке и управлению отраслевыми рисками в целом. Оценка отраслевых рисков строится на оценке групп факторов [6].

Н.А. Марочкин, В.Е. Шкурко проводят анализ методов оценки рисков для машиностроения. На их взгляд, все методы оценки рисков можно свести к двум ключевым группам: качественные методы и количественные методы [7].

Авторы Н.В. Муханова, А.Е. Елагина, С.В. Салкуцан, К.Г. Аркина считают, что для определения влияния риска требуется комплексный подход к моделированию и оценке [8].

Е.И. Степук делает акцент на методическом подходе к комплексной оценке устойчивости развития [9].

Подробный обзор рисков предприятий приводится в работе В.Ж. Дубровского. На взгляд автора, риски необходимо классифицировать и анализировать по уровням [10].

По нашему мнению, первоначальным этапом оценивания рисков может послужить метод оценки рисков SWOT-анализ.

Для примера возьмем предприятия отрасли машиностроения в России (см. табл.).

Проведя SWOT- анализ, сделаем несколько выводов:

— если компания маленькая по сравнению с крупными, то возникает сильная зависимость от них;

Таблица

SWOT-анализ предприятий машиностроения в России

	<i>Возможности:</i> Внешнее финансирование и приток новых сотрудников из различных источников	<i>Угрозы:</i> Санкции, переход к новой рыночной экономике, кризис производства
<i>Сильные стороны:</i> Перспективы развития в условиях зарубежных санкций и ограничений	Привлечение капитала и государственных субсидий при должном развитии отрасли	Интерес молодого поколения к развитию отрасли в условиях санкций
<i>Слабые стороны:</i> Низкие показатели в цифровых технологиях и отставание от текущих тенденций развития	Необходимость привлечения опытных специалистов для развития научно-технической части предприятий	Повышение мотивации сотрудников путем финансового стимулирования, социальных программ, развития, поддержки со стороны государства

Источник: составлено авторами.

- возможны угрозы в рамках экономического состояния в стране;
- поддержание высокого качества производительности труда позволит компании быть устойчивой при любом состоянии экономики;
- если компания нуждается в увеличении штата сотрудников, то необходимо улучшать пиар-компанию для их привлечения, повышать активность на рынке или сменить сферу деятельности;
- создавать условия и претендовать на сотрудничество с государством.

Заключение

Проведенные аналитические исследования позволили сделать вывод, что необходима модернизация методов оценки рисков для обеспечения устойчивого развития промышленных предприятий в связи с тем, что многие из них имеют закрытое производство. Так, в рамках данной статьи авторами рассмотрены методы оценки и регулирования потенциальных рисков в условиях цифровизации в деятельности высокотехнологичных промышленных предприятий. Применение данных мероприятий позволит не только своевременно анализировать информацию, но и выявлять и оценивать уровень риска с целью обеспечения укрепления рискоустойчивости предприятия.

Можно сделать вывод, что проведенный анализ и систематизация научных исследований ряда авторов дали возможность выделить такие понятия, как «рискоустойчивость» и «устойчивое развитие».

Установление взаимосвязи рискоустойчивости и устойчивого развития направлено на своевременное выявление и устранение (либо минимизацию) потенциальных рисков. Управление ими будет способствовать поддержанию конкурентоспособности предприятия в условиях неустойчивых рыночных отношений.

Предприятие в условиях цифровизации решает две основные проблемы. С одной стороны, применить новые технологии в своей деятельности, что требует существенных затрат и при этом вероятно возникновение новых нежелательных рисков. С другой стороны, в связи с появлением новых технологий, новых рисков появляются и новые методы анализа информации и представления отчетности. Все это внедряется в практику при должной эффективности данных мероприятий. Это происходит благодаря новым исследованиям теории рисков, поиска новых возможностей по их выявлению и оценке. Это позволит вовремя выявить и оценить основные риски и отказаться от тех из них, которые несут наибольшую угрозу предприятию. Это поможет укрепить показатели рискоустойчивости и соответственно устойчивое развитие предприятия.

Список источников

[1] *Егорова А.О., Кузнецов В.П., Зокирова Н.К.* Особенности влияния факторов риска на деятельность предприятий машиностроения // Вестник Минского университета. 2016. № 1–1 (13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vliyaniya-faktorov-riska-na-deyatelnost-predpriyatii-mashinostroeniya>

[2] *Прущак О.В.* Управление риском как фактор устойчивого развития инновационных предприятий // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2014. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-riskom-kak-faktor-ustoychivogo-razvitiya-innovatsionnyh-predpriyatii>

[3] *Barkhatov V.I., Benz D.S.* Industrial markets of the Ural region: economic growth in the context of the “new normality” // *Manager*. 2019. Vol. 10. No. 3. P. 83–93.

[4] *Алексеева Н.А.* Методы выявления и оценки рисков в деятельности предприятий по добыче полезных ископаемых и нефтяных компаний // *Znaniy.com*. 2016. № 1–12. С. 1–3. URL: <https://znaniy.com/catalog/product/545149>

[5] *Кузнецова О.Н.* Методические подходы к оценке и управлению отраслевыми рисками // *Российский внешнеэкономический вестник*. 2012 № 10. С. 106–116. URL: [http://www.rfej.ru/rvv/id/3003b356e/\\$file/106-116.pdf](http://www.rfej.ru/rvv/id/3003b356e/$file/106-116.pdf)

[6] *Кузнецова О.Н.* Методические подходы к оценке и управлению отраслевыми рисками // *Российский внешнеэкономический вестник*. 2012. № 11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-otsenke-i-upravleniyu-otraslevymi-riskami>

[7] *Марочкин Н.А., Шкурко В.Е.* Риски развития машиностроительной отрасли и методы их оценки // *Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий: материалы VI Международной научно-практической конференции* (Екатеринбург, 27–28 апреля 2020 г.): в двух томах. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020. Т. 1. С. 181–185.

[8] *Муханова Н.В., Елагина А.Е., Салкуцан С.В., Аркина К.Г.* Методика оценки рисков при организации наукоемкого производства на основе процессно-ориентированного подхода // *Известия СПбГЭУ*. 2021. № 6 (132). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-riskov-pri-organizatsii-naukоеmкого-proizvodstva-na-osnove-protsessno-orientirovannogo-podhoda>

[9] *Стенук Е.И.* Методический подход к комплексной оценке устойчивости развития металлургических предприятий // *Вестник евразийской науки*. 2014. № 1 (20). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-podhod-k-kompleksnoy-otsenke-ustoychivosti-razvitiya-metallurgicheskikh-predpriyatii>

[10] *Дулова И.Н., Дубровский В.Ж., Кузьмин Е.А.* Оценка финансового риска в прогнозах денежных потоков многопродуктового предприятия // *Вестник ЧелГУ*. 2011. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-finansovogo-riska-v-prognozah-denezhnyh-potokov-mnogoproductovogo-predpriyatii>

УДК 332.14

JEL classification: L16, O25, O38, R11

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-16

Цифровизация промышленности как фактор повышения устойчивости экономики к шоковым воздействиям¹

О.А. Романова ^а, А.О. Пономарева ^б

^а Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0002-6647-9961>

^б Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0003-0525-7115>

Автор для корреспонденции: А. О. Пономарева (ponomareva.ao@uiec.ru).

Аннотация. В статье подчеркнуты ключевые инновации в области цифровой трансформации промышленности, реализация которых позволит повысить уровень цифровой зрелости отечественной промышленности. Целью статьи является обоснование цифровизации промышленности как фактора повышения устойчивости экономики к влиянию шоков различной природы. В результате исследования отмечено усложнение экономической жизни в результате масштабного санкционного давления, что привело к таким особенностям промышленного развития, которые в совокупности позволяют характеризовать современный этап экономического развития России как экономику сопротивления. Выделены ее основные черты, возможные стратегии развития, среди которых выделены три наиболее значимых: цифровая трансформация промышленности, повышение операционной эффективности, диверсификация.

Ключевые слова: цифровизация; человеческий капитал; экономика сопротивления; шоки.

¹ © Романова О.А., Пономарева А.О. Текст. 2022

Digitisation of Industry as a Factor in Increasing the Resilience of the Economy to Shocks

O. A. Romanova ^a, A. O. Ponomareva ^b

^a Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-6647-9961>

^b Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia).
<https://orcid.org/0000-0003-0525-7115>

Corresponding author: A. O. Ponomareva (ponomareva.ao@uiec.ru).

Abstract. *The article highlights key innovations in the field of digital transformation of industry, the implementation of which will increase the digital maturity of the Russian industry. The article aims to substantiate the digitalisation of industry as a factor in increasing the resilience of the economy to the impact of various shocks. The complication of economic life resulting from large-scale sanctions was noted. According to features of industrial development, the current stage of Russia's economic development can be characterised as a resistance economy. Its main characteristics, as well as possible development strategies are identified. Three most significant strategies are digital transformation of industry, increase in operational efficiency, and diversification.*

Keywords: digitalisation; human capital; resistance economy; shocks.

Введение

Ключевым технологическим трендом современного этапа мирового развития является цифровизация всех видов экономической деятельности. Особое значение имеет цифровая трансформация промышленности, прежде всего, ее обрабатывающего сектора [1]. В настоящее время в области цифровизации важнейшими являются такие ключевые инновации, как искусственный интеллект, интернет вещей, беспроводная связь, технологии виртуальной и дополненной реальности, новые производственные технологии (робототехника)

Значимый аспект цифровой трансформации промышленности определяется реализацией четырех проектов, инициирующих инновационное развитие отрасли:

— «умное производство», формирующее эффективную систему поддержки российских программных решений и производство программно-аппаратных комплексов;

— «цифровой инжиниринг», содействующий созданию национальной системы стандартизации, которая будет базироваться на технологиях виртуальных испытаний;

— «новая модель занятости», позволяющая создать биржу компетенций в целях увеличения удельного веса интеллектуального труда человека в производственном процессе, что значительно

повысит эффективность использования человеческого капитала в промышленной сфере;

— «продукция будущего», расширяющая возможности производства кастомизированной промышленной продукции и определяющая внедрение технологий предиктивной аналитики как фактора перехода от «ремонта по регламенту» к «ремонту по состоянию».

Полномасштабная реализация отмеченных проектов, предусмотренная распоряжением Правительства РФ «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности» [2], предполагается в период до 2030 г. Однако новые геополитические условия вынуждают промышленные компании к более высокой степени развития государственно-частного партнерства, поиску новых торговых партнеров и углублению производственной кооперации как в рамках страны, так и с партнерами из дружественных стран. Это позволит ускорить реализацию отмеченных проектов. Несмотря на все усложняющиеся, в результате санкций, условия функционирования промышленности, Правительство России будет поддерживать проекты по созданию и внедрению отечественных цифровых продуктов, сервисов и платформенных решений на базе технологий передового производства, включая технологии виртуальной и дополненной реальности, искусственного интеллекта, интернета вещей.

Новые геополитические условия

Реализация этой задачи значительно усложняется условиями экономической жизни в России, сложившимися в результате масштабного санкционного давления. По мнению ряда авторов, экономика нашей страны характеризуется как экономика сопротивления [3, 4, 5]. Данный термин был использован в Иране в 2007 г. для характеристики сформировавшейся там экономики, целью которой являлось использование в максимально возможных размерах внутренних ресурсов страны и активное противостояние санкциям, чтобы не допустить развитие кризиса. Среди основных принципов функционирования экономики сопротивления важнейшими являются постоянный мониторинг и контроль за финансами, разнообразные виды массивной поддержки иранских производителей, оптимальное использование государственных, природных и человеческих ресурсов.

Сложившаяся ситуация в экономической жизни России во многом соответствует признакам, характеризующим экономику сопротивления. Успешность функционирования отечественной промышленности в рамках экономики сопротивления во многом будет зависеть от вза-

имосвязанной реализации трех ключевых стратегий развития: цифровая трансформация промышленности; повышение операционной эффективности, связанное в новых условиях не с бережливым производством, а с наличием ресурсной избыточности и повышением гибкости производства; диверсификация поставщиков и потребителей.

Декларируемая в течение многих лет японская модель бережливого производства нашла широкое применение в промышленности России. Здесь были созданы в рамках Национального проекта «Производительность труда и поддержка занятости» Центры компетенций, оказывающие помощь промышленным предприятиям в области реализации предложений по развитию бережливого производства. Однако в условиях новой геополитической реальности, когда были нарушены многолетние мирохозяйственные связи, в том числе в период пандемии, разорваны многие технологические цепочки формирования добавленной стоимости, идеология бережливого производства оказалась не в состоянии обеспечить непрерывный производственный процесс. Оказалось востребованным наличие определенных избыточных ресурсов, гарантирующих непрерывность процессов (рис. 1).

В условиях экономики сопротивления возрастает важность обеспечения процессов внешнеэкономической деятельности. Промышленная продукция является весомой частью как российского экспорта, так и импорта важнейших наименований. На примере крупнейшего промышленного центра России, Уральского федерального округа, можно проследить соотношение экспортно-импортных операций. Так, в рамках УрФО количество заключенных соглашений по импорту технологий и услуг технического характера (453) превышает аналогичный показатель по экспорту (370).

Превышение выплаты средств организациями УрФО за импортируемые технологии и услуги технического характера над экспортируемыми по итогам 2020 года составило 188,1 млн долл. Наибольшая доля в структуре товарного экспорта УрФО принадлежит топливно-энергетическому комплексу (57 %), максимальную долю импортируемой продукции (60 %) составляют «машины, оборудование и транспортные средства» (табл. 1). Среди субъектов УрФО Свердловская область лидирует в экспортной деятельности по всем видам деятельности, кроме продукции ТЭК, где лидером является Ханты-Мансийский автономный округ — Югра Тюменской области. Практически аналогичная ситуация по импорту продукции, где Свердловская область занимает первое место по всей анализируемой товарной структуре импорта (табл. 2).

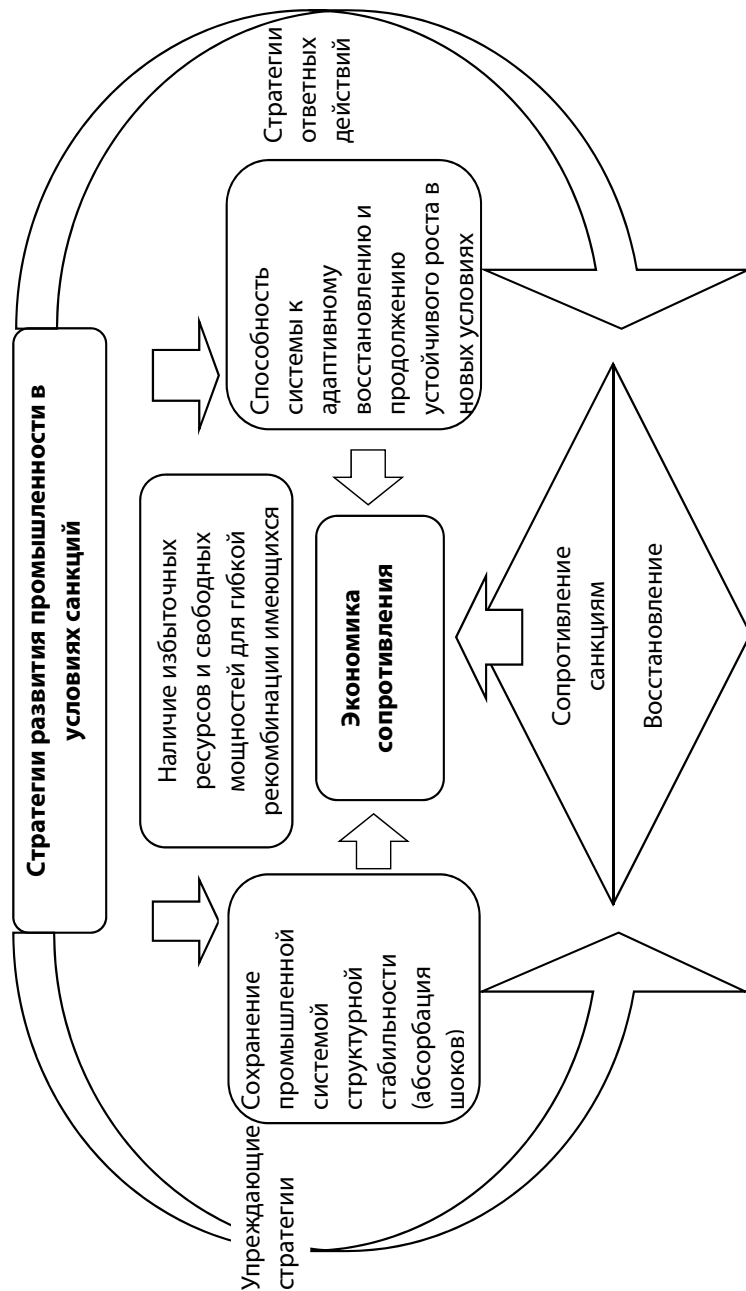


Рис. 1. Модель формирования экономики сопротивления
Разработана авторами на основе [6, 7]

Таблица 1

Товарная структура экспорта в 2020 г. (тысяч долларов США)

Субъект УрФО	Продовольственные товары и с/х сырье	Продукция ТЭК	Продукция химической промышленности, каучук	Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	Металлы и изделия из них	Машины, оборудование
УрФО	334949,7	15019416,6	1 080608,2	422815,9	7517246,7	2125117,2
Курганская область	28100,8	—	19721,5	19513,8	19740,0	29588,8
Свердловская область	102716,4	38728,9	732583,8	215723,5	4259133,7	1616821,0
Тюменская область	25458,8	14934049,1	214516,1	101259,9	15068,8	145409,0
в том числе:						
ХМАО	440,7	10931841,5	529,1	65293,7	1436,0	52595,8
ЯНАО	2493,9	3873106,8	24,5	7,2	181,9	38064,1
Тюменская область без АО	22524,1	129100,9	213962,5	35959,0	13450,9	54749,1
Челябинская область	178673,7	46638,5	113786,8	86318,8	3223304,2	333498,5

Источник [8]

Таблица 2

Товарная структура импорта в 2020 г. (тысяч долларов США)

Субъект УрФО	Продовольственные товары и с/х сырье	Продукция ТЭК	Продукция химической промышленности, каучук	Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	Металлы и изделия из них	Машины, оборудование
УрФО	314900,5	95647,1	880830,3	48951,9	1874482,9	4873283,7
Курганская область	40517,3	846,9	39033,1	1276,0	15031,6	43435,3
Свердловская область	167905,7	52321,5	511538,8	26700,4	1285374,7	2299593,6
Тюменская область	13791,8	7236,1	188664,6	6071,1	308520,7	1696351,9
в том числе:						
ХМАО	1588,8	89,3	19631,7	113,0	51835,0	271971,8
ЯНАО	146,7	—	6228,8	37,5	73247,3	223525,2
Тюменская область без АО	12203,0	7146,7	162804,2	5920,6	183438,3	1200854,9
Челябинская область	92539,0	35242,7	141593,7	14904,4	265555,9	833902,9

Источник [8]

Внешнеэкономическая деятельность во многом гарантирует государству удовлетворение потребностей не только в разнообразных видах продукции, но и в многочисленных услугах. Значительную роль в поддержке этой деятельности играет Российский экспортный центр (РЭЦ). Переключаясь в значительной мере в новых условиях на решение задач по импортозамещению, он продолжает в то же время оказывать помощь бизнесу по экспорту продукции. Большое значение в этой области принадлежит цифровой системе оказания мер поддержки бизнесу. Важно для бизнеса, работающего на экспорт, получать все необходимые услуги в одном окне. Но успешность этого процесса может быть достигнута только при условии цифровизации всех мер поддержки. Информационная система «Одно окно», созданная в России, является одним из важнейших мероприятий в национальном проекте «Международная кооперация и экспорт» [9]. Его реализация позволит увеличить экспорт сырьевых и неэнергетических товаров.

Безальтернативность цифровизации промышленности проявляется во всех сферах деятельности предприятий этой отрасли, в частности в проектировании, цифровизация которого приобретает все большее значение. Но, по данным Минпромторга, цифровое проектирование в настоящее время не отличается высокой эффективностью. В этом процессе до сих пор сохраняется частичная, или даже полная, импортозависимость с позиции цифрового обеспечения. Разные форматы данных, несоответствие программного обеспечения необходимому уровню информационной безопасности не позволяют слаженно взаимодействовать предприятиям отрасли. Доля российского рынка, к сожалению, во всех ключевых классах информационных систем не превышает 30 % [10]. Понятно, что такой показатель является крайне низким для решения задач, обеспечивающих цифровизацию промышленности на базе внедрения отечественных программных продуктов.

Недостаточное наличие отечественных IT-решений, резкая переориентация экспортно-импортных потоков промышленной продукции, что требует многочисленных решений в области их цифрового обеспечения, оказали существенное влияние на снижение предпринимательской уверенности как в добывающей, так и в обрабатывающей промышленности России. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» провел конъюнктурный опрос руководителей более 4000 крупных и средних промышленных предприятий из 82 субъектов Федерации. Обработка полученных данных показала значительное снижение индекса

предпринимательской уверенности в первом полугодии 2022 г., что является характерным признаком экономики сопротивления. Такая же тенденция характерна для распределительной отрасли, включая электроэнергетику. Лимитирующим фактором, ограничивающим рост производства, более 60 % руководителей обрабатывающих производств и 42 % респондентов — представителей добывающих производств назвали экономическую неопределенность. Самые большие проблемы, связанные с работой в санкционном режиме, испытывают компании крупного бизнеса, которые в максимальной степени вовлечены во внешнеэкономическую деятельность и оказывают наибольшее влияние на устойчивость функционирования экономики в целом. Такие же проблемы характерны для хозяйствующих субъектов из высоко- и среднетехнологичных подотраслей обрабатывающей промышленности.

В то же время длительный период нахождения экономики под санкционным давлением (2014–2022 гг.) позволил ИТ-отрасли России не только усилить ее присутствие на внутреннем рынке, но и организовать экспорт ИТ-продуктов. Российские ИТ-компании в значительном объеме экспортируют свою продукцию на зарубежные рынки, прежде всего в страны Латинской Америки, Азии и Африки. Российские компании на этих рынках достаточно успешно конкурируют с глобальными ИТ-продуктами. Россия имеет достаточно широкий перечень разработок, включая офисное ПО и продукты для автоматизации различных процессов. Важно, что отечественные предприятия экспортировали свою продукцию в условиях конкурентной среды, где на рынке присутствовали глобальные ИТ-компании. Это может позволить достаточно успешно осуществить импортозамещение.

Цифровизация промышленности, являясь определяющим технологическим трендом современного передового производства, несет с собой целый ряд рисков. По данным Минпромторга, среди них можно выделить риски, которые обусловлены неудовлетворительным финансовым положением значительной части промышленных компаний, часть из которых характеризуется низкой рентабельностью, но нередко и убыточностью текущего производства. Практически все промышленные компании имеют значительные портфели кредитов, отмечают сложность их возврата, в том числе из-за отсутствия свободных оборотных средств. Это, конечно, не позволяет многим из них осуществлять в должной мере программы цифровой трансформации производства. Серьезно осложняются процессы цифровизации промышленности наличием высокого

уровня межрегиональных различий кадрового потенциала, инфраструктуры, качества региональных государственных институтов. Но важнейшими среди рисков являются риски утери человеческого капитала. Отток специалистов из ИТ-сферы только за февраль-март 2022 года составил 50–70 тыс. человек, что определило необходимость принятия специальных мер поддержки этих высококвалифицированных кадров [11]:

- освобождение от уплаты налога на прибыль и от проверок контрольными органами на три года всех ИТ-компаний;
- возможность взятия кредитов по ставке 3 % годовых;
- оформление сотрудниками ИТ-компаний льготной ипотеки;
- отсрочка от призыва в армию специалистов на время их работы в российских ИТ-компаниях;
- расширение программы предоставления грантов на создание отечественных решений.

В целом потери человеческого капитала, вызванные миграцией россиян, возросли с 59,5 млрд руб. в 2015 г. до 128,7 млрд руб. в 2020 г. [12] Для удержания населения необходимо обеспечить социально-экономическое благополучие в стране. Однако это только необходимое, но недостаточное условие для удержания квалифицированных кадров. Должны быть созданы возможности для обсуждения и реализации творческих идей, востребованности профессии, соответствующий уровень развития социальной среды и т. д. Отсутствие условий для сохранения кадров не только высокой квалификации, но и людей, имеющих среднее профессиональное образование, является серьезным препятствием для закрепления интеллектуального фактора как драйвера структурных преобразований промышленности России и её индустриальных регионов.

Заключение

Проведенные исследования по цифровизации промышленности подтверждают, что в современных условиях возрастает ее значимость как важнейшего фактора повышения устойчивости отечественной экономики. Правительственные меры поддержки ИТ-отрасли способствуют повышению устойчивости экономической системы страны. Цифровая трансформация промышленности, оставаясь отечественным мейнстримом, преобразуя «экономику сопротивления», в современных геополитических условиях может позволить смягчить последствия влияния экономических и политических шоков на экономическую систему.

Благодарность

Исследование выполнено в соответствии с госзаданием Института экономики УрО РАН на 2021–2023 гг.

Список источников

[1] *Сморodinская Н. В., Катукoв Д. Д.* Цифровая экономика. Ключевые черты и последствия индустриальной революции 4.0 // *Инновации*. 2017. №10 (228).

[2] Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности. Распоряжение Правительства РФ от 6.11.2021 г. №3142-р. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111090018?index=1&rangeSize=1> (дата обращения 09.09.2022 г.)

[3] *Хоминич И. П., Алихани С.* Россия и Иран в условиях экономических санкций: антисанкционная политика и экономика сопротивления // *Вестник РЭУ им. Г. В. Плеханова*. 2021. Т. 18. №2. (116). С. 5–12. <http://dx.doi.org/10.21686/2413-2829-2021-2-5-12>

[4] *Баранова А. А.* Экономика сопротивления и интернационализация: иранский сценарий для нефтяных компаний РФ // *Экономические науки*. 2022. № 6 (211). С. 265–272.

[5] *Юртаев В. И.* Иран в ситуации трансформации санкционного режима // *Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право*. 2017. № 10 (2). С. 66–80.

[6] *Сморodinская Н. В., Катукoв Д. Д., Малыгин В. Е.* Глобальные стоимостные цепочки в эпоху неопределенности: преимущества, уязвимости, способы укрепления резильентности // *Балтийский регион*. 2021. Т. 13. № 3. С. 78–107. <http://dx.doi.org/10.5922/2079-8555-2021-3-5>.

[7] *Dolgui A., Ivanov D., Sokolov B.* Ripple effect in the supply chain: An analysis and recent literature // *International Journal of Production Research*. 2018. № 56(1–2). P. 414–430.

[8] Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021: Стат. сб. / Росстат. М., 2021. 1112 с. URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm (Дата обращения 07.09.2022 г.)

[9] Национальные проекты РФ. URL: <https://национальныепроекты.рф/projects> (дата обращения 25.10.2022 г.)

[10] Цифровая индустрия промышленной России 2022. URL: <https://cipr.ru/wp-content/uploads/pdf/izdanie/cipr2022-magazine.pdf> (дата обращения 25.10.2022)

[11] О мерах по обеспечению ускоренного развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации: Указ Президента РФ от 02.03.2022 № 83. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_410684/ (дата обращения 01.10.2022 г.)

[12] *Наумов И.* Металлурги создадут СП для перевода отрасли на отечественный софт // *Профиль*. 2022. № 29–30(184). С. 36–37.

JEL classification: L60, L61

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-17

Проблемы цифровизации отечественной металлургии в условиях санкционного давления¹

О.А. Романова ^а, Д.В. Сиротин ^б

^{а, б} Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия).

Автор для корреспонденции: Д. В. Сиротин (sirotin.dv@uiec.ru).

Аннотация. На фоне глобальных геополитических преобразований и мощнейшего санкционного давления металлургический комплекс России испытывает ряд проблем, возможности преодоления которых будут определять тенденции работы комплекса на современном этапе развития. В связи с этим целью работы является выделение проблем, с которыми столкнулась металлургическая промышленность России в результате беспрецедентного санкционного давления на нее стран Запада. Гипотеза исследования заключается в том, что металлургия РФ в условиях новой реальности трансформируется в направлении цифрового самообеспечения. В работе отражены важнейшие аспекты в сфере цифровизации металлургии и проблемы внедрения цифровых технологий в российский металлургический комплекс в условиях геополитической напряженности и санкционного давления. Проведён анализ лучших практик, по результатам которого на примере одной из крупнейших отечественных металлургических компаний приведены основные инициативы цифровизации производств в условиях санкционного давления.

Ключевые слова: цифровые технологии; металлургия; роботизация; ценовая конъюнктура; эффекты цифровизации; санкционное давление; лучшие практики.

¹ © Романова О.А., Сиротин Д.В. Текст. 2022

Problems of Digitalisation in Domestic Metallurgy Considering Imposed Sanctions

O.A. Romanova ^a, D.V. Sirotin ^b

^{a, b} Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia)

Corresponding author: D. V. Sirotin (sirotin.dv@uiec.ru).

Abstract. *Influenced by geopolitical transformations, Russian metallurgical industry suffers from sanctions imposed by Western countries. This situation creates a number of problems for the operation of the industry at the present stage of development. The study aims to highlight the problems faced by the Russian metallurgical industry as a result of sanctions pressure. It is hypothesised that the metallurgy of the Russian Federation in the new reality is being transformed in the direction of digital self-sufficiency. The most important aspects of the digitalisation in metallurgy and the problems of introducing digital technologies into Russian metallurgical industry were highlighted. Best relevant practices were analysed. Using the example of a large Russian metallurgical company, the study presented main initiatives for the digitalisation of production under sanctions.*

Keywords: digital technologies; metallurgy; robotisation; price environment; effects of digitalisation; sanctions pressure; best practices.

Введение

Россия является одним из крупнейших игроков на мировом рынке металлов. В структуре ВВП РФ доля металлургии составляет 5 %, в валютном экспорте — 14 %. Даже в условиях жесткой санкционной политики в отношении российской экономики, резкое обострение которой началось в марте 2022 г., металлургическая промышленность в целом продолжает оставаться экспортоориентированной отраслью РФ. Крупнейшим рынком сбыта российской стали в последние годы оставались страны Евросоюза, хотя в период пандемии спрос на черные металлы здесь сократился до минимума с 2010 г. [1] и место основного импортера занял Казахстан. Не имеющие прецедентов антироссийские санкции стран Запада влияют на наиболее важные отрасли экономики, в том числе наукоемкие сферы деятельности, и нацелены максимально затормозить развитие этих секторов и экономики РФ в целом. В этих условиях первостепенной задачей для выработки оптимальной стратегии дальнейшего развития отечественной металлургии и политики ее реализации является анализ имеющихся возможностей и оценка угроз, с которыми сегодня сталкиваются производители металлов.

**Развитие отечественной металлургии
в условиях санкционных обострений
на фоне проводимой РФ специальной военной операции**

Март-июнь. В результате санкционного давления на РФ, прежде всего со стороны США и стран ЕС, в марте-апреле 2022 г. экспорт российских металлов в страны дальнего зарубежья был частично заморожен. Данная тенденция отразилась и на уральских металлургах. Кроме того, наблюдалось сокращение спроса на внутреннем рынке в силу снижения объемов работ в строительстве и автомобилестроении, а также сокращения инвестиций в нефтегазовую отрасль. Тем не менее это не помешало ПАО «ММК» (на ЗАО «Лысьвенский металлургический завод») в марте запустить производство стального проката с новыми инновационными покрытиями («антиграфити» и «антибактериальное»).

В июне 2022 г. крупнейшие (и не только) отечественные металлургические компании продолжили работы по изменению схем оплаты на внешних рынках и перестройке логистических путей импорта металлургического сырья и экспорта готовой металлопродукции. Такие работы начались еще в марте-апреле (с появлением затруднений международных продаж), и к лету 2022 г. у компаний стало формироваться видение дальнейших путей развития относительно поиска новых рынков сбыта, направлений диверсификации производств и пр. Некоторые металлургические компании сегодня реализуют политику ценовой лояльности на внутреннем рынке, но, как отмечают аналитики, отечественные потребители покрывают не более половины спроса, наблюдаемого ранее на внешнем рынке [2]. Тем не менее производители также обеспечены контрактами стран СНГ. В числе наблюдаемых в отрасли проблем стоит особо выделить необходимость закупки высокотехнологичного оборудования, импорт которого остается недоступен отечественным компаниям.

Июль-сентябрь. На фоне действующего на территории ЕС запрета на импорт российских товаров в третьем квартале 2022 г. (июль-сентябрь) продолжались поиск и переход отечественных предприятий металлургической отрасли на новые рынки [3]. Происходит смещение товарных потоков на восток. Новые направления охватывают страны Африки, Китай и др. Для закрепления на этих рынках производителями предлагаются условия поставок с высоким дисконтом. Частым условием поставок также является изменение характеристик выпускаемой металлопродукции под требования новых заказчиков. Учитывая удлинение логистических маршрутов, повышение транспортных тарифов и невыгодное для

экспортеров укрепление национальной валюты, отдельным российским металлургическим компаниям приходится работать в убыток и сокращать объемы производства. Во втором квартале 2022 г. снижение объемов производства металлопродукции в РФ оценивалось примерно в 2–4 %, при сокращении экспорта в среднем на 17–25 %.

Сталеплавильными компаниями Урала и Приволжского федерального округа в третьем квартале 2022 г. в силу сокращения экспортных поставок и ужесточения конкуренции на внутреннем рынке были снижены цены и сокращены объемы выплавки чугуна и стали. Производителями также отмечается рост себестоимости металлопродукции. По прогнозам компаний, к концу года объемы продаж черных металлов могут сократиться более чем на 30 %. Сильно пострадали производители стальной продукции, предназначенной для российской автомобилестроительной отрасли (листовой прокат и др.). Их производственные объемы уже сократились более чем в три раза.

В секторе цветной металлургии наблюдался рост объемов складских запасов в силу превалирования объемов производств над уровнем продаж. В частности, такую тенденцию отмечают металлургические организации Сибирского федерального округа.

Восьмым пакетом санкций Евросоюза против Российской Федерации было установлено эмбарго на поставки в страны ЕС полного перечня российской стальной продукции. Запрет на экспорт черных металлов и отдельных видов стальной продукции из России был введен Европой еще в марте этого года (на слэбы, стальную заготовку и другие полуфабрикаты на тот момент запрет не распространялся). Так, если в марте-мае 2022 г. объем экспорта российской продукции черной металлургии в ЕС составлял в среднем 780 млн долл./мес., то в июне он сократился до 522, а в июле — до 243 млн долл.¹ Экспорт в Европу этой продукции будет полностью остановлен до конца 2022 г. Также теперь запрещено оказывать российским компаниям консультационные, инженерные (инжиниринговые) и иные услуги. В рамках металлургических производств это прежде всего скажется на оказании инжиниринговых услуг, доля которых в структуре соглашений по импорту услуг из стран ЕС в 2020 г. составляла почти 75 %. Также, очевидно, полностью будут прекращены совместные научные исследования и разработки, остановится ИТ-консалтинг.

¹ Восьмой пакет санкций ЕС против России. Что важно знать // Информационный интернет-сервис РБК. URL: <https://www.rbc.ru/economics/06/10/2022/633ec9309a7947735697e0fb> (дата обращения: 10.10.2022).

Наблюдаемая смена логистического вектора в отношении экспортных поставок металлопродукции стала причиной перегруженности путей сообщения в восточном направлении. Некоторые уральские (и не только) металлургические компании испытывают сложности с логистической схемой поставок из-за повышенной загрузки железнодорожной ветки в направлении до Новороссийского порта и самого порта. Поставки в дружественные страны также сопряжены со сложностями ввиду отказа работы с российскими заказчиками крупнейших международных контейнерных перевозчиков. В этих условиях наиболее стабильной остается работа автотранспортных перевозчиков, растущая конкуренция между которыми на внутреннем рынке (в силу перехода с международных перевозок по европейским направлениям) способствует сдерживанию уровня цен.

Продолжающееся усугубление ситуации по логистическим вопросам, поиску новых партнеров внутри страны и за ее пределами, ускоренной заполняемости складов готовой продукции и снижению материально-сырьевых запасов, стабильности валютных курсов сказывается на ценовой политике отечественных производителей металлов. При этом важна возможность сбалансированного регулирования цен, позволяющая реагировать на все внешние изменения. Это способствует сохранению делового климата и повышению потребительского доверия.

В марте 2022 г. цены на основные виды металлопродукции на внутреннем рынке выросли в среднем на 9 %, экспортные цены — на 35–40 %, но уже в последующие месяцы наблюдалось снижение цен как на внутреннем, так и внешнем рынках (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что внутренние и экспортные цены наиболее близки между собой у трубной стальной продукции (кроме электросварных труб) и листового горячекатаного проката, по которым отмечается однопорядковый рост цен.

В марте 2022 г. в экстренном порядке Правительством РФ в целях стабилизации ценовой конъюнктуры были реализованы меры, позволившие уже в апреле снизить цены на концентраты ряда цветных металлов (Cu — 33 %, Ni — 42 %, Zn — 23 %) и отдельные виды готовой металлопродукции [5]. К концу марта решением Министерства промышленности и торговли РФ была отменена привязка внутренних цен на металлы к котировкам Лондонской биржи металлов в пользу расчета в национальной валюте¹. Тем же органом было

¹ Минпромторг и металлурги договорились уходить от привязки к LME. URL: <https://www.interfax.ru/business/830613> (дата обращения: 25.05.2022).

Таблица 1
Средние цены отечественных производителей на основные виды металлопродукции и сырье в 2022 г., руб./т.

Вид продукции	Рынок	Январь	Март	Май	Июль	Август	Август в % к январю
Концентрат железорудный	Внутренний рынок	6176,3	8648,6	7678,3	4235,2	3698,4	59,9
	Всего	6044,1	8304,0	8129,9	4464,6	3745,9	61,9
	Экспорт	5228,2	7220,9	11446,7	5204,8	3954,4	75,6
Чугун переделный в чушках, болванках или в прочих первичных формах	Внутренний рынок	36118,7	43996,8	47861,1	33778,6	28200,8	78,1
	Всего	33950,8	44200,1	45239,6	24182,5	26148,1	77,0
	Экспорт	35288,6	44209,4	44876,9	22025,4	24731,5	74,3
Ферросилиций	Внутренний рынок	208705,7	221355,2	215998,3	142523,9	136685,1	65,5
	Всего	151773,2	168724,4	153528,9	104725,6	98107,7	64,6
	Экспорт	н/д	н/д	124170,5	88849,8	84993,2	н/д
Феррохром	Внутренний рынок	248348,5	285372,9	373178,6	253157,4	283302,7	114,1
	Всего	174905,6	285935,4	304254,8	233550,0	205222,4	117,3
	Экспорт	152754,2	286557,1	235514,8	212452,5	160887,9	105,3
Сталь нелегированная в слитках или в прочих первичных формах и полуфабрикаты из нелегированной стали	Внутренний рынок	40829,3	53952,1	74819,3	33231,2	45871,1	112,4
	Всего	41013,4	65181,9	43447,8	26862,5	27721,9	67,6
	Экспорт	41022,6	65611,9	43041,9	26379,7	25948,4	63,3

Окончание табл. на след. стр.

Окончание табл. 1

Вид продукции	Рынок	Январь	Март	Май	Июль	Август	Август в % к январю
Сталь легированная прочая в слитках или в прочих первичных формах и полуфабрикаты из прочей легированной стали	Внутренний рынок	64500,6	72027,2	79170,7	49027,3	38983,3	60,4
	Всего	46973,8	66339,6	53310,2	41152,7	35859,7	76,3
Трубы стальные для нефте- и газопроводов бесшовные	Внутренний рынок	81033,7	88128,4	84970,6	92449,7	85843,0	105,9
	Всего	80636,5	88099,6	84970,6	92481,5	85843,0	106,5
Трубы стальные электросварные	Внутренний рынок	59763,4	66682,6	67651,4	63149,8	56578,9	94,7
	Всего	59769,9	66686,0	67647,0	63148,8	56611,1	94,7
	Экспорт	63910,9	70636,4	63202,6	н/д	69930,4	109,4
Трубы стальные водогазопроводные	Внутренний рынок	56052,6	64021,3	61453,8	56403,9	52579,9	93,8
	Всего	58550,8	64133,7	61987,9	56431,1	52595,4	89,8
Прокат листовой горячекатаный стальной, без дополнительной обработки	Внутренний рынок	64777,4	68993,8	69654,9	54477,8	47268,1	72,9
	Всего	64750,2	68943,2	69425,7	54313,1	47120,4	72,8

Источник: [4]

дано право регулирования наценки на стальную продукцию строительного сортамента, прокат и применяемое при их производстве сырье на основании специальных временных соглашений между Минстроем, Минэнерго и региональными властями, действующих до конца 2022 г.¹ Смысл таких соглашений заключается в установлении потолка цен на внутреннем рынке на ключевые виды металлопродукции в условиях нестабильной рыночной конъюнктуры.

В первом полугодии 2022 г. в РФ был введен акциз на жидкую сталь, не используемую производителями для собственных нужд, выплавляемую в объемах более 300 тыс. тонн в год и с долей легирующих элементов менее 20 % (ПП РФ от 15 апреля 2022 г. № 669).

Как и во многих других отраслях промышленности РФ, в металлургии был легализован параллельный импорт (ПП РФ от 29 марта 2022 г. № 506) на группу товаров, в которую включены руды (Rio Tinto, TiZir Titanium & Iron), РЗМ, черные металлы (Acroni, DMS, Griggs steel Co.) и изделия из них (Scania, Siemens), отдельные цветные металлы (Cu, Al, Zn, Pb, Sn и др.) и продукты на их основе.

Также в рамках плана первоочередных действий по экономической стабилизации в условиях санкций в этот период были реализованы изменения в тарифном регулировании грузовых перевозок. Нововведения включали механизм поэтапной индексации грузовых ж/д тарифов с учетом инфляции, учитывающий структурные особенности груза (стратегическая важность, импорт / экспорт и др.) [6].

Инвестиционная деятельность российских металлургических компаний в современных условиях

Принятые меры позволили смягчить переход к новым условиям работы предприятий металлургической промышленности России. Несмотря на все сложности, отдельные компании продолжили реализацию инвестиционных программ, ориентированных на развитие производственных процессов и импортозамещение.

Так, АО «Металлоинвест» реализует ряд программ по повышению экологической безопасности и энергоэффективности, в рамках долгосрочной Стратегии качественных изменений до 2032 г. Большое внимание компания уделяет проблеме декарбонизации производств, в рамках решения которой выполняются задачи модернизации про-

¹ Власти предложили ввод ограничений для наценок на стройматериалы и металл. URL: <https://www.rbc.ru/business/24/05/2022/628659109a7947f6b0158537> (дата обращения: 25.05.2022).

изводственных мощностей для получения горячебрикетированного и / или прямовосстановленного железа (ГБЖ / ПВЖ)¹ для перехода на водородные ресурсы (до 30 %). Предполагается, что на новом заводе компании (типа ГБЖ) восстановление железа полностью будет основано на водороде [7]. В планах Металлоинвеста к 2025 г. — сокращение выбросов CO₂ в рамках своих производств на 6 %, к 2050 г. — достижение их углеродной нейтральности [8].

Компанией ООО «Эколант» (аффилирована с ОМК) в г. Выкса (Нижегородская обл.) при поддержке правительства, на базе СПИК, возводится комплекс с полным циклом электросталеплавильного производства. Первые финансовые вложения (33 млрд евро) в строительство завода были получены в июне 2021 года. Основными инвесторами выступают ПАО «Сбербанк», ПАО Банк «Финансовая корпорация Открытие» и ВЭБ.РФ. Особенностью предприятия будет реализация производственной схемы на основе метода прямого восстановления железа и электродуговой плавки. Производственный цикл будущего завода также предполагает наличие внепечной обработки стали и машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Производственные мощности предприятия составят 1,8 млн тонн стали в год [9].

Первоуральский новотрубный завод (ПНТЗ) занят реализацией проекта, охватывающего технологии автоматизации, цифровизации и роботизации производства. Нововведения ПНТЗ имеют различный характер: 1) Выпуск стали в электросталеплавильном цехе теперь контролируется тепловизионной камерой; 2) Автоматизирован процесс подачи жидкого металла в сталеразливочный ковш, что позволило сократить расход ферросплавов и ручной труд, повысить качество непрерывнолитой стали на выходе, улучшить условия безопасности и др.; 3) Комплекс дуговой сталеплавильной печи ожидает модернизации, включающей его оснащение роботизированными системами. Они обеспечивают подачу огнеупорной смеси в выпускающее сталь устройство и прочистку выпускного канала от шлаков и других образований.

На ЧерМК (Северсталь) внедрена автоматическая система управления параметрами печи термохимического отжига, что способствовало повышению производительности агрегата непрерывного горячего цинкования. При росте его производительности на 3,4 % экономический эффект за счет исключения человеческого труда составил более 100 млн руб.

¹ ГБЖ и ПВЖ являются сырьем, позволяющим сократить выбросы CO₂ в 1,5 раза.

Еще один проект Северстали включает выпуск нового вида проката с нанесенным на него рисунком методом цифровой печати и расширение линейки выпускаемого проката с покрытиями. Данное направление деятельности ориентировано на выпуск материалов (сайдинг, фасадные кассеты, ограждения) для внутренней отделки помещений.

Проблему с нехваткой запчастей для используемых на производстве машин и оборудования компания решает за счет освоения их производства на основе аддитивных технологий. Нужные детали печатаются на собственном 3D-принтере из металлических порошков SLM-методом. Имеющиеся на сегодняшний день у компании возможности охватывают 3D-печать облегченных оптимизированных с топологической точки зрения деталей, таких как форсунки, сопла, плунжеры и др.

Цифровизация в металлургии

Несмотря на все затруднения, с которыми в современных геополитических условиях сталкиваются представители отрасли, базовые стратегические ориентиры развития отечественной металлургии сохраняются. Это прежде всего ESG-повестка и цифровая трансформация производств [10–13]. На прошедшем в 2022 г. Петербургском международном экономическом форуме цифровизация была названа в качестве одного из приоритетов, способствующих достижению технологического суверенитета государства. Результаты более ранних исследований эффективности проникновения процессов цифровизации в отрасли промышленности продемонстрировали достаточно успешное освоение компаниями таких технологий [14]. В частности, положительные эффекты получили крупные металлургические предприятия РФ. Так, например, производственные задачи с применением цифровых двойников процессов термомеханической обработки проводились для ПАО «Северсталь», для которой в том числе были разработаны математические модели станов различных типов (непрерывного широкополосного, реверсивного, холодной прокатки) [15]. ПАО «Трубная металлургическая компания» оценила экономический эффект от внедрения цифровых двойников в 500 млн руб. за четыре года [16]. Технологии машинного зрения для решения различных задач на российских предприятиях успешно применяются в производстве труб (ПАО «Челябинский трубопрокатный завод»), цветных металлов с применением нейросетей (АО «РУСАЛ»), в проектах по снижению вредных выбросов при получении черных металлов (ПАО «Магни-

тогорский металлургический комбинат») и др. [17]. Некоторые из этих компаний уже оценивают возможности создания (а некоторые уже реализуют) цифровой экосистемы, решающей комплексные задачи развития. Одной из таких компаний является Северсталь.

Достижение технологического суверенитета страны является комплексной задачей, но решаемой прежде всего на отраслевых уровнях. Основополагающую роль при этом играют усиление инженерного образования, коммерциализация научных разработок производственного характера, обеспечение дешевыми кредитами и прочими финансовыми ресурсами высокотехнологичных производств, создание максимально независимой от внешних агентов цифровой платформы производств.

В первом полугодии 2022 г. с российского рынка ушли крупнейшие зарубежные поставщики специализированного ПО: американские Oracle и Autodesk, немецкая SAP и др. На этом фоне усиливаются проблемы, влияющие на внедрение в промышленность программных роботов RPA (*Robotic Process Automation — Роботизированная автоматизация процессов*), САПР, ERP-систем и других программных цифровых технологий.

В секторах металлургических производств и обработки металлических изделий набирают рост тренды роботизации, применения технологий искусственного интеллекта, создания роботизированных линий. Ассоциация развития автоматизации (Association for Advancing Automation, A3) относит металлургическую индустрию к числу секторов, показавших ускоренный рост числа заказов по закупке роботизированных систем¹. Всё это оказывает положительное влияние на процессы цифровой трансформации металлургии и других отраслей промышленности, но сохраняет необходимость проработки вопроса «обеспечения эластичной адаптации к новым технологиям» [18, с. 10].

Опыт Северстали в освоении цифровых технологий

Пандемию коронавируса металлургический сектор пережил с минимальными потерями. Но после ковидного периода вектор развития металлургии претерпел существенные изменения. Как было отмечено ранее, в первом полугодии 2022 г. наблюдался

¹ В 2021 году североамериканские компании заказали рекордно большое количество роботов // Информационный сервис Industry Hunter. URL: <https://industryhunter.com/v-2021-godu-severoamerikanskie-kompanii-zakazali-rekordno-bolsoe-kolicestvo-robotov> (дата обращения: 04.02.2022).

«логистический ад», когда все цепочки поставок разорвались. Крепкий курс рубля оказывает негативное влияние на операционную эффективность экспортоориентированных компаний. Существенно выросла цена логистического компонента. На этом фоне многие крупные отечественные металлургические компании пересмотрели свои цифровые портфели. Уходят или замораживаются инициативы, связанные с повышением производительности труда (по фактору объемов производства). Основной фокус сегодня делается на снижение издержек и усиление клиентоориентированности.

Нами проведен анализ лучших практик освоения цифровых технологий отечественными металлургическими компаниями, результаты которого позволяют говорить об интеграции таких процессов в деятельность ряда крупнейших предприятий [16]. В России одним из крупнейших потребителей софта является Северсталь. Также компания входила в число крупнейших российских клиентов немецкого разработчика программного обеспечения для организаций — компании SAP, которая в результате антироссийской политики стран Запада ушла с российского рынка. Для Северстали пакет продуктов и услуг компании SAP в основном охватывал облачные решения и техподдержку.

Цифровизация ради самого факта интеграции в цифровую среду компаниям не интересна. К приоритетным цифровым продуктам на производственных металлургических площадках сегодня можно отнести технологии машинного зрения. Так, например, если ранее установленные в цехах камеры использовались в целях промышленной безопасности, то теперь их переориентируют на выявление негабаритных объектов при движении конвейерной ленты в цикле подачи шихты на доменных печах. Такие негабариты приводят к застоям и потере производительности. Эффект от реализации данного цифрового продукта в ОАО «Северсталь» составил 12 млн руб. при затратах 30 тыс. руб. Эффект отдачи составил около 0,3 %. «Time to market» во внутренних цифровых продуктах составляет около 2 месяцев с момента генерации идей и до момента их монетизации. Данная инициатива имеет короткий рычаг реализации, минимальные издержки и ориентирована на снижение себестоимости производства готовой продукции.

Помимо приобретения программ сторонних разработчиков Северсталь разрабатывает свои программные продукты. Инициативы компании, направленные на клиентоориентированность, достаточно широки:

1) Система контроля поверхности на базе искусственного интеллекта, которая позволяет (на уровне продуктов немецкой компании Parsytec, одного из лидеров в этой сфере) контролировать в потоке качество полосы металла (а также полимера, фанеры или других материалов), вмешиваясь в систему управления и сигнализируя об изменениях в качестве продукции. Разработанные собственные измерительные системы контролируют качество поверхности, планшетности, плоскостности металла, пропускаемого на очень высоких скоростях. Данные решения позволяют сократить долю брака отгружаемой готовой продукции.

2) Северсталь реализует проект по созданию экосистемы, состоящей из трех основных элементов: фреймворк, чейндж-менеджмент и трекинг.

Фреймворк (Framework — программная платформа, определяющая структуру программной системы) т. е. некий бизнес-процесс, состоящий из ряда стадий. Это максимизирует продуктовой команде эффективность маршрута реализации, скорость реализации и позволяет настраиваться на взаимодействие с другими функциональными подразделениями. Это особенно важно для крупных компаний со множеством структурных подразделений в различных географических локациях страны и штатом в тысячи человек. В этих условиях настроить взаимодействие между подразделениями достаточно сложно, в связи с чем фреймворк создает внутренний стандарт работы.

В структуре Северстали создана «продуктовая лаборатория» (подобные отделы есть в Сбербанке и др. крупных организациях), представляющая собой цифровую платформу компании. В рамках лаборатории осуществляется поддержка продуктовых команд. Цифровая команда Северстали включает: разработчиков ПО, диагностов бизнес-процессов (на разрыв); технологов — основная задача которых обеспечить стабильность работы цифровых продуктов в условиях эксплуатации. Всего в штате продуктовой лаборатории около 2 тыс. человек.

Важной задачей является работа с владельцами цифровых продуктов, под которыми понимаются лидеры, берущие на себя инициативу и организующие команды, которые могут заниматься чейндж-менеджментом (управление изменениями) с начальниками цехов. Нанимать таких людей со стороны очень дорого, кроме того, их необходимо обучать специфике работы предприятия, производственных процессов, под которые необходимо создавать цифровые продукты. В связи с этим гораздо выгоднее

«выращивать» таких людей у себя, подбирая подходящие кандидатуры из числа мастеров, специалистов по технологическим процессам, проводя обучение в формате продуктовой лаборатории. Таким образом формируется «трекинг» (сопровождение, отслеживание) — когда у каждого владельца продукта появляется трекер, который сопровождает его по фрейму, помогая в рамках экспертизы, блокирующих вопросов, получения ожидаемого эффекта в минимально короткие сроки.

3) Управление портфелем, что предполагает создание цифрового профиля, синхронизирующего весь цифровой продуктовый портфель со стратегическими приоритетами компании. При этом выстраивается система операционных комитетов, оптимизируется работа операторов, ориентированных на повышение производительности с использованием цифровой базы.

Уход с российского рынка компании SAP не влияет на работу конвертеров, доменных печей, прокатных станков и прочего оборудования. То же касается и продуктов компании Microsoft. Наиболее сильное развитие в Северстали получили сервисы коммуникации Microsoft, в том числе на базе службы корпоративных социальных сетей Yammer была создана своя корпоративная социальная сеть, а также сформирована своего рода база знаний. Сейчас стоит вопрос о замещении таких продуктов.

Также Северсталь занимается разработками в области управления стратегией ремонта. При формировании таких стратегий оценивается ретроспектива ремонтных мероприятий в целях определения оптимального комбинирования всех имеющихся у организации ресурсов для получения максимальной отдачи (пользы) от ремонтной деятельности в данный момент времени. Рабочее название продукта — «Надёжность».

При всей широте использования цифровых технологий компанией Северсталь на сегодняшний день максимальный эффект ею был получен в результате применения алгоритма на базе математической модели оптимизации ковшевой шихты для внепечной обработки стали. Эффект составил более 10 млн долл. в год. При этом на основе фреймворка данная технология была масштабирована с конвертерного производства на электросталь.

Юридические аспекты в сфере цифровизации металлургической промышленности РФ и проблемы внедрения цифровых технологий

В целом в организациях промышленности доля программных продуктов российского производства составляет сегодня всего

23 %¹. База неофисного программного обеспечения (ПО) производственного предприятия включает системы автоматизации проектирования (САПР), управления трудовыми ресурсами (ERP-системы), планирования производства и др. В целях создания таких продуктов, оптимизированных для каждого отдельного вида производств, Правительством РФ было сформировано 35 индустриальных центров компетенций для ускорения процесса импортозамещения ПО в ключевых отраслях промышленности. Преимущества создания таких центров заключаются в усилении координации между министерствами, курирующими производителей и потребителей IT-систем, между самими IT-компаниями, а также предприятиями-заказчиками; создании условий для организованной разработки программно-аппаратных комплексов гражданского назначения; накоплении опыта коммерциализации таких разработок у министерств; усилении связей и налаживании диалога между производителями и потребителями отечественных IT-систем. Подготовкой предложений по составу индустриальных центров занималось Минцифры. Объем софинансирования центрами разработки отечественного ПО в совокупности через фонды Сколково, Бортника и РФРИТ (Российский фонд развития информационных технологий) составляет 80 %.

Если зарубежные IT-компании предлагали так называемые коробочные решения, настройку которых пользователи могут осуществить самостоятельно и с учетом своего профиля деятельности, то российские производители софта на сегодняшний день предлагают конструктор, не учитывающий таких особенностей (подходящий всем и никому). В связи с этим отечественные организации металлургической промышленности вынуждены самостоятельно разрабатывать программное обеспечение (ПО), необходимое для различных областей их работы. Но даже такая крупная структура, как Северсталь, не сможет в кратчайшие сроки, не имея достаточной базы, создать полноценную цифровую платформу.

На организованной УГМК, фондом «Сколково» и MineTech в середине 2022 г. конференции обсуждалась возможность объединения интересов представителей горно-металлургической индустрии РФ в целях импортозамещения зарубежного ПО, ушедшего с россий-

¹ Председатель правительства заявил о поддержке центров компетенций для скорейшей замены импортного ПО в промышленности // Информационный сервис Industry Hunter. URL: <https://industry-hunter.com/predsdatel-pravitelstva-zaavil-o-podderzke-centrov-kompetencij-dla-skorejsej-zameny-importnogo-po-v-promyslennosti> (дата обращения: 06.06.2022 г.)

ского рынка. Было принято решение о создании совместного предприятия (СП) в целях разработки специализированного ПО с учетом внутриотраслевой специфики. Т. е. такое СП представляет собой единый центр разработки отраслевых программных продуктов. В этих целях создается технологический консорциум, члены которого будут курировать разработку ПО. Основным IT-партнером скорее всего будет выступать компания «Ростелеком». Подход на базе создания консорциума позволяет, с одной стороны, получить его участникам ожидаемый продукт, с другой — сохраняет за исполнителем (в данном случае IT-компанией) все компетенции по созданию такого продукта, с возможностью его адаптации под другие сектора экономики и реализации сторонним организациям. На начальном этапе работы планируется проведение анализа существующих решений и разработка дорожной карты. Ожидается, что представители отрасли получат специализированный софт в 2025 г. [19]

В целях регулирования конкурентных отношений в рамках «взаимодействия по вопросам антимонопольного регулирования на цифровых рынках»¹ между Россией и КНР в феврале 2022 г. было заключено межправительственное соглашение о сотрудничестве. Китай готов усилить сотрудничество с РФ в сфере облачных технологий и больших данных. Также рассматривается возможность создания общих ГОСТов и новых интернет-платформ. Такая коллаборация позволит ускорить процесс создания в РФ качественной нормативно-правовой базы регулирования рынка цифровых технологий.

Сегодня правовую основу цифрового обеспечения экономики РФ составляет Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (ПП РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р), определяющая контур основных мер политики государства в отношении развития в стране цифровой экономики. Правительством Российской Федерации определены 16 высокотехнологичных направлений развития. Организация работы по этим направлениям реализована посредством соглашений о намерениях компаний с государственным участием и / или госкорпораций с Правительством РФ. Можно полагать, что могут быть достигнуты положительные результаты взаимодействия министерств также и с частными металлургическими компаниями, прежде всего в рамках выделенных высокотехнологичных направлений (табл. 2).

¹ Конкурентные ведомства России и Китая подписали межправительственное соглашение о сотрудничестве // Сайт Федеральной антимонопольной службы. URL: <https://fas.gov.ru/news/31773> (дата обращения: 11.03.2022).

Таблица 2

Высокотехнологичные направления, оказывающие наибольшее влияние на цифровизацию металлургии

№	Высокотехнологичное направление	Компани-лидеры	Министерства
1	Искусственный интеллект	ПАО «Сбербанк»; АО «УК РФПИ»	Минэкономразвития России; Минцифры России
2	Интернет вещей	Госкорпорация «Ростех»	Минцифры России
3	Новые производственные технологии	Госкорпорация «Ростех»; Госкорпорация «Росатом»	Минцифры России
4	Новые поколения микроэлектроники и создание электронной компонентной базы	Госкорпорация «Ростех»	Минпромторг России
5	Новые коммуникационные интернет-технологии	ПАО «Ростелеком»	Минцифры России
6	Технологии новых материалов и веществ	Госкорпорация «Росатом»	Минпромторг России
7	Развитие водородной энергетики и декарбонизация промышленности и транспорта на основе природного газа	ПАО «Газпром»	Минэнерго России Минобрнауки России Минэкономразвития России Минпромторг России

Источник: [20]

В рамках развития направления «Искусственный интеллект» между ПАО «Сбербанк», Российским фондом прямых инвестиций (РФПИ) и Правительством Российской Федерации было заключено соглашение о намерениях. При этом за Сбербанком закреплены обязательства по развитию экосистемы искусственного интеллекта (ИИ), а задачи РФПИ включают привлечение инвестиций в проекты данного направления. Объем мирового рынка ИИ в 2021 г. оценивался в 327,5 млрд долл. США. К 2024 г. ожидается достижение объема в 554,3 млрд долл. США¹. Имеющиеся сегодня рыночные

¹ Минэкономразвития: Мировой рынок технологий искусственного интеллекта превысит 550 млрд долларов к 2024 году // Информационный сервис Industry Hunter. URL: <https://industry-hunter.com/minekonomrazvitia-mirovoj-rynok>

оценки могут иметь существенные отличия по причине отсутствия общепризнанного определения ИИ, действия различных критериев, определяющих отнесение сервисов и продуктов к данной сфере.

В 2021 г. объем российского рынка интернета вещей (IoT) оценивался в 93,5 млрд руб., к 2025 г. он может превысить 183,5 млрд руб.¹. По оценкам J'son & Partners Consulting, наибольший экономический эффект от внедрения технологий IoT дают устройства, используемые для управления промышленным оборудованием, машинами и агрегатами, мониторинга их работы, а также системами инженерного обеспечения зданий и сооружений. В России данные направления развиваются медленно, прежде всего в силу того, что реализуемые сегодня отдельные государственные программы не предусматривают цифровизацию промышленности России в целом.

Одним из главных трендов промышленного развития России на ближайшее десятилетие будет роботизация. Средний темп развития рынка роботов для промышленных нужд в РФ в 2015–2020 гг. оценивался в 22 %. Среди преимуществ роботизации промышленных предприятий можно выделить рост производительности труда и качества готовой продукции, оптимизацию кадровой структуры и другие эффекты. По мнению экспертов, окупаемость проектов, связанных с внедрением в производственные процессы роботизированных устройств, составляет от 1 до 3 лет. Реализация таких проектов предполагает привлечение компаний-интеграторов для проектирования робототехнического комплекса, программирования роботов, создания инфраструктурных конструкций сооружений и прочих операций для их физического функционирования. На российском рынке в вопросах продвижения проектов по роботизации производств себя зарекомендовала немецкая компания KUKA. По имеющимся данным на 10.10.2022 г., компания продолжает работу с российскими партнерами.

Анализ развития металлургии России в условиях санкционного давления позволяет выделить ряд проблем, оказывающих прямое и косвенное влияние на процесс цифровизации отрасли. К ним относятся нарушение мирохозяйственных связей, требующее создания новых логистических схем; слабая обеспеченность цифрового технологического суверенитета, в том числе преобладание в базе име-

technologij-iskusstvennogo-intellekta-prevysit-550-mlrd-dollarov-k-2024-godu (дата обращения: 11.03.2022).

¹ Объем российского рынка IoT в 2021 году достиг 93,5 млрд рублей // Информационный сервис Industry Hunter. URL: <https://industry-hunter.com/obem-rossijskogo-rynka-iot-v-2021-godu-dostig-935-mlrd-rublej> (дата обращения: 21.02.2022).

ющегося отечественного ПО решений, не учитывающих профильных особенностей производств, дефицит кадровых специалистов в области ИТ и др. Перечисленные проблемы определяют целевые ориентиры дальнейшего развития отрасли, достижение которых будет означать завершение переходного периода и стабилизацию условий хозяйствования. При этом неизбежной представляется корректировка стратегических направлений развития металлургии, а также смещение акцентов и приоритетов их реализации. Новые стратегические ориентиры должны учитывать современные тенденции развития мировой металлургии, в том числе усиление приоритета клиентоориентированности в рамках стратегий цифрового развития металлургических компаний; развитие сервисизации и декарбонизации; выделение в структуре металлургических компаний ИТ-отделов и др.

Заключение

Проведенное исследование показало, что вследствие усиления влияния геополитических факторов и беспрецедентного санкционного давления развитие отечественной металлургии претерпело множество изменений. Наблюдаемая сегодня трансформация прежде всего связана с резким и массовым разрывом экспортно-импортных потоков, охватывающих сырьевые, товарные, сервисные и технико-технологические связи, что определило современные проблемы цифровизации отечественной металлургии. Нестабильность ценовой конъюнктуры, нарушение логистических цепей и в целом деловых связей, неопределенность технико-технологического обеспечения производителей являются факторами временного характера. Уже активно формируются новые логистические схемы; смещаются акценты в производственной политике, стратегии цифровизации, ESG- повестке. Устанавливаются партнерские отношения со странами Юго-Восточной Азии не только по товарным потокам, но и в сфере технологического сотрудничества: проведения исследовательских работ и оказания инжиниринговых услуг. Уже сегодня ясна необходимость создания школы ИТ-специалистов отраслевого профиля, чему будет способствовать современная политика государства в отношении развития ИТ-сектора отечественной экономики. Анализ современной практики внедрения цифровых решений в производственные процессы российских металлургических компаний показал положительные возможности их цифрового самообеспечения в условиях санкционного давления, что подтверждает выдвинутую авторами гипотезу.

Благодарность

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 20-010-00719 А «Моделирование процессов кросс-индустриальной сетизации в промышленном комплексе на основе гибридных технологий».

Список источников

[1] Мелконян И., Шпильманс И. Перспективы российских металлургов на внутреннем и внешнем рынках // Металлы Евразии. 2020. № 4. С. 20–24.

[2] Региональная экономика: комментарии ГУ: доклад / Центральный банк Российской Федерации. № 12, июнь 2022 года. URL: https://cbr.ru/analytics/dkr/report_06/ (дата обращения: 07.06.2022).

[3] Региональная экономика: комментарии ГУ: доклад / Центральный банк Российской Федерации. № 14, сентябрь 2022 года. URL: https://cbr.ru/analytics/dkr/report_09/ (дата обращения: 03.10.2022).

[4] Средние цены производителей промышленных товаров с 2017 г. // Управление статистики цен и финансов. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://fedstat.ru/indicator/57606> (дата обращения: 23.09.2021).

[5] Индикаторы // Эксперт. 27 июня-3 июля, 2022. № 26 (1258). С. 88.

[6] План первоочередных действий по обеспечению развития российской экономики в условиях внешнего санкционного давления // Официальный интернет-ресурс Министерства экономики и территориального развития Свердловской области. 15 марта 2022 г. URL: http://economy.midural.ru/sites/default/files/files/files/plan_15-03-2022_22-00.pdf (дата обращения: 21.04.2022).

[7] Сталь Металлоинвеста: качество и экология // Металлы Евразии. 2022. № 1. С. 2–3.

[8] Металлургия для будущих поколений // Металлы Евразии. 2022. № 1. С. 4–5.

[9] «Эколант» выходит на стройплощадку // Металлы Евразии. 2022. № 1. С. 6–7.

[10] Капцов М. Первый ESG- рейтинг российских компаний черной металлургии // Металлы Евразии. 2021. № 1. С. 9–11.

[11] Возможности цифровых технологий по трансформации ценностных цепочек в металлургии и металлообработке / Р. Шустер, Н. Фойгт, Г. Натх, Н. Лув // Черные металлы. 2019. № 3. С. 59–62.

[12] Цифровизация технологий в производстве стали / М.И. Нойер, А. Эбель, И. Бранденбургер, Я. Полцер, А. Вольф, М. Лоос, Н. Хольцкнехт, Х. Петерс // Черные металлы. 2019. № 3. С. 54–58.

[13] Власкин Г. А., Доржиева В. В., Иванов А. Е. Цифровизация производства: состояние и перспективы использования цифровых технологий в промышленности // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Т. 9. № 12–1. С. 57–65. URL: <https://doi.org/10.34670/AR.2020.92.12.035>

[14] Романова О. А., Сиротин Д. В. Цифровизация производственных процессов в металлургии: тенденции и методы измерения // Известия Уральского государственного горного университета. 2021. Т. 63. № 3. С. 136–148. DOI: 10.21440/2307-2091-2021-3-136-148

[15] Рудской А. И., Колбасников Н. Г. Цифровые двойники технологий термомеханической обработки стали // Металловедение и термическая обработка металлов. 2020. №1 (775). 2020. С. 4–11.

[16] Romanova O., Sirotin D. Digital Twins in Russian Metallurgy: Prerequisites and Limitations of Use // Lecture Notes in Information Systems and Organisation. 3rd. series «Digital Transformation in Industry - Digital Twins and New Business Models», 2022. P. 57–69. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-94617-3_5

[17] Цифровая трансформация пирометаллургических технологий: состояние, научные проблемы и перспективы развития / Н.А. Спиринов, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев, Д.А. Шнайдер, А.В. Краснобаев, И.А. Гуринов // Известия ВУЗов. Чёрная металлургия. 2021. № 8(64). С. 588–598. DOI: 10.17073/0368-0797-2021-8-588-598

[18] Мартынов А. Эволюция и устойчивое развитие: в чем заключается различие? // Общество и экономика. 2021. № 10. С. 5–19.

[19] Наумов И. Металлургии создадут СП для перевода отрасли на отечественный софт // Профиль. 2022. № 29–30(184). С. 36–37.

[20] Развитие отдельных высокотехнологичных направлений. Белая книга / НИУ «Высшая школа экономики». Ред.: М.Ю. Соколова, Л.Д. Эйделькинд. Москва, 2022. 188 с.

УДК 338.2, 65.011.56, 658.5.011

JEL classification: B50, M10

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-18

Необходимость и возможность комплексных программных решений для автоматизации управления развитием организации¹

М.В. Самосудов ^а, Я.П. Зуйков ^б, П.П. Багрин ^в

^а Государственный университет управления (г. Москва, Россия).
<https://orcid.org/0000-0001-5787-2430>

^б Государственный университет управления (г. Москва, Россия).
<https://orcid.org/0000-0001-6675-9309>

^в ООО «СмартВес» (г. Москва, Россия).
<https://orcid.org/0000-0003-4714-5998>

Автор для корреспонденции: М. В. Самосудов (samosudov@mail.ru).

Аннотация. В работе рассматривается вопрос комплексности существующих сегодня программных решений с точки зрения обеспечения возможности реализации функции управления развитием предприятий. Это принципиально значимый вопрос для решения задачи цифровой трансформации экономики — если не будет обеспечена комплексность решений, то надлежащий уровень цифровизации экономики не будет достигнут. Отмечаются фрагментарность существующих решений, ограниченность возможности создания комплексных информационных систем хозяйствующих субъектов, используя существующие на рынке программные решения. Также рассматриваются отдельные аспекты использования цифрового двойника социальной системы для целей автоматизации управления развитием социальной системы в социально-экономическом пространстве. В частности, отмечается возможность использования цифрового двойника для интеграции данных разных программных продуктов.

Ключевые слова: цифровой двойник социальной системы; цифровая трансформация; автоматизация управления; автоматизация деятельности; экономика активных систем.

¹ © Самосудов М.В., Зуйков Я.П., Багрин П.П. Текст. 2022

Possibility of a Comprehensive Software Solution for Automating the Organization and Management of an Enterprise

M.V. Samosudov ^a, Ya.P. Zuykov ^b, P.P. Bagrin ^c

^a State University of Management (Moscow, Russia).
<https://orcid.org/0000-0001-5787-2430>

^b State University of Management (Moscow, Russia).
<https://orcid.org/0000-0001-6675-9309>

^c SmartVes LLC (Moscow, Russia).
<https://orcid.org/0000-0003-4714-5998>

Corresponding author: M. V. Samosudov (samosudov@mail.ru).

Abstract. *The paper examines the issue of the complexity of existing software solutions to ensure the possibility of managing the development of enterprises. This is a fundamentally important issue for solving the task of digital transformation of the economy, meaning that if the complexity of solutions is not ensured, then the appropriate level of digitalisation of the economy will not be achieved. The study notes the fragmentary nature of existing solutions, as well as the limited possibility of creating complex information systems of economic entities using existing software solutions on the market. Separate aspects of the use of the digital twin of the social system to automate the management of the social system development in the socio-economic space are also considered. In particular, the possibility of using a digital double for data integration of different software products is stated.*

Keywords: digital twin of the social system; digital transformation; automation of management; automation of activity; economy of active systems.

Введение

Необходимость цифровизации экономики, автоматизации деятельности организаций в общем-то не вызывает сомнений. И уже есть впечатляющие примеры автоматизации производства, показывающие, во-первых, возможность автоматизации, во-вторых, положительный эффект от автоматизации производства. Так, например, еще в 2015 г. китайская компания «Changying Precision Technology» открыла в городе Дунгуань фабрику, на которой все производство полностью автоматизировано и не требует физического участия человека. Завод производит комплектующие элементы для сотовых телефонов, и для их создания компания оснастила сборочные линии 60 роботизированными манипуляторами. До запуска автоматической линии для функционирования завода необходимо было 650 работников, теперь же — лишь несколько человек для наблюдения за каждой технологической линией. К тому же уровень брака снизился с 25 до 5 % [5].

Но существующие сегодня примеры — это, в основном, примеры автоматизации именно производственной деятельности. Управление же и организация деятельности не автоматизированы должным образом. Вместе с тем именно организационные и управленческие ошибки являются основным источником опасности для бизнеса.

Причем ошибки в управлении и организации хозяйственной деятельности не всегда видны, в то время как неоптимальность производственных процессов проявляется более отчетливо.

Основная часть

Представляется целесообразным основной задачей для комплекса программных средств предприятия считать задачу управления развитием социальной системы — она включает в себя все аспекты деятельности, соответствует задаче развития экономики как одной из важнейших сторон общества. При этом под развитием следует понимать изменение (движение) системы, приводящее к увеличению ее функциональной (системной) устойчивости, т. е. способности сохранять возможность функционирования при изменении условий.

Исходя из этого комплекс программных средств предприятия должен обеспечивать возможность реализации следующих функций:

- выявление отклонений от траектории движения социальной системы в социально-экономическом пространстве;
- выявление системных причин отклонений, диагностика системы для определения проблем;
- расчет необходимых изменений системы (изменений параметров системы) для устранения отклонения от заданной траектории движения (расчет необходимого или рекомендуемого управляющего воздействия);
- расчет (прогноз) последствий решений руководителя на этапе проработки решения;
- расчет процессов функционирования системы, траектории движения к целевому состоянию;
- учет всех видов ресурсов, включая материальные, информационные, социальные, интеллектуальные, пространственные, временные.

Автоматизация управления предполагает расчет управляющего воздействия, т. е. расчет изменения объекта, обеспечивающего нужное изменение результата. Если рассматривать компанию как объект управления, нужно рассчитать, что и на сколько надо изменить, чтобы, например, входящий денежный поток изменился нужным образом. Эта задача требует модели, показывающей зависи-

мости результатов деятельности от значений параметров системы (ее состояния), определяющие динамику компании как социальной системы в среде ее функционирования — рынке. А задача автоматизации требует создания строгих математических моделей, которые могут быть использованы для разработки вычислительных алгоритмов. Если объект — социальная система, то для автоматизации управления требуется математическая модель социальной системы. Она может использоваться в системе управления в качестве «активного советчика», что позволяет сравнить эффект от решения субъекта управления и решения, предложенного компьютером [1].

Как отмечает О.П. Кузнецов, «Среди задач управления в социально-экономической, организационной, политической и других сферах наиболее сложными являются комплексные задачи, цель которых — изменить в желаемую сторону положение дел в целом. В этом случае объектом управления является вся проблемная область, которая рассматривается как динамическая ситуация, состоящая из множества разнородных взаимодействующих факторов. Некоторые из этих факторов напрямую зависят от решений ЛПР, другие зависят от ЛПР косвенно ..., третьи не зависят от них вовсе ... При попытках использования информационных технологий для решения таких задач, как правило, приходится сталкиваться с тем, что — в отличие от большинства технических систем — объект управления (т. е. ситуация) не только не формализован, но и слабо структурирован» [2].

Сегодня на рынке существует довольно много информационных систем (далее ИС), которые используются для поддержки процесса управления социальными системами.

Для решения задач цифровой трансформации предприятия, обеспечения его прозрачности и управляемости необходимо рассмотреть вопрос достаточности существующих продуктов для полного покрытия деятельности предприятия и определения возможности автоматизации процесса управления ею.

В едином реестре российского программного обеспечения [6] (классификаторы 486 и 621) выделяются следующие группы программных продуктов:

- Средства управления проектами (далее ИСУП).
- Средства управления контактными центрами.
- Базы знаний.
- Интеллектуальные средства управления экспертной деятельностью / системы поддержки принятия решений (СППР).
- Средства интеллектуальной обработки информации и интеллектуального анализа бизнес-процессов.

- Средства управления жизненным циклом изделия (PLM).
 - Средства технологической подготовки производства (CAPP).
 - Средства управления оборудованием с числовым программным управлением (CAM).
 - Средства управления инженерными данными об изделии (PDM).
 - Средства усовершенствованного управления технологическими процессами (APC, RTO).
 - Средства автоматизированного управления техникой.
 - Средства управления бизнес-процессами (BPM).
 - Средства управления производственными процессами (MES).
 - Средства управления лабораторными потоками работ и документов (LIMS).
 - Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA).
 - Средства управления эффективностью предприятия (CPM / EPM).
 - Средства управления основными фондами предприятия (EAM).
 - Средства финансового менеджмента, управления активами и трудовыми ресурсами (ERP).
 - Средства электронного документооборота (EDMS).
 - Средства управления отношениями с клиентами (CRM).
 - Средства управления ИТ-службой, ИТ-инфраструктурой и ИТ-активами (ITSM-ServiceDesk, SCCM, Asset Management).
 - Средства управления содержимым (CMS), сайты и порталные решения.
 - Средства электронной коммерции (ecommerce platform).
 - Средства управления складом и цепочками поставок (WMS, SCM).
 - Средства централизованного управления конечными устройствами.
 - Средства управления информационными ресурсами и средства управления основными данными (ECM, MDM).
- Сравнив фактические функции существующих типов ИС с необходимыми для автоматизации процесса организации и управления деятельностью предприятия, можно довольно легко убедиться, что информационная система предприятия, сформированная на основе продуктов, имеющихся на рынке, может лишь частично автоматизировать управление отдельными процессами.

Таким образом, можно сделать вывод, что существующие сегодня ИС не позволяют комплексно автоматизировать процесс управления деятельностью всего предприятия по следующим причинам:

— Большинство существующих информационных систем, позиционирующихся как системы управления деятельностью, лишь обеспечивают менеджеров нужной, но недостаточной для управления информацией, но не обеспечивают возможность их использования в качестве «активного советчика».

— Учитывая, что источником данных часто является человек, а компьютер лишь позволяет зафиксировать данные в единой базе, то получаемая руководителем для управления информация о текущей ситуации может не соответствовать действительности.

— Используемые для формирования алгоритмов модели предполагают наличие большого количества статистической информации, вследствие чего системы ограниченно применимы для организаций, чья деятельность не предполагает массового обслуживания клиентов; а также для автоматизации прогнозов в деятельности вновь создаваемых организаций.

— Существующие для управления деятельностью предприятия ИС не учитывают или недостаточно учитывают закономерности поведения человека, его активность в социально-экономическом пространстве и рассчитаны на четкую формализованную логику исполнения деятельности.

Для целей формирования комплексных решений для автоматизации деятельности хозяйствующих систем представляются перспективными работы в области создания цифровых двойников и средств автоматизации деятельности на их основе [3, 7–10]. Как отмечается в работе [3], «когда цифровые двойники разрабатываются для вновь создаваемых производств, появляется возможность через симуляцию его работы ... выявить возможные риски и недочеты, скорректировать проект. Цифровой двойник существующего производства позволяет прорабатывать внедрение или изменение технологических процессов без реального вмешательства в работу». Т. е. появляется возможность существенно снизить число ошибок при организации деятельности. Но еще более привлекательными представляются перспективы использования цифрового двойника в управлении социальными системами.

Цифровой двойник — это прежде всего имитационная модель, позволяющая моделировать динамику объекта в среде его функционирования. Применительно к организации это имитация движения социальной системы в социально-экономическом пространстве.

Как отмечает А.В. Петров, «в литературе имитационное моделирование чаще всего определяют как численный метод исследования сложных систем, элементы которых описаны разнородным математическим аппаратом и объединены связующей моделью» [4, с. 58]. Часто имитационные модели реализуются в виде программно-аппаратных комплексов.

Учитывая вышесказанное, дадим следующее определение: цифровой двойник предприятия — это компьютерная программа, обеспечивающая фиксацию и обработку комплекса информации, позволяющего проследить изменение ситуации в компании при моделировании различных воздействий на нее — управляющих, возмущающих воздействий среды, и др. Для этого такой комплекс информации должен учитывать все существенные причинно-следственные связи, а также содержать необходимый и достаточный набор данных, позволяющий имитировать поведение предприятия в рыночной среде. По-другому, цифровой двойник — имитационная модель. Она должна обеспечить возможность выполнить следующие действия:

- Зафиксировать состояние предприятия и среды, в которой оно функционирует, в виде набора значений фазовых переменных (параметров системы и среды).

- Зафиксировать изменение состояния предприятия при возникновении любых явлений, изменении обстоятельств, совершении тех или иных действий участниками.

- Показать (рассчитать), как меняется состояние и свойства социальной системы при изменении значений одного или нескольких параметров.

Т. е., это набор программных модулей, фиксирующих определенные данные в определенном формате, определенным образом их обрабатывающих и обеспечивающих тем самым возможность моделирования деятельности, состояния социальной системы, расчета ее поведения, последствий того или иного воздействия.

Учитывая вышесказанное, одна из задач науки — формирование моделей, адекватно отражающих динамику компании, ее развитие. Вследствие этого появится возможность организовать точное управление в социальных системах, что позволит существенно снизить число ошибок управления.

Но здесь необходима междисциплинарная координация усилий специалистов для решения задач экономического развития.

Отмеченная выше фрагментарность программных решений во многом определяется фрагментарностью мышления специалистов,

участвующих в постановке задач, а также сложившимися подходами к созданию программных продуктов. Также следует отметить и то, что стремление решать прикладные задачи, частные научные задачи часто приводит к потере комплексности решений. Этому же способствует и непонимание специалистами «главной» задачи — управление развитием организации, ее движением в социально-экономическом пространстве, приводящее к увеличению устойчивости организации, ее надежности. Развитие организаций приведет к развитию страны, общества и экономики как одной из сторон общества.

Представляется, что сложившаяся сегодня ситуация не только создает проблемы, но и открывает возможности создания комплексных решений, обеспечивающих возможность автоматизации управления развитием социальных систем.

Так, например, работы в области создания цифрового двойника социальной системы показывают, что такие решения можно не только использовать как самостоятельные для создания программных продуктов для автоматизации деятельности, но и как средство интеграции уже существующих программных продуктов — если обеспечить преобразование формируемых ими данных в данные, фиксируемые в цифровом двойнике, то появиться возможность «привести к общему знаменателю» результаты работы различных программ, автоматизирующих отдельные участки деятельности компании.

Строго говоря, цифровые двойники — не то, чтобы что-то новое или новая технология. Но работа над имитационной моделью в рамках решения задачи создания цифрового двойника, поддержанная грантом РФФИ № 22-28-20458, открыла многие аспекты, возможности и недостатки теории. Такие проекты заставляют по-другому посмотреть на теорию, ее достаточность для деятельности и автоматизации деятельности. В основе решения — комплексная математическая модель социальной системы, функционирующей в активной среде [11]. Принципиальными особенностями модели являются следующие:

— Разделение сущностей на независимые от субъективного подпространства (инварианты) и зависимые от субъективного подпространства (вариативные сущности).

— Рассмотрение всего многообразия ресурсов, включая нематериальные (информация, социальные ресурсы, и др.), а не сведение всех видов ресурсов к финансам, как это делается во многих экономических работах. Экономика — это прежде всего обмен ресурсами

в широком смысле. Вследствие этого при моделировании социально-экономической динамики принципиально значимо учитывать все виды ресурсов, а если и проводить обобщение, то оно должно быть надлежащим образом обоснованным. К тому же, следует учитывать, что ценность ресурса — не абсолютная величина, она зависит от субъективных оценок экономических агентов, формируемых на основе полученной человеком информации на момент принятия решения (т. е., зависит от точки СЭП, субъективного подпространства агента).

— Разделение носителя информации (сообщение или, по-другому, совокупность сигналов, представляющих собой сочетания первичных элементов информации — символов, знаков, др.) и собственно информации, возникающей в субъективном подпространстве в процессе интерпретации сообщений на основе алфавита агента и имеющей значение для формирования активности агента в СЭП. Это, в том числе, позволяет учесть и влияние документов на поведение человека.

— Учет поведения человека посредством вектора поведения — величины, определяющей вероятность совершения определенных обусловленных действий, которые формализуются матрицей преобразования ресурсной базы, подконтрольной субъекту действия.

Вследствие этих особенностей модели возникает необходимость и возможность рассматривать социальную систему не только в связи со средой, в которой она функционирует, но именно как часть среды, а также учитывать конкретные действия человека и потоки ресурсов и сообщений как факторы, влияющие на вероятность совершения действий.

Создание модели позволяет определить комплекс фазовых переменных, однозначно описывающих состояние и свойства социальной системы в социально-экономическом пространстве, что, в свою очередь, позволяет говорить о возможности фиксации состояния системы в цифровом двойнике.

Такой вариант позволяет более точно рассчитывать динамику социальной системы в социально-экономическом пространстве и, как следствие, может стать основой алгоритмов, лежащих в основе программно-аппаратных комплексов, автоматизирующих управление социальной системой.

Заключение

В заключение хотелось бы отметить, что проведенная работа позволяет предположить необходимость изменения экономической

науки и смежных с ней дисциплин. Во-первых, мы должны переходить к экономике активных систем, предполагающей учет активности как свойства человека (агента) влиять на окружающее его социально-экономическое пространство. Это же предполагает уточнение модели экономического агента, использование достижений нейрофизиологии и развитие нейроэкономики. Во-вторых, экономику нужно строить «снизу вверх» — от отдельных хозяйствующих субъектов к экономике социума в целом, а не наоборот: изучать закономерности взаимодействия субъектов и на основе этих закономерностей делать выводы о процессах и явлениях, наблюдаемых на макроуровне. В-третьих, экономика должна научиться оперировать всем многообразием ресурсов, используемых в деятельности человека, а не сводить все ресурсы к денежному эквиваленту. В-четвертых, такая экономика может и должна быть ориентирована на решение задач формирования надежных социальных систем, управление развитием отдельных организаций и систем. Экономика не должна «отгораживаться» от смежных дисциплин, она должна направлять их, стать своего рода философией, интегрирующей знание отдельных дисциплин в единый комплекс информации, позволяющей понимать закономерности функционирования отдельных функциональных единиц и их совокупностей — от отдельного предприятия до экономики в целом.

Благодарность

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-28-20458, <https://rscf.ru/project/22-28-20458/>).

Список источников

- [1] Бурков В. Н., Буркова И. В. Умные механизмы и цифровая экономика. // Математическое моделирование и информационные технологии в инженерных и бизнес-приложениях. Воронеж: Воронежский гос. университет, 2018. С. 3–9.
- [2] Кузнецов О. П. Когнитивное моделирование слабо структурированных ситуаций. URL: <http://www.posp.raai.org/data/posp2005/Kuznetsov/kuznetsov.html> (дата обращения 10.10.2022).
- [3] Внедрение цифровых двойников как одно из ключевых направлений цифровизации производства / Н.В. Курганова, М.А. Филин, Д.С. Черняев, А.Г. Шаклеин, Д.Е. Намиот // International journal of open information technologies. 2019. Т. 7. № 5. С. 105–115.
- [4] Петров А. В. Имитация как основа технологии цифровых двойников // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22. № 10 (141). С. 56–66.

[5] Первый полностью автоматизированный завод начал свою работу в Китае. URL: <https://gsmavto.com/pervyj-polnostyu-avtomatizirovannyj-zavod-nachal-svoyu-rabotu-v-kitae/> (дата обращения 05.10.2022).

[6] Реестр программного обеспечения. URL: <https://reestr.digital.gov.ru/reestr/> (дата обращения: 05.10.2022).

[7] *Becker M. C., Pentland B. T.* Digital Twin of an Organization: Are You Serious? // *Business Process Management Workshops. BPM 2021. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol. 436 / ed. by A. Marrella, B. Weber. Springer, Cham, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94343-1_19

[8] *Barkalov S., Dorofeev D., Fedorova I., Polovinkina A.* Application of digital twins in the management of socio-economic systems // *E3S Web of Conferences 244*, 11001, 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124411001>

[9] *Hamzaoui M. A., Julien N.* Social Cyber-Physical Systems and Digital Twins Networks: A perspective about the future digital twin ecosystems // *IFAC-PapersOnLine*. 2022. Vol. 55, No. 8. P. 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.08.006>

[10] *Korovin G.* Digital Twins in the Industry: Maturity, Functions, Effects // *Digital Transformation in Industry. Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, 2022. Vol 54 / ed. by V. Kumar, J. Leng, V. Akberdina, E. Kuzmin. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94617-3_1

[11] *Samosudov M. V.* Comprehensive Mathematical Agent-Based Model of Social System for Management Automation Purposes // *Proceedings of the International Scientific Conference “Smart Nations: Global Trends In The Digital Economy”*. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 397 / ed. by S.I. Ashmarina, V.V. Mantulenko, M. Vochozka. Springer, Cham, 2022. P. 346–353. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94873-3_43

Российский опыт цифровой трансформации АПК: социально-синергетический подход¹

Д.Л. Сивололов ^а

^а Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
(г. Екатеринбург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0002-5969-6853>

Автор для корреспонденции: Д. Л. Сивололов (D.L.Sivovolov@urfu.ru).

Аннотация. *В цифровой трансформации любой из отраслей российской экономики есть характеристики, общие для всей экономики, и есть частные характеристики, присущие только данной отрасли. В этом смысле цифровая трансформация агропромышленного комплекса (АПК) Российской Федерации обладает специфическими характеристиками, которые возникли именно в российском АПК в определенный отрезок времени. Цифровая трансформация АПК началась в России гораздо позже, чем в странах с развитой экономикой, началась со слабых «стартовых» позиций, но в течение нескольких лет Россия вошла в «двадцатку» государств-лидеров по цифровой трансформации АПК. Такой, достаточно стремительный, темп цифровизации АПК обусловлен российской спецификой. Целью данной статьи является раскрытие специфики и причин цифровизации АПК в России. Базовая причина, создавшая потенциал цифровизации российского АПК, — это «санкционная война» между Россией и странами Запада, начавшаяся в 2014 г. РФ, в ответ на санкции со стороны США и стран ЕС, ввела эмбарго на поставки продуктов питания из этих стран, что обусловило причины очень быстрого экономического роста российского АПК. К другим причинам достаточно успешной цифровой трансформации российского АПК относится взвешенная сельскохозяйственная политика России. В том числе грамотное финансирование заявленных программ. Третьей важной достаточно успешной цифровизации АПК причиной является принятие и реализация Доктрины продовольственной безопасности РФ.*

Ключевые слова: АПК; цифровая трансформация; социальная синергетика; ИКТ; Большие данные; ГИС; технологии искусственного интеллекта; точное земледелие; беспилотная техника.

¹ © Сивололов Д.Л. Текст. 2022

Russian Experience of Digital Transformation of the Agricultural Industry: Social and Synergistic Approach

D. L. Sivovolov ^a

^a Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-5969-6853>

Corresponding author: D. L. Sivovolov (Sivovolov@urfu.ru).

Abstract. *The digital transformation of the Russian economy has characteristics common to the entire economy, as well as particular characteristics specific only to separate industries. In this sense, the digital transformation of the agricultural industry of the Russian Federation has specific characteristics that have been formed only in the Russian industry in a certain period of time. The digital transformation of the agricultural industry began in Russia much later than in developed economies from weak «starting» positions. However, within a few years Russia became one of the twenty leading countries in the digital transformation of the agricultural industry. Fast pace of digitalisation of agriculture is due to Russian specificity, which is examined in the present article. The «sanctions war» between Russia and Western countries, which began in 2014, is the main reason for high potential development and digitalisation of the Russian agricultural industry. In response to sanctions from the US and EU countries, the Russian Federation imposed an embargo on food supplies from these countries, which led to the very rapid economic growth of the agricultural industry. Another reason of the successful digital transformation of the Russian agricultural industry is the balanced agricultural policy including competent financing of the declared programmes. The third important characteristic of successful digitalisation of the industry is the adoption and implementation of the Food Security Doctrine of the Russian Federation.*

Keywords: agricultural industry; digital transformation; social synergy; ICT; Big Data; GIS; artificial intelligence technologies; precision agriculture; unmanned vehicles.

Введение

В каждой отрасли экономики цифровизация имеет свою специфику. Мы рассмотрим процесс цифровой трансформации АПК. Эта отрасль наглядно демонстрирует как общие процессы развития и цифровой трансформации, характерные для всех отраслей российской экономики, так и специфические, характерные только для агропромышленного комплекса.

Очень важно, говоря о цифровой трансформации какой-либо отрасли экономики, понимать «стартовые позиции» этой отрасли. В этом смысле АПК был одной из самых консервативных отраслей экономики. Импульс сельскому хозяйству придало «развитие

с 2000-х гг. таких направлений, как ландшафтно-адаптивная модель сельского хозяйства, биодинамическое и органическое производство сельхозпродукции, интегрированная защита от вредителей». Эти направления подошли к пределу своей эффективности на рубеже 10-х гг. XXI в. Как раз в это время начинает выходить на уровень новое поколение ИКТ, массовое внедрение которых получило название «цифровизация».

Цифровизация, более корректно, цифровая трансформация происходит сейчас в АПК, как и во многих отраслях российской экономики. Те изменения, которые сегодня происходят в настоящий момент в АПК, — это настоящая «цифровая революция» на фоне технологической отсталости российского сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности еще совсем недавно.

Перед тем, как перейти к цифровой трансформации российского АПК, или сельского хозяйства, как традиционно еще называют эту отрасль российской экономики, мы должны сказать о грузе накопившихся проблем. К нерешенным проблемам российского АПК эксперты относят:

- недостаточный уровень развития сырьевой базы из-за мелкотоварного уровня производства, что «не соответствует курсу на ускоренное увеличение объемов производства за счет невозможности применения новых технологий, особенно основанных на элементах цифровизации» [1];

- низкие темпы модернизации отрасли и обновления основных производственных фондов;

- «отсталость в сфере переработки сельхозпродукции, при том, что это та сфера, где возможны применение инноваций, получение наиболее вероятного уровня прибыльности производства»;

- финансовая неустойчивость сельхозпроизводителей;

- неудовлетворительный уровень развития рыночной инфраструктуры, что обесценивает усилия производителей;

- дефицит квалифицированных кадров из-за очень низкой привлекательности труда «на селе»;

- низкие темпы воспроизводства природно-экологического потенциала;

- ограниченное информационное обеспечение агропромышленного комплекса.

Цифровая трансформация в российском АПК отягощена многими проблемами и началась позже, чем в странах с развитой экономикой. Но, тем не менее, российский АПК набирает «цифровые обороты». Как отмечается в статье «Цифровизация АПК: результаты,

проблемы, направления развития»: «По уровню цифровизации АПК России находится на 15-м месте среди стран мира» [2].

Со стороны такой цифровой прорыв АПК в РФ может показаться парадоксом — как за 5–7 лет российский АПК из отсталого превратился в передовой по мировым меркам и как российский АПК вышел на 15-е место в мире по цифровой зрелости? Этот вопрос парадоксален со стороны для тех, кто не знаком с российским опытом государственного управления экономикой. В статье о цифровой трансформации сельского хозяйства указывается основная причина российской специфики цифровой трансформации: «Российские подходы к цифровизации экономики таковы, что государство должно быстро организовывать цифровизацию критических инфраструктур, то, что относится к жизнеобеспечению, транспорту, финансам» [3].

Мы согласны с этим утверждением и хотим добавить, что первоначальным и основным ресурсом цифровизации в РФ является политическая воля, выраженная в ясной государственной политике цифровой трансформации и подкрепленная достаточным уровнем ее финансирования. Выявление деталей и обоснование специфики «российского пути» цифровой трансформации АПК мы считаем проблемой, которую нам предстоит решить в рамках этой статьи.

Обзор литературы

Начать обзор литературы необходимо с того, что основной объем освещения, анализа и прогноза развития цифровых технологий приходится на специализированные порталы, такие как «TADVISER. Государство. Бизнес. IT», «Сnews.ru», «VC.ru», «ComputerWorld Россия», «Компьютерра» и др. На наш взгляд, наиболее полные тематические обзоры с конкретными примерами и аналитикой, удобные в качестве источников для научных статей, представляет Аналитическое издание-портал TAdviser. Еще одной важной характеристикой этого издания, на наш взгляд, выступает то обстоятельство, что в нем достаточно большое внимание уделяется роли ИКТ в цифровой трансформации государства, органов государственно-муниципального управления (ГМУ). С рейтингами интернет-порталов можно ознакомиться, обратившись к системе мониторинга и анализа СМИ и соцмедиа «Медиалогия» [3]. Ценностью этих, современного типа, изданий являются актуальность и оперативность обзоров, аналитический подход к ИКТ.

Кроме специализированных интернет-изданий в России издается немало научных журналов, специализирующихся на сфере

ИКТ. Российский экономический университете им. Г.В. Плеханова приводит «Перечень журналов России, включенных в БД Scopus по направлению «информатика и информационные технологии». По информации «плехановки» в этот список вошло по состоянию на 20 января 2020 г. 25 журналов [4]. У нас нет сведений о полной базе данных российских журналов по теме цифровых технологий и входящих в списки ВАК, WoS, Scopus, но мы можем предположить, что в такой «список ИТ» входит более 100 специализированных журналов. Мы знаем, что русскоязычный веб-сайт в формате системы тематических коллективных блогов с элементами новостного сайта Хабр по состоянию 21.08.2012 г. приводил список специализирующихся на теме информационных технологий 68 журналов, входящих в список ВАК [5]. Вполне обоснованно, что количество «ваковских» айтишных журналов выросло. Соответственно, мы получаем цифру более ста научных российских айтишных журналов на 2021 г.

Нужно сказать, что список публикаций статей о цифровой трансформации российской экономики, в том числе цифровой трансформации АПК, резко возрос с 2018 г. Это объясняется тем, что цифровизация в России «стартовала» в конце июля 2017 г. с подписания распоряжения Правительства РФ № 1632-р от 28 июля 2017 г. «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [6]. Научное сообщество отреагировало на цифровую трансформацию увеличением количества публикаций статей о цифровизации, проведением научных конференций по этой тематике.

С ускорением темпов цифровой трансформации увеличилось количество монографий на эту тему. Для нашего обзора литературы и публикаций о цифровой трансформации российского АПК представляет интерес монография «Перспективы цифровизации отраслевой экономики России: особенности и условия» [1]. Нельзя не сказать, что в данной монографии уделено место и цифровой трансформации АПК, чему посвящена вторая глава монографии.

Также необходимо сказать, что в России уже образовалось несколько научных центров, специализирующихся на различных аспектах цифровизации. На экономическом направлении цифровизации специализируется ВШЭ.

Направлением исследований технологий искусственного интеллекта достаточно плодотворно занимается МФТИ. Создан Центр Национальной технологической инициативы на базе МФТИ по направлению «Искусственный интеллект», который регулярно публикует альманах «Искусственный интеллект» [9].

РАНХиГС разрабатывает тематику государственно-муниципального управления и формирования государственной политики цифровизации в РФ. Необходимо в этом контексте сказать о деятельности Института экономики УрО РАН, который специализируется на цифровой трансформации промышленности. Проведены уже три международных научно-практические конференции «Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии — 2021» (DTI-2021). Архивы конференций DTI дают достаточно широкий спектр мнений и материалов о цифровой трансформации российской промышленности [7].

В завершение обзора литературы и специализации российских исследовательских центров цифровизации нужно сказать, что количество отраслевых изданий IT-отрасли, специализированная научная литература по данной теме в России представлены достаточно широко. Мы не задавались целью обзора зарубежной литературы в рамках этой статьи, тем более что для иностранных исследователей интерес в большей степени представляет именно российский научный опыт цифровой трансформации.

Методология

Методология исследований цифровой трансформации экономики, отраслей промышленности, государства и органов ГМУ, а также технологий ИКТ формируется по направлению деятельности тех исследовательских центров, которые занимаются проблематикой цифровой трансформации. Это экономические методы исследования, политологические, социологические, нормативные, физико-математический, математический и другие исследовательские методы, в целом речь идет о гуманитарном подходе и естественнонаучном подходе к исследованиям. Кроме этого, каждый исследователь и ученый может сформировать свой индивидуальный метод исследования.

По нашему мнению, очень продуктивным подходом к исследованиям актуальных и только складывающихся социальных практик является синергетический подход к социально-экономическим процессам, точнее, социально-синергетический подход, поскольку речь идет об особенностях синергетического подхода в отношении социальных институтов и процессов, в том числе социально-экономических. Сутью этого подхода является теория самоорганизации, применяемая к обществу. Как подчеркивает В.В. Василькова, «... влияние синергетического подхода на социальное познание определяется, в первую очередь, тем, что он позволяет создать универсальные для

разных социальных наук объяснительные модели, которые обнаруживают глубинную общность социальных процессов самой разной природы как процессов социальной самоорганизации, сопрягаемых с общеэволюционной логикой мироупорядочения» [10].

«Глубинная общность процессов самой разной природы» позволяет нам исследовать процесс цифровой трансформации «как процесс самоорганизации» киберфизических систем. [11] С позиций социально-синергетического подхода киберфизические системы сегодня выступают в качестве аттрактора социально-экономического развития современного общества. Наиболее важными синергетическими понятиями, в контексте данной статьи, выступают понятия аттрактор, точка бифуркации и социальный метаболизм.

Предыстория

Переходя к собственно цифровой трансформации АПК, нужно сказать, что за несколько лет российский АПК достиг достаточно высокого уровня цифровой трансформации. Такой высокий уровень цифровизации российского агропромышленного комплекса относительно большинства государств мира связан с эффективной реализацией государственной политики развития АПК в России. Произошло наращивание экспорта и импортозамещение продукции АПК, импульсом к этому послужила «санкционная война», развернувшейся между Россией и странами Запада в 2014 г. РФ в ответ на санкции со стороны США и стран ЕС ввела эмбарго на поставки продуктов питания из этих стран. Как заявила эксперт из немецкого Института имени Лейбница: «В начале нулевых годов страна была еще нетто-импортером зерна. Но теперь ни одна другая нация не экспортирует больше пшеницы, чем Россия» [8].

Объявление Президентом России эмбарго на продукты АПК в 2014 г. с позиций социальной синергетики стало точкой бифуркации. Развитие АПК РФ в этот момент находилось на развилке, после чего могли реализоваться несколько сценариев развития отечественного АПК (и страны в целом). Но политическая воля, подкрепленная государственной политикой поддержки АПК, создала условия для реализации позитивного сценария развития. Нужно добавить: практически самого позитивного сценария цифровой трансформации российского АПК. Это находит подтверждение в докладах о ходе реализации государственной политики в сфере АПК.

В Национальном докладе «О ходе и результатах реализации в 2020 г. Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья

и продовольствия» было отмечено: «Индекс производства продукции сельского хозяйства (в сопоставимых ценах) в хозяйствах всех категорий к 2017 г. составил 105,7 %, что выше целевого показателя Государственной программы на 1,9 процентного пункта» [9].

На 2021 г. также сделан позитивный прогноз развития: «Индекс производства продукции сельского хозяйства (в хозяйствах всех категорий) в 2021 г. по отношению к уровню 2020 г. в зависимости от складывающейся экономической ситуации и погодных условий ожидается в размере 101,5 %. По отношению к 2017 г. ожидаемый рост может составить 107,3 %». [9, с. 223] Судя по статистике сбора урожая, позитивный прогноз на 2021 г. реализуется.

Позитивная динамика развития российского АПК, начиная с 2014 г. и по настоящий момент, выступает в роли устойчивого основания цифровой трансформации отечественного АПК. В 2022 г. собран рекордный урожай зерновых культур¹, причиной чего выступает и цифровизация российского АПК. С точки зрения социально-синергетического подхода российская агропромышленная политика выступает источником негэнтропии, т. е. источником высокой степени упорядочения цифровой трансформации АПК.

Огромную роль в процессе цифровой трансформации АПК сыграло развитие «электронного правительства» в РФ начиная с 2008 г. Вследствие активной и грамотной реализации «электронного правительства» были созданы базовые компоненты этой концепции. К таким компонентам исследователи цифровизации ГМУ относят следующие: «единый портал государственных услуг и муниципальных услуг, федеральный реестр государственных услуг, единая система идентификации и аутентификации, система межведомственного электронного взаимодействия, единая система нормативно-справочной информации и государственная информационная система о государственных и муниципальных платежах» [10].

Через призму социально-синергетического подхода можно говорить об «электронном правительстве» как о социальном метаболизме. Под социальным метаболизмом В.В. Василькова понимает «механизм, заставляющий систему принимать внешние воздействия. Таким механизмом является социальный метаболизм (межсистемный обмен), который представлен тремя основными потоками: обмен природными богатствами, территориями, сферами жизненного пространства, человеческими ресурсами (ресурсная

¹ Урожай зерна в России побил исторический рекорд // РИА Новости от 19.10.2022. URL: <https://ria.ru/20221019/zerno-1825127396.html>

сфера); обмен товарами, капиталом (экономическая сфера); обмен идеями, информацией, ценностями (информационно-культурная сфера)» [10, с. 260].

Именно социальный метаболизм, как система широкого социального межсистемного обмена, послужил конвертации определенных успехов в реализации концепции «электронного правительства» в РФ в «цифровой прорыв» российского АПК.

Базовые компоненты «электронного правительства», в традиционной терминологии, являются единой инфраструктурой цифровой трансформации для всех отраслей экономики и социальной сферы. К указанным компонентам также относятся государственные информационные системы (ГИС).

На сайте Минсельхоза РФ обозначено 10 информационных систем, созданных для управления этой отраслью российской экономики [11]. В дополнение к действующим информационным системам в 2022 г. должен быть введен в действие Единый государственный реестр производителей сельскохозяйственной продукции, продовольствия, промышленной и иной продукции с улучшенными характеристиками. Это должно быть осуществлено на основании ст. 6 Федерального закона № 159-ФЗ «О сельскохозяйственной продукции, сырье и продовольствии с улучшенными характеристиками» от 11 июня 2021 г. [12]

Благодаря внедрению ГИС в предыдущие 15 лет сегодня в России созданы базы данных в сфере АПК, являющихся условием для развития точного земледелия. Точное земледелие — технология, основанная на цифровых данных, используемых для управления и оптимизации производства сельскохозяйственных культур.

К технологиям точного земледелия относятся ГИС, Геоинформационные системы (ГеоИС), беспилотные летательные аппараты (БПЛА), интернет вещей, облачные технологии, Большие данные, технологии искусственного интеллекта (ИИ) и другие современные ИКТ.

Технология «точного земледелия» — это технология управления «большими сельскохозяйственными данными». Точное земледелие создается благодаря оперативному сбору информации о состоянии сельскохозяйственных угодий с применением БПЛА, данных спутникового зондирования, аппаратуре дифференциального позиционирования по сигналам ГЛОНАСС/ГНСС, что и открывает возможности для перехода к системе точного и оперативного анализа актуальных данных на основе технологий Большие данные и ИИ.

Результаты полученной аналитики определяют точные сроки, количество семян для посадки, вид и количество удобрений для

обработки, время и технологию сбора сельскохозяйственных культур и другие параметры возделывания. На этом этапе также используются БПЛА для мониторинга стадий вегетации сельхозкультур и других целей. Например, «в конце июня 2021 г. стало известно о создании в России беспилотных летательных аппаратов, оснащенных лазерной установкой обработки сельскохозяйственных культур». [13] Также «в полях» используют беспилотные комбайны и другую беспилотную сельскохозяйственную технику. Основой управления беспилотной техникой выступает система многочисленных датчиков и передача данных с них через интернет вещей и хранение полученных данных на «облаке».

В результате точного земледелия производители оптимизируют производственные процессы и получают сокращение затрат на выращивание сельхозпродукции до 15 %. По сути дела, точное земледелие — это цифровая платформа (ЦП), интегрирующая все производственные и управленческие процессы. «Для понятия цифровая платформа можно дать следующее обобщенное определение: это виртуальное место встречи продавца и покупателя, автоматизированное искусственным интеллектом, для организации взаимовыгодных отношений неограниченного количества участников, позволяющее значительно снизить транзакционные издержки» [14].

Цифровая платформа — это важнейший элемент цифровой трансформации и, в какой-то степени, ее символ. ЦП характеризует высокий уровень цифровой зрелости. Важность ЦП для российского АПК отмечают авторы издания «Перспективы цифровизации отраслевой экономики России»: «Основной задачей цифровой трансформации сельского хозяйства является интеграция потоков объективных данных сельхозпроизводителей и государственных данных в платформу цифрового сельского хозяйства для обеспечения глобального планирования в отрасли и предоставления точных рекомендаций участникам рынка, в том числе с использованием искусственного интеллекта, активизация инновационных процессов с использованием современного аппарата инновационного менеджмента» [1].

Цифровая платформа, по сути, является синтезом социальных (социально-экономических, управленческих и т. д.), природных и компьютерных систем, т. е. современным воплощением киберфизической системы (*Cyber-Physical System, CPS*). «Область применения CPS распространяется практически на все виды человеческой деятельности, включая все многообразие промышленных систем, транспортные, энергетические и военные системы, все виды си-

стем жизнеобеспечения от медицины до умных домов и городов, а также многие экономические системы» [11].

Как мы указывали выше, CPS выступает аттрактором развития социально-экономических систем. Наше социально-синергетическое видение цифровой трансформации, в принципе, подтверждается материалами аналитического агентства TADVISER про киберфизические системы: «Создание полноценных систем CPS в перспективе приведет примерно к таким же изменениям во взаимодействии с физическим миром, как те, к которым привела в свое время Всемирная сеть» [11].

Политика цифровизации АПК началась в 2017 г. с подготовительной работы в Минсельхозе РФ. В 2018 г. разрабатывалась программа «Цифровое сельское хозяйство» для ее включения в программу «Цифровая экономика». 1 июня 2020 г. Приказом Министерства сельского хозяйства РФ от № 305 было утверждено Положение о Департаменте цифрового развития и управления государственными информационными ресурсами АПК [15].

По поручению Президента РФ с декабря 2020 г. определены руководители цифровой трансформации во всех федеральных министерствах и ведомствах, в региональных органах исполнительной власти 85 субъектов. Они отвечают за цифровизацию основных отраслей экономики. Надо отметить, что Минсельхоз РФ по итогам 2020 г. вошел в число 18 ведомств, которые показали высокую эффективность в цифровой трансформации [16]. Оценка уровня цифровой зрелости Минсельхоза РФ, данная зам. Председателя Правительства РФ, коррелирует с мнением эксперта, что «по уровню цифровизации АПК России находится на 15-м месте среди стран мира».

Необходимо отметить то обстоятельство, что особым условием цифровизации российского АПК является реализация Доктрины продовольственной безопасности РФ [17]. Повышение продовольственной безопасности России, по сути, реализуется благодаря увеличению производительности АПК страны, что сегодня невозможно без цифровой трансформации. Правовой основой для этого являются Доктрина продовольственной безопасности, Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства», Федеральный закон «О сельскохозяйственной продукции, сырье и продовольствии с улучшенными характеристиками» и другие нормативные акты [18]. Надо подчеркнуть следующее обстоятельство: новая «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации» вступила в силу 21 января 2020 г. и учла положения уже действующего к тому моменту Национального проекта «Цифровая экономика».

Постановлением Правительства РФ № 2099 от 15.12.2021 г. были приняты «Правила маркировки молочной продукции средствами идентификации» [19]. С 1 июня 2021 г. вступила в силу обязательная маркировка различных видов молочной продукции в соответствии с принятыми ПП № 2099 «Правилами». Маркировка продукции является цифровым элементом борьбы с контрафактной продукцией АПК, что закреплено в качестве одной из главных целей Доктрины.

В рамках повышения уровня продовольственной безопасности решаются и другие вопросы цифровизации АПК. Так, в пп. «л» п. 7 Доктрины закреплено «создание в сельском хозяйстве высокопроизводительного сектора, развивающегося на основе современных технологий и обеспеченного научными работниками и высококвалифицированными специалистами». Привлечение высококвалифицированных специалистов в АПК осложняется нехваткой жилья и низкими зарплатами «на селе». Как отмечают эксперты, «по некоторым данным, количество IT-специалистов аграрной сферы в два раза меньше, чем в странах с традиционно развитой сферой АПК, дефицит таких кадров достигает 90 тыс. IT-специалистов» [2, с. 146]. Таким образом, вопросы привлечения IT-специалистов, решаемые по линии Доктрины продовольственной безопасности, влияют напрямую на повышение уровня цифровой зрелости российского АПК.

Надо отметить, что цифровая трансформация должна распространяться также на систему сбыта и торговли продуктами питания. Так, в Доктрине напрямую говорится о «мероприятиях по развитию торговой инфраструктуры в сфере реализации продовольственных товаров» как о факторе «физической доступности продовольствия». Но сегодня такие мероприятия можно проводить не только с помощью строительства новых магазинов в сельской местности или применения мобильных «лавок», но и на основе цифровых технологий. Цифровые технологии позволяют создавать систему онлайн заказов продовольствия и «на селе». В рамках реализации онлайн доставки сельскохозяйственных продуктов Минсельхоз РФ сегодня сотрудничает с Яндексом, с Ozon и другими крупными интеграторами [20]. Цифровая трансформация происходит на основе внедрения множества цифровых инструментов и технологий.

В завершение анализа цифровой трансформации российского АПК мы хотим привести в качестве позитивного примера деятельность российской Группы компаний Cognitive Technologies, которая добилась хороших результатов в разработке и создании беспилотного комбайна на основе многостороннего сотрудничества. Летом 2017 г. Группа компаний Cognitive Technologies и Уральский феде-

ральный университет (УрФУ) запустили международную программу «Урал Когнитив Агро». Летом того же года Cognitive Technologies впервые в России провела полевые испытания комбайна в беспилотном режиме. Работы проводились в Ростовской области совместно с партнером Cognitive Technologies «Ростсельмаш» [21].

28 ноября 2019 г. разработчик программного обеспечения для самоуправляемого транспорта Cognitive Technologies и Сбербанк объявили о создании совместной компании Cognitive Pilot, которая займется развитием беспилотных технологий [22].

Таким образом, эта совместная компания сосредоточилась на разработке только беспилотного комбайна (соучредитель этой компании Cognitive Technologies занимался разработкой различных беспилотных систем). В результате в 2020 г. комбайны с системой автономного управления сельскохозяйственной техникой с применением искусственного интеллекта Cognitive Agro Pilot собрали 720 тысяч тонн урожая. Система автономного управления сельскохозяйственной техникой с применением искусственного интеллекта, разработанная Сбером и компанией Cognitive Pilot, входящей в его экосистему, прошла промышленное использование в 35 регионах России в ходе сезона уборки урожая 2020 г. [23]

Экспресс-анализ деятельности Cognitive Pilot (Cognitive Technologies) дает основания для утверждения, что грамотная политика партнерства и сотрудничество разработчика цифровых сельскохозяйственных технологий с научно-образовательными, финансовыми и государственными структурами является фундаментом хорошего результата, т. е. фундаментом цифровой трансформации АПК. С методологической точки зрения речь идет об организации социального метаболизма и получении положительного синергетического эффекта путем создания Cognitive Pilot.

Заключение

Основной проблемой исследования цифровой трансформации отечественного АПК для нас было выявление признаков российского «особого пути» цифровой трансформации отечественного АПК. Решения данной проблемы позволяют использовать российский опыт трансформации АПК в других сферах цифровой трансформации экономики РФ. К таковым признакам мы относим следующие: политическая воля, вынятная государственная политика, обеспечение организационными, финансовыми и правовыми ресурсами.

Классический подход к осмыслению социально-экономических процессов говорит, что опыт цифровой трансформации

может быть применим, в первую очередь, в тех отраслях российской промышленности, которые обеспечены богатыми природными ресурсами. Хотя опыт цифровой трансформации Сбера подсказывает, что могут быть исключения из правила «наличия богатых природных ресурсов» как предпосылки ускоренного роста и цифровой трансформации экономики России. Методологическая подсказка на основании социально-синергетического подхода говорит о том, что социальный метаболизм включает в процессы обмена ресурсную сферу, экономическую сферу и информационно-культурную сферу. Это дает нам основание для утверждения, что опыт цифровой трансформации российского АПК может быть применен во всех социальных сферах при условии применения социально-синергетического подхода.

В качестве практических выводов мы хотим указать на следующие характеристики, влияющие на дальнейшую цифровую трансформацию АПК в РФ:

— цифровая трансформация АПК реализуется на основе государственных субсидий, других мер государственной поддержки АПК и Доктрины продовольственной безопасности РФ, следовательно, зависит от параметров и приоритетов государственной политики цифровой трансформации АПК РФ;

— технологическое содержание цифровой трансформации зависит от региона, в котором она реализуется, поскольку каждый регион России специализируется на своей/своих отраслях сельского хозяйства, а также каждый субъект РФ реализует собственные региональные программы поддержки сельхозпроизводителей;

— в число лидеров «по готовности к внедрению цифровых технологий в АПК вошли Краснодарский край, Новосибирская область, Башкирия, Воронежская, Тамбовская, Челябинская, Нижегородская, Белгородская области, а также Омская и Архангельская области» [24];

— цифровую трансформацию в первую очередь способны реализовывать крупные сельхозпроизводители (агрохолдинги), т. к. они имеют возможность аккумулировать большие финансовые, организационные и другие ресурсы, а также в большей степени заинтересованы в цифровой трансформации, поскольку получают «экономию на масштабе»;

— наиболее «продвинутые» разработчики IT-решений для АПК вступают в кооперацию с научно-образовательными институтами, чтобы опираться в продвижении своих решений на лидеров научно-образовательного потенциала России.

Список источников

- [1] Перспективы цифровизации отраслевой экономики России: особенности и условия коллективная монография / Алексеев А. Н., Гнездова Ю. В., Матвеева Е. Е. и др.; под редакцией Ю. В. Гнездовой, Ю. А. Романовой. Москва : Научный консультант, 2018. С. 62.
- [2] Шкаруна Е. А. Цифровизация АПК: результаты, проблемы, направления развития // Региональная экономика. Юг России. 2020. Т. 8, № 4. С. 144–153. URL: <https://re.volsu.ru/archive/articles/index.php?ID=1276> (дата обращения: 17.08.2021)
- [3] Усенко Л. Н., Холодов О. А. Цифровая трансформация сельского хозяйства. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-selskogo-hozyaystva>
- [4] Медиалогия — автоматическая система мониторинга и анализа СМИ и соцмедиа. URL: https://www.mlg.ru/ratings/search/?q=IT&search_categ=0&how=d (дата обращения: 22.10.2021)
- [5] Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова. URL: <https://www.rea.ru/ru/org/managements/orgnirupr/Documents/Перечень%20росс.%20журналов%20Scopus%20Информатика%20и%20информационные%20технологии.xlsx> (дата обращения: 22.10.2021)
- [6] Система тематических коллективных блогов «Хабр» от 21.08.2021. URL: <https://habr.com/ru/post/149922/> (дата обращения: 22.10.2021)
- [7] Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» / Правительство РФ. URL: <http://government.ru/docs/28653/> (дата обращения: 22.10.2021)
- [8] Международная научная конференция «Цифровая трансформация в промышленности: тенденции, управление, стратегии». Конференция DTI2021 // Архив. URL: <http://dti-conf.ru/> (дата обращения: 22.10.2021)
- [9] Альманах Искусственный интеллект. Центр Национальной технологической инициативы на базе МФТИ по направлению «Искусственный интеллект», Москва. URL: <https://aireport.ru/> (дата обращения: 24.11.2021)
- [10] Василькова В. В. Порядок и хаос в развитии социальных систем. СПб.: Лань, 1999. С. 6. URL: <http://www.bwbooks.net/index.php?id1=4&category=filosophy&author=vasilkova-vv&book=1999&page=2> (дата обращения: 24.11.2021)
- [11] Черняк Л. Киберфизические системы. Cyber-Physical System, CPS. К чему приведет слияние интернета людей, вещей и сервисов. Интернет-портал и аналитическое агентство TADVISER. Государство. Бизнес. IT. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Киберфизические_системы_\(Cyber-Physical_System,_CPS\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Киберфизические_системы_(Cyber-Physical_System,_CPS)) (дата обращения: 04.10.2021)
- [12] Алулеев И. Скачок вперед: в ФРГ отметили рост сельского хозяйства России // Газета. Ru от 28.01.2020. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2020/01/28/12932450.shtml> (дата обращения: 18.08.2021)
- [13] О ходе и результатах реализации в 2020 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяй-

ственной продукции, сырья и продовольствия: Национальный доклад С. 14. Утв. Распоряжением Правительства РФ № 1671-п от 19.06.2021. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/953/953ee7405fb0ebba38a6031a13ec0021.pdf> (Дата обращения: 18.08.2021)

[14] Сидоренко Э. Л., Барциц И. Н., Хисамова З. И. Эффективность цифрового государственного управления: теоретические и прикладные аспекты // Вопросы государственного и муниципального управления. 2019. № 2. С. 93–114. URL: <https://vgmu.hse.ru/2019--2/286418622.html> (дата обращения: 17.08.2021)

[15] Перечень информационных систем Минсельхоза России. URL: <https://mcx.gov.ru/analytics/infosystems/> (Дата обращения: 19.08.2021)

[16] О сельскохозяйственной продукции, сырье и продовольствии с улучшенными характеристиками»: Федеральный закон от 11 июня 2021 г. № 159-ФЗ. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400788577/> (дата обращения: 22.10.2021)

[17] В России начали использовать дроны с лазером для обработки сельхозкультур // ИТ в агропромышленном комплексе России // TADVISER. Государство. Бизнес. ИТ. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ_в_агропромышленном_комплексе_России#. (дата обращения: 18.08.2021)

[18] Барыбина А. З. Границы понятия «цифровая платформа // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии - 2020. Мат-лы междунар. науч.-практ. конф., г. Екатеринбург, 27 нояб. 2020 г. / отв. ред. д-р экон. наук, чл.-корр. РАН Акбердина В. В. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2020, С. 28–33. URL: <http://dti-conf.ru/gallery/dti2020rus.pdf> (Дата обращения: 23.08.2021)

[19] Об утверждении Положения о Департаменте цифрового развития и управления государственными информационными ресурсами АПК/ Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Приказ от 01.06.2020 № 305. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/dit/regulation-document/> (дата обращения: 23.10.2021)

[20] Интервью Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации Д. Н. Чернышенко изданию TAdviser // TADVISER. Государство. Бизнес. ИТ. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интервью_заместителя_Председателя_Правительства_Российской_Федерации_Дмитрия_Н._Николаевича_Чернышенко_изданию_TAdviser (дата обращения: 25.03.2021).

[21] Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (дата обращения: 25.03.2021)

[22] Программные документы // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. URL: <https://mcx.gov.ru/activity/program-docs/> (Дата обращения: 19.08.2021)

[23] Об утверждении Правил маркировки молочной продукции средствами идентификации и особенностях внедрения государственной информационной системы мониторинга за оборотом товаров, подлежащих обязательной маркировке средствами идентификации, в отношении молочной продукции: Постановление Правительства РФ от 15.12.2020 г. № 2099. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74983151/> (дата обращения: 23.10.2021)

[24] Минсельхоз России и Ozon развивают современные каналы сбыта фермерской продукции. URL: <https://mcsx.gov.ru/press-service/news/minselkhoz-rossii-i-ozon-razvivayut-sovremennye-kanaly-sbyta-fermerskoj-produktsii/> (дата обращения: 19.08.2021)

[25] Cognitive Technologies провела полевые испытания беспилотного комбайна // С.News от 15.08.2017. URL: https://www.cnews.ru/news/line/2017-08-15_cognitive_technologies_provela_polevye_ispytaniya (дата обращения: 20.08.2021)

[26] Беспилотники для Грефа: что известно о новом партнере Сбербанка // Forbes // Технологии от 28.11.2019. URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/388411-bespilotniki-dlya-grefa-cto-izvestno-o-novom-partnere-sberbanka> (дата обращения: 20.08.2021)

[27] Комбайны с Cognitive Agro Pilot собрали 720 тысяч тонн урожая // ИТ в агропромышленном комплексе России // TADVISER. Государство. Бизнес. ИТ. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ_в_агропромышленном_комплексе_России#.D0.92_.D0.A0.D0.BE.D1.81.D1.81.D0.B8.D0.B8_.D0.BD.D0.B0.D1.87.D0.B0.D0.BB.D0.B8_.D0.B8.D1.81.D0.BF.D0.BE.D0.BB.D1.8C.D0.B7.D0.BE.D0.B2.D0.B0.D1.82.D1.8C_.D0.B4.D1.80.D0.BE.D0.BD.D1.8B_.D1.81_.D0.BB.D0.B0.D0.B7.D0.B5.D1.80.D0.BE.D0.BC_.D0.B4.D0.BB.D1.8F_.D0.BE.D0.B1.D1.80.D0.B0.D0.B1.D0.BE.D1.82.D0.BA.D0.B8_.D1.81.D0.B5.D0.BB.D1.8C.D1.85.D0.BE.D0.B7.D0.BA.D1.83.D0.BB.D1.8C.D1.82.D1.83.D1.80 (дата обращения: 20.08.2021)

[28] В Россельхозбанке назвали наиболее готовые к цифровому АПК регионы // РИА Новости от 19.06.2020. URL: <https://ria.ru/20200619/1573163101.html> (дата обращения: 20.08.2021).

УДК 331.658(005.5)

JEL classification: M14, O14, Z19

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-20

Методология Agile в условиях ESG трансформации¹

В.В. Смирнов ^а, П.И. Хохлова ^б, А.С. Бормотов ^в

^а НИУ ВШЭ (г. Москва, Россия).

^{б, в} Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
(г. Екатеринбург, Россия).

Автор для корреспонденции: В. В. Смирнов (smirnov.viktor.98@mail.ru).

Аннотация. Данная статья посвящена рассмотрению современных тенденций ESG-трансформации в условиях мировой экономики и применения гибкой методологии управления проектами в контексте ESG. Задачи исследования сводятся к рассмотрению основных критериев и принципов ESG и позиции Agile-подхода в управлении проектами, связанными с устойчивым развитием. Предметом исследования являются особенности ESG-трансформации в условиях новой экономической реальности. Объектом исследования выступает роль Agile-методологии в процессах ESG-трансформации. В рамках исследования авторы выяснили, что интеграция ESG-факторов даёт возможность наилучшим способом определять пути развития бизнеса с целью сохранения конкурентных позиций на рынке. Более того, экономические преобразования необходимо осуществлять посредством внедрения современных гибких подходов управления. Ведущий метод исследования — метод анализа, который позволил провести экспертизу современных тенденций развития бизнеса и выявить проблематику, учитывая наличие различных проектных подходов.

Ключевые слова: ESG-трансформация; электронно-цифровое общество; цели устойчивого развития; Agile-управление; управление проектами.

¹ © Смирнов В.В., Хохлова П.И., Бормотов А.С. Текст. 2022

Agile Methodology in the Context of ESG Transformation

V. V. Smirnov ^a, P. I. Khokhlova ^b, A. S. Bormotov ^c

^a HSE University (Moscow, Russia).

^{b, c} Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia).

Corresponding author: V. V. Smirnov (smirnov.viktor.98@mail.ru).

Abstract. *The article reviews current trends in ESG transformation in the global economy and the use of flexible project management methodology in the context of ESG. The study considers the main criteria of the ESG principles and the position of the Agile approach in managing projects related to sustainable development. The research subject is the features of the ESG transformation in the new economic reality. The research object is the role of Agile methodology in the processes of ESG transformation. The article revealed that the integration of ESG factors is important for determining the path of business development to maintain a competitive position in the market. Moreover, economic transformation must be carried out through the introduction of modern flexible management approaches. The leading research method — the method of analysis — was used to conduct an examination of current business development trends and identify issues, given the presence of various project approaches.*

Keywords: ESG transformation; electronic-digital society; sustainable development; Agile management; project management.

Введение

На сегодняшний день все больше компаний озадачиваются вопросами окружающей среды, родом своей деятельности и ее влиянием на различные сферы (начиная от вредных выхлопов и заканчивая социальной ответственностью работников за то, чем они занимаются). Беря во внимание кризисы, возникшие в сфере здравоохранения в последние годы, эта тенденция только усиливается. Результирующим фактором является то, что растет понимание со стороны инвесторов различных компаний, правительств разных государств и общественности экологических и социальных вопросов. Или, если быть точнее, то усиливается влияние компаний на эти аспекты и тот вектор развития, который они выбирают, их потенциал создавать долгосрочную ценность своего имиджа и диктовать глобальную повестку приоритетных целей.

Принятые в 2015 г. 17 целей устойчивого развития ООН (ЦУР) [1] давно стали обязательным трендом развития любой крупной компании, а срок реализации уже постепенно подходит к концу, ведь задача по достижению этих целей назначена на 2030 г. Также не стоит забывать о нормах по выполнению климатических задач,

установленных в Парижском соглашении, подписанном в том числе и Россией в 2016 г. [2]

Сформированный обществом и правительствами многих государств ряд глобальных вызовов напрямую связан с тем, как будут реализованы проекты и решены проблемы в экологической, социальной и управленческих (*environmental, social, governance (ESG)*) сферах и какие именно факторы будут иметь наибольший приоритет при формировании стратегий и бизнес-моделей компаний.

Основная часть

Что же такое ESG и как современные тенденции влияют на трансформацию на современном рынке? Если говорить коротко, то ESG — это такой вид инвестиций, где ключевую роль играют этические соображения. А именно, когда в расчет берется в первую очередь влияние, которое эти инвестиции оказывают на общество и окружающую среду, а уже потом учитывается выгода (см. рис.).

ESG:

— *Environmental* — окружающая среда (как она воздействует на нас? Как предприятия и каждый из нас воздействует на нее? Личная ответственность каждого за природное воздействие);

— *Social* — социальный эффект или, в ином случае, это *sustainability*, то есть «устойчивое развитие». Такое определение представляет собой что-то среднее между экологическим и этическим аспектами. Некоторые выделяют в качестве основных критериев этого фактора такие параметры, как обеспечение сотрудникам достойных условий работы, распределение равных возможностей для каждого, поддержание общественных организаций.

— *Governance* — управление, имеется в виду качество корпоративного управления (открытость бизнеса, правильное структурирование, ведение бизнеса в соответствии с современными и в том числе этическими нормами) [3].

Одним из основных показателей правильной интеграции ESG является то, что компании начинают себе отдавать отчет в тех факторах, которые напрямую или потенциально влияют на вышеперечисленные сферы. Компании становятся более аккуратны в таких аспектах. В силу современных тенденций ESG риск потерять позиции на рынке крайне велик, поэтому стремление за трендом отходит на второй план, а появляется более перспективная концентрация на следовании и повышении конкурентоспособности. Компании, которые берут во внимание изменения в социально-экономической и экологической сферах, более гибки при отклонениях



Рис. Принципы системы ESG.

от стратегических планов развития. Такой формат организации позволяет выходить на новые рынки или же увеличивать долю развития и влияния на существующих [10].

Следование стандартам ESG крайне положительно сказывается как на репутации компании, так и на отношениях с общественностью. Не стоит забывать и о том, что производительность труда выше в тех компаниях, которые заботятся об условиях труда сотрудников, постоянно мотивируют их и развивают внутренний потенциал как их самих, так и компании. Как следствие, таким компаниям удается привлекать и удерживать высококвалифицированных сотрудников.

Интеграция ESG факторов даёт возможность наилучшим способом определить желания и предпочтения не только потребителей, но и инвесторов. Стоит отметить, что опросы в автомобильной, деревообрабатывающей, упаковочной, электронной и строительной сферах показали, что большая часть потребителей, а именно 60–70 %, готовы переплачивать в пределах 5 % за продукт, имеющий более экологически высокий рейтинг, если он при этом соответствует тем же стандартам, что и не экологически чистая альтернатива [4]. Опираясь на другой опрос, стоит отметить, что 80–90 % миллениумов проявляют свою озабоченность в инвестициях, которые отражают их интересы и ценности. А компании, обладающие сильной ESG-приверженностью, достаточно привлекательны для подобного рода инвесторов и соответствующих инвестиций (табл.), ориентированных на долгосрочную стоимость и с возможностью управления рисками.

Сравнение сильных и слабых приверженностей ESG на действительных примерах

	Сильная приверженность	Слабая приверженность
Выручка	Привлечение клиентов B2B и B2C с помощью устойчивых продуктов, доступ к ресурсам благодаря более тесным отношениям с общественностью и государственными органами	Потеря клиентов в результате безответственного бизнес-поведения (например, несоблюдение прав человека) или восприятия продукции как опасной или неустойчивой, потеря доступа к ресурсам
Затраты	Снижение энергоемкости и водоемкости	Лишние отходы и более высокие затраты на утилизацию
Регуляторные вмешательства	Достижение стратегической свободы через дерегулирование, получение государственной поддержки и субсидий	Штрафы и взыскания
Производительность труда	Повышение мотивации сотрудников, привлечение талантов в результате высокого социального доверия	Ограниченные возможности привлечения талантов из-за социальной стигмы
Инвестиции и активы	Повышение окупаемости инвестиций за счет более эффективного долгосрочного распределения капитала (например, более устойчивое оборудование, заводы)	Потеря конкурентоспособности по сравнению с конкурентами с менее энергоемкими и рентабельными активами

Источник: [5]

Преобразования — это новая экономическая реальность. Однако этот критерий требует наличия такого немаловажного фактора, как отличная управляемость: управление постоянными изменениями в условиях непрекращающихся кризисов и принятия творческих, социально ответственных решений в интересах нынешнего и будущих поколений, основанных на лучшей международной практике и технической, финансовой и социальной инженерии. ESG banking — это не «покупка» или «продажа» рисков, а управление рисками, которое требует затрат на начальных этапах, чтобы избежать больших потерь в последующем.

Для банка «Центр-инвест» управление банковскими рисками ESG влечет за собой:

- баланс между прибыльностью, органическим ростом и принятыми рисками;
- ориентация на долгосрочные результаты;
- знание целевых рынков и региональных рисков, чтобы избежать чрезмерных потерь, находясь в состоянии «неопределенности» при выборе решений;
- отказ от спекулятивных сделок и приоритет роста кредитования реального сектора экономики;
- забота о клиентах и активное управление рисками на основе детального анализа бизнеса заемщиков;
- регулярная переоценка рисков и покрытие их достаточными резервами и капиталом;
- минимизация рисков за счет диверсификации источников финансирования и приоритизации кредитования местного населения и малого бизнеса в регионах присутствия банка;
- постоянное совершенствование системы управления рисками, сочетающей формальные и содержательные процедуры оценки рисков, прозрачность сделок и трансакций;
- стимулирование спроса на кредитные продукты путем повышения финансовой грамотности населения и предоставления бесплатных бизнес-консультаций;
- снижение уровня дефолтов (мошеннических или вызванных социальными и экономическими факторами) за счет использования стимулирующих процентных ставок;
- непрерывные инновации для удовлетворения требований клиентов и адаптации к быстро меняющейся операционной и нормативной среде.

Отдельно стоит выделить два основных аспекта управления операционными рисками в рамках ESG:

— Влияние рисков ESG на обеспечение непрерывности бизнеса, включая своевременное аварийное восстановление физических активов (включая ИТ-системы) и безопасные условия труда для персонала. Эта оценка должна учитывать географическое положение финансового учреждения и его партнеров и поставщиков услуг, а также их влияние на репутацию и риски ответственности [9].

— Эффективное предотвращение мошенничества для защиты клиентов банка является важной частью социального («S») элемента. В дополнение к прямому влиянию на финансовые потери из-за возникновения операционного риска мошенничество оказывает значительное влияние на лояльность клиентов. В случае крупномасштабного мошенничества это также может повлиять на соци-

альную напряженность в регионах, где работает банк. Предотвращение мошенничества требует создания эффективной системы организационных и технических мер по мониторингу мошенничества, а также мер по повышению финансовой грамотности клиентов и осведомленности о предотвращении мошенничества и об онлайн-безопасности [6].

Бесспорно, будущее мировой экономики напрямую связано с осуществлением проектов, которые позволяют комплексно решать проблемы экологической, социальной и управленческих сфер. При этом перед мировым сообществом также стоит задача подготовки профессиональных кадров в области ESG-управления. От подготовки компетентных специалистов зависит развитие проектов устойчивого развития, в том числе достижение 17 целей устойчивого развития ООН как в интересах государств, так и коммерческих организаций. Если говорить про управление проектами, то на данный момент в бизнес-среде грамотные руководители должны уметь использовать такие управленческие подходы, которые отвечали бы качественному построению системных процессов в организации и при этом являлись бы ориентированными по отношению к сотрудникам.

На сегодняшний день наиболее успешной системой современного менеджмента является Agile-система. Возникшее как движение в начале 2000-х гг., Agile-управление до сих пор транслирует необходимые ценности и идеи, являясь тем самым инновационным и гибким подходом в менеджменте и находя свое применение не только в ИТ-сфере, но и в других областях. Особенно в условиях цифровизации всех сфер общества именно эффективность применяемых технологий играет огромную роль при достижении поставленных целей и задач компаний, так как позволяет оперативно реагировать на перемены. К тому же стоит отметить, что создание электронно-цифрового общества, концепция которого разрабатывалась на протяжении многих лет, и сейчас находит свое применение в стратегическом планировании развития государства, может быть реализуемо путем трансформации, которая, в свою очередь, должна базироваться на гибком, но при этом эффективном и дающем результаты подходе. Именно такими свойствами и обладает Agile [8].

Кроме того, именно команда руководителей несет в себе ценности компании и вовлекает организацию в решение современных проблем. Принципы, которые вкладывают менеджеры в свои действия, транслируются через призму управленческого подхода и находят отражение как в инвесторах, так и в конечных потребителях.

Еще в 1986 г. в статье «The New New Product Development Game» был обобщен опыт многих японских корпораций именно по созданию новых и уникальных изделий и продуктов, отвечающих наивысшим требованиям пользования и отвечающим на все потребности заказчика. В этой же статье была высказана идея, что организовывать разработку таких проектов нужно за счет небольших самоорганизующихся команд, которые замотивированы общей целью, автономны в своей работоспособности и работают на результат по принципу выполнения коротких итераций. Иными словами, небольшие кросс-функциональные команды добиваются лучших результатов, поскольку:

- проводят короткие итерации;
- автономны;
- мотивированы общими командными целями;
- достигают мастерства, обогащая опыт друг друга.

Если обобщить концепцию Agile-manifesto, ключевыми можно выделить такие идеи, как:

- люди и их взаимодействие при работе над конкретным проектом важнее, чем процессы и инструменты;
- работающий продукт важнее совершенной документации;
- сотрудничество с заказчиком важнее контрактных обязательств;
- реакция на изменения важнее следования плану.

Однако стоит осознавать, что «важнее» не означает полное исключение иных факторов. Нельзя отрицать и не учитывать другие аспекты, которые в вышеперечисленных идеях следуют после основных. Как раз-таки наоборот. Agile позволяет разграничить и переориентировать систему ценностей таким образом, чтобы выделить главное, но не забывать о второстепенном [7].

Задачей является достижение устойчивого социально-экономического развития, обеспечение которого возможно только на основе эффективного взаимодействия органов власти и бизнес-структур.

Благодаря повышению гибкости системы управления и использованию бережливых принципов в организации происходит следующее:

- освобождение от ненужной документации позволяет людям больше заниматься решением поставленных задач, а не тратить время на формализацию;
- возвращение желания развиваться помогает сотрудникам чувствовать значимость и расти в профессиональном плане;

— усиление командного духа, происходит формирование внутри коллектива сильной команды, участники которой делятся переживаниями, проблемами, идеями;

— подбирается оптимальный объем работы, на сотрудников не возлагается задач больше, чем они могут выполнить.

Принципиально важным достоинством концептуальной модели Agile в контексте ESG является возможность ее дальнейшего коллективного масштабирования разными заинтересованными лицами (работниками предприятий, экспертами, разработчиками методики, проверяющими лицами и т. п.), координирующими свою деятельность в рамках совместно решаемой задачи.

Технология Agile концентрируется не только на планировании, а на постоянной реорганизации планов и этапов. Это позволяет оперативно реагировать на изменения и принимать советуемые действия, которые будут актуальны и эффективны в данный промежуток времени и в конкретных ресурсных условиях.

Заключение

Таким образом, важно в определенной степени отделять ценности Agile и их интеграцию в ESG-трансформации компании. Agile-подходы также могут быть плотно интегрированы в ESG-повестку за счет того, что методология оптимальна для осуществления подобной трансформации в условиях новой экономической реальности.

Список источников

[1] ГА ООН от 21.09.2015 г. «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/70/1>

[2] Социально-экономическое Парижское соглашение по климату 2015 г. URL: https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/russian_paris_agreement.pdf

[3] Худякова Л. С. Создание системы устойчивого финансирования в Европейском союзе // Мировая экономика и международные отношения. 2019. Т. 63. № 7. С. 16–22.

[4] Шервуд В., Поллард Дж. Ответственное инвестирование: введение в экологические, социальные и управленческие инвестиции. Нью-Йорк: Рутледж, 2019. 270 с.

[5] Егорова А. А., Гришунин С. В., Карминский А. М. Влияние факторов ESG на производительность компаний информационных технологий // Процесседия Информатика. 2022. Т. 199. С. 339–345.

[6] Доклад о Целях в области устойчивого развития. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/> (дата обращения: 09.09.2022).

[7] Терентьева З. С., Хализова И. А. Гибкие методы управления проектами, анализ и сравнение // АНИ: экономика и управление. 2019. № 1 (26). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gibkiemetody-upravleniya-proektami-analiz-i-sravnenie> (дата обращения: 27.08.2022).

[8] Павлов А. Н. Эффективное управление проектами на основе стандарта PMI PMBOKR 6th Edition. М.: Лаборатория знаний, 2019. С. 25.

[9] ESG рэнкинг российских компаний RAEX-Europe (по состоянию на 15.07.2021). URL: https://raex-a.ru/rankingtable/ESG_ranking_companies/15/07/2021

[10] A conceptual model of knowledge dynamics in the industry 4.0 smart grid scenario / N. Dragicevic, A. Ullrich, E. Tsui, N. Gronau // Knowledge Management Research & Practice. 2020. No. 18 (2). P. 199–213.

УДК 332.05(1)

JEL classification: O47, O25, O14

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-21

Промышленный потенциал добывающей отрасли в условиях перехода на шестой технологический уклад¹

Е.Х. Тухтарова ^a

^a Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Российская Федерация);
ТГУ (г. Тольятти, Российская Федерация).
<https://orcid.org/0000-0002-3999-7376>

Автор для корреспонденции: Е. Х. Тухтарова (tyevgeniya@yandex.ru).

Аннотация. В статье представлена оценка технологического потенциала добывающей отрасли в российских регионах. Информационную базу исследования составили данные Росстата за 2005–2020 гг. в разрезе регионов. В качестве методологической базы исследования выступили возможности эконометрического моделирования пространственно-временных рядов на основе производственной функции Кобба — Дугласа. Эконометрическое моделирование производственной функции Кобба — Дугласа для добывающей отрасли показало низкий технологический потенциал большинства российских регионов при осуществлении перехода на новый технологический уклад. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости подключения к текущей проблеме государственных федеральных и региональных институтов в целях создания масштабных реформ в добывающей отрасли и недопущения отставания от других стран, осуществляющих переход на новый технологический результат.

Ключевые слова: технологический уклад; добывающая промышленность; обрабатывающие производства; электроэнергетическая отрасль.

¹ © Тухтарова Е.Х. Текст. 2022

Industrial Potential of the Extractive Industry in the Conditions of Transition to the Sixth Technological Mode

Е. Х. Тухтарова ^а

^а Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia);
Togliatti State University (Togliatti, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-3999-7376>

Corresponding author: E. Kh. Tukhtarova (tyevgeniya@yandex.ru).

Abstract. *The article presents an assessment of the technological potential of the extractive industry in Russian regions. The Federal State Statistics Service data for 2005–2020 was analysed in the context of regions. The econometric modelling of space-time series based on the Cobb–Douglas production function was used as the main method. Econometric modelling of the Cobb–Douglas production function for the extractive industry has shown the low technological potential of most Russian regions during the transition to a new technological mode. The obtained results indicate the need to involve state federal and regional institutions in the current problem in order to create large-scale reforms in the extractive industry and prevent lagging behind other countries transitioning to a new technological mode.*

Keywords: technological structure; mining industry; manufacturing; electric power industry.

Введение

Устойчивое развитие территорий, отраслей и производственных комплексов является одной из главных задач любой экономической модели. При всем многообразии методологических возможностей методы статистического анализа позволяют наилучшим образом раскрыть и выявить объективные количественные характеристики процесса создания благ в экономике, выявить ее специфику, тенденции, построить оптимальные траектории развития и спрогнозировать среднесрочное или долгосрочное развитие.

Производственные функции являются одним из инструментов экономико-математического моделирования процесса производства товаров и услуг в экономике, отражающих сложившиеся тенденции и взаимосвязи в действующей экономической модели, а также позволяют оценивать эффективность использования имеющихся ресурсов в стране.

Санкции, которые были введены в отношении нашей страны, создают неблагоприятную основу для долгосрочного технологического развития. В то время как развитые страны мира осуществляют переход на новый технологический уклад, влияние санкций может создать сдерживающий эффект для технологического развития

российских регионов, усугубляя разрыв между Россией и развитыми странами.

Цель исследования — оценить технологический потенциал важнейшей отрасли реального сектора экономики — добывающей промышленности. В качестве основного инструмента, позволяющего оценить уровень промышленного инновационного, технологического потенциалов регионов, а также вовлечение и эффективное использование имеющихся ресурсов при создании товаров и услуг в экономике, будут использованы возможности производственной функции (ПФ) Кобба — Дугласа.

Преимуществом использования этого инструмента является его простота в интерпретации полученных оценок. Другим преимуществом производственной функции Кобба — Дугласа является возможность изучения трендов, их переломных моментов, определение адекватных оценок использования имеющихся ресурсов в стране на основе полученного остатка Солоу (остатки регрессии), который сигнализирует об инновационном или технологическом потенциале регионов.

Обзор литературы

Традиционно при оценке экономической модели в основе возможностей ПФ делается допущение, что национальная экономика является открытой, входами ее являются затраты ресурсов (материальных, технологических и трудовых), а выход представляет собой производимую конечную продукцию [1]. В настоящее время Россия, являющаяся частью глобальной экономической системы, определяется как страна с открытой экономикой, что делает ее уязвимой при любом воздействии со стороны внешнего мира. Российский добывающий сектор, являющийся частью глобальной мировой экономической системы, в настоящее время сталкивается с серьезными внешними вызовами, которые усиливаются необходимостью перехода на новый технологический уклад.

Переход к новому технологическому укладу всегда сопровождается переделом мировой экономической системы, который способствует возникновению войн, политических катаклизмов и перераспределению ресурсов в глобальной системе [2]. Еще около ста лет назад Н.Д. Кондратьевым было отмечено, что развитие народного хозяйства представляет собой необратимый процесс, который сопровождается частыми конъюнктурными колебаниями [3].

Конъюнктурные колебания имеют циклический характер, а темпы экономического роста зависят от фазы жизненного цикла технологи-

ческого уклада, его становления, роста, зрелости или упадка [4]. Изменение в динамике экономического развития сопровождается промышленными кризисами, когда старые технологии, используемые на производстве, перестают генерировать высокую норму прибыли [5].

Снижение отдачи от технологий, по мнению М.И. Туган-Барановского, объясняется несоответствием в накоплении между производительным и финансовым капиталом, что приводит к дисбалансу между производственными и трудовыми факторами, а также к нарушению равновесия между спросом и предложением на рынке товаров и услуг [6]. В целом изучая промышленные кризисы на примере Англии, М.И. Туган-Барановский соглашается с К. Марксом, что эти кризисы возникают в самой загадочной системе «капитализм» ввиду ее экспансионистской природы, а так как планета конечна, рано или поздно происходит разбалансировка или кризис мировой экономической системы до тех пор, пока не будут найдены новые источники развития. Другими словами, выход из промышленного кризиса всегда сопровождается сменой технологических укладов.

К такому выводу пришел и Й. Шумпетер, продолживший работу над теорией цикличности Н.Д. Кондратьева, введя в научный оборот понятие делового цикла, в течение которого происходит ввод инноваций. В свою очередь инновации дают новый виток научно-технологическому прогрессу (НТП) и последующий импульс экономическому развитию на ближайшие 50–70 лет, так называемой длинной волны [7]. Действительно, технологический прогресс и экономический рост довольно тесно коррелированы между собой. Новый технологический цикл, или волна, приводит к созданию новых отраслей, возможностей и новых форм для инвестиций, структурной перестройке рынка труда и промышленного производства, а также стимулирует общую экономическую ситуацию в мире.

Впервые термин «технологический уклад» был предложен в середине 80-х гг. прошлого столетия советскими учеными Д.С. Львовым и С.Ю. Глазьевым, которые также занимались развитием теории длинных циклов, или волн Н. Кондратьева [8]. Под технологическим укладом С.Ю. Глазьев понимает воспроизводственный контур, охватывающий все стадии переработки ресурсов, удовлетворяющих существующему типу общественного потребления [9]. Другими словами, технологический уклад может быть представлен определенным типом производственных отношений с системой хозяйственной и организационной деятельности этого уклада. При этом они связаны между собой однородными потоками ресурсов, а технологии опираются на соответствующий ему уровень:

квалификации рабочей силы, научно-технического, промышленного, финансового, инвестиционного потенциалов и др.

Оценкой промышленного потенциала в условиях смены технологических укладов на протяжении последних десятилетий занимается значительное количество российских ученых [10, 11, 12]. Однако большая часть из них проводит эту оценку при помощи кластерного анализа, оставляя за скобками многочисленные различия в промышленном потенциале отраслей реального сектора экономики. Многие из них делают упор на развитие цифровых, нанотехнологиях без учета возможностей их применения, например для добывающего сектора экономики.

Добывающая отрасль сегодня для России является одной из важнейших составляющих реального сектора экономики, способная обеспечить страну необходимыми ресурсами для полноценного развития страны в условиях смены технологических укладов. Имеется ли для этого у российских регионов промышленный, технологический и квалификационный потенциал, покажет наше исследование.

Данные и методы

В качестве инструмента анализа промышленного потенциала добывающей отрасли российских регионов была использована производственная функция Кобба — Дугласа. В условиях недостаточности количества наблюдений, что не позволяет выявлять тенденции и закономерности для страны в целом, были использованы статистические данные по всем регионам Российской Федерации. Далее в эконометрических уравнениях на основе панельных данных проводился анализ сложившихся соотношений между трудом, капиталом и технологиями за определенный период (год). Использование панельных данных позволяет не только максимально точно отразить тенденции и сложившиеся закономерности за определенный период времени, а также выявить переломные моменты в экономической модели России, но и дают возможность оценить пространственные эффекты, которые получают или недополучают те или иные регионы.

Наиболее адекватные оценки были получены в производственной функции Кобба — Дугласа при логарифмировании натуральных (для численности занятых) и стоимостных (производственные фонды и инноваций) показателей, как уже отмечено выше, для приведения разнородной информации к сопоставимому виду. В процессе моделирования была получена эконометрическая модель, представленная формулой:

$$\ln Y = \ln \times A + \alpha \times \ln K + \beta \times \ln L + \ln \varepsilon$$

где Y — добывающая промышленность; A — уровень научно-технологического развития, выраженный произведенной инновационной продукцией в стране; K — производственные фонды; L — среднегодовая численность занятых; ε — остаток Солоу.

Применение панельных данных позволило оценить пространственные эффекты, выделить регионы, обладающие высоким или низким уровнем технологического потенциала в действующей экономической модели. Региональные диспропорции технологического развития регионов были оценены на основе анализа остатков регрессии (остаток Солоу), которые можно трактовать как отклонение потенциального ВВП от фактического. Данный инструмент позволяет оценить, на какой стадии находится региональная экономическая модель: в стадии перегрева или, наоборот, недополученного пространственного эффекта при имеющемся потенциале, вследствие потери рабочей силы или деградации производственных фондов, или введения санкций. При этом, когда остатки регрессии находятся в ситуации, близкой к нулю, это будет свидетельствовать об эффективном использовании имеющихся ресурсов в регионе и его перестройке на новый технологический уклад. Тогда как серьезное отклонение от своего потенциального ВВП будет свидетельствовать либо о перегреве и стягивании ресурсов из других регионов, либо о недозагрузке и простаивании имеющихся возможностей и обеспечении ими других регионов, вследствие чего будут обладать наименьшим промышленным потенциалом для добывающей отрасли в условиях перехода на новый технологический уклад.

Результаты исследования

В ходе поиска адекватной модели для добывающего сектора не было найдено статистически значимой связи с инновациями. При добавлении данного показателя все характеристики уравнения заметно ухудшались. Несмотря на то, что константа является незначимым фактором практически для всего периода (за исключением с 2017 г. по 2020 г.), при ее удалении характеристики уравнения также ухудшались. В связи с этим была выбрана классическая модель Кобба — Дугласа с заданным уровнем технологического развития — константой. В отличие от инноваций, труд и капитал играют значимую роль для добывающего сектора.

Добывающий сектор промышленности сильно зависит от конъюнктуры внешнего мира. Так, мировой финансовый кризис 2007 г.

оказал сильное влияние на изменение в соотношении между трудом и капиталом в секторе. Если до кризиса соотношение между производственными фондами и численностью занятых в добывающем секторе промышленности составляло 60:40 (соответственно), то в 2007 г. экономическая система России ответила на внешний вызов усилением эксплуатации производственных фондов (таб.).

Отметим, что для 2007 г. заметно ухудшились параметры всего уравнения, труд перестал играть значимую роль для сектора. При этом заметно снизилась общая способность факторов объяснить происходящие изменения в добывающем секторе промышленности России (коэффициент детерминации уравнения снизился с 94 до 84 %). На наш взгляд, это может означать, что в данный период значительную роль начали играть другие факторы, например эффективность управленческих решений, цены на углеводороды или др.

В 2010 г. произошел разворот в экономической системе для добывающего сектора: если ранее модель можно было назвать капи-

Таблица

Эконометрические результаты для добывающего сектора РФ за 2005–2017 гг.

Год	Добывающая отрасль	Константа	Фонды	Занятые
	R2	к1	к2	к3
2005	0,94	-0,64	0,67***	0,43***
2006	0,91	-0,38	0,65***	0,41***
2007	0,84	-3,68***	1,44***	0,003
2008	0,90	-0,27	0,60***	0,48***
2009	0,91	-0,46	0,66***	0,41***
2010	0,90	-1,01***	0,53***	0,63***
2011	0,87	-1,24**	0,37***	0,86***
2012	0,87	-0,20	0,51***	0,58***
2013	0,91	0,52	0,75***	0,22**
2014	0,93	0,20	0,73***	0,27***
2015	0,93	-0,10	0,69***	0,36***
2016	0,94	-0,29	0,64***	0,43***
2017	0,95	-0,95***	0,59***	0,57***
2018	0,82	-2,29***	0,56***	0,77***
2019	0,82	-2,55***	0,38**	1,01***
2020	0,82	-2,66***	0,35***	1,05***

Примечание: *** — вероятность полученного коэффициента на уровне 99 %, ** — вероятность полученного коэффициента на уровне 95 %, * — вероятность полученного коэффициента на уровне 90 %.

талоемкой, то в этот год произошел разворот в сторону трудоемкости, а труд стал играть самую важную роль. При этом такая модель просуществовала до 2012 г. В 2013 г. вновь произошел разворот в пользу наращивания и усиления роли производственных фондов, что может свидетельствовать о внедрении на предприятиях технологий, например, 5-го технологического уклада. Однако с 2017 г. снова произошло усиление роли труда, что может свидетельствовать о включении экстенсивных источников развития.

Значительные изменения в соотношении между факторами труда и капитала свидетельствуют о том, что добывающая промышленность сильно подвержена внешним колебаниям. При этом адаптация к санкциям проходит для отрасли сложнее, чем в целом для экономики. Также на отрасль сильное влияние оказывает состояние производственных фондов, а отсутствие технологического развития свидетельствует о том, что сектор катастрофически нуждается в модернизации. При этом необходимо понимать, что в этом случае заметно возрастет роль инноваций, что позволит привести добывающую промышленность в равновесное состояние и к классическому распределению в соотношении между трудом и капиталом.

Интересно отметить, что в переломный для добывающего сектора промышленности момент в 2010 г. практически все регионы России были близки к своим равновесным состояниям, за исключением Москвы (рис. 1). Москва была единственным регионом, который отклонился от своего равновесного состояния, что может свидетельствовать о несовершенстве методологии сбора данных. Как известно, головные офисы добывающих компаний, например, Газпрома, находятся в столице, соответственно весь финансовый результат, полученный компаниями, будет относиться к Москве. При этом регион, не обладая производственными фондами добывающей промышленности, будет явно переоцененным, что и зафиксировал наш эконометрический анализ.

В 2013 г. к Москве присоединился другой город федерального значения — Санкт-Петербург (рис. 2), что, на наш взгляд, подтверждает ранее выдвинутый тезис о переоценке городов и стягивании ими на себя ресурсов, которыми не обладают. Например, в Чеченской Республике, являющейся добывающей территорией, промышленность сильно недооценена и имеет самое максимальное отклонение со знаком минус от своего равновесного состояния.

Возможно, это свидетельствует о неполной загрузке производственных мощностей, но, с другой стороны, это может говорить о неэффективном механизме перераспределения ресурсов в экономической

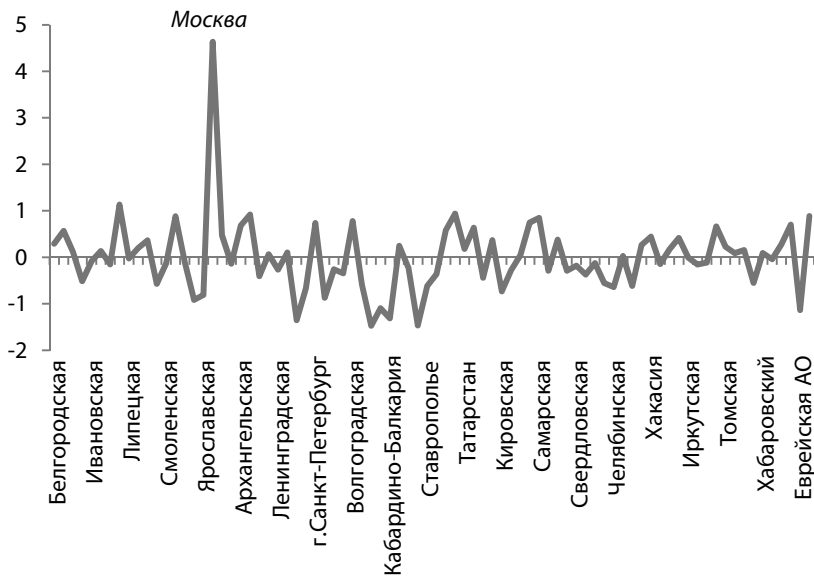


Рис. 1. Пространственно-территориальное развитие в 2010 г. в добывающем секторе промышленности (остатки регрессии)

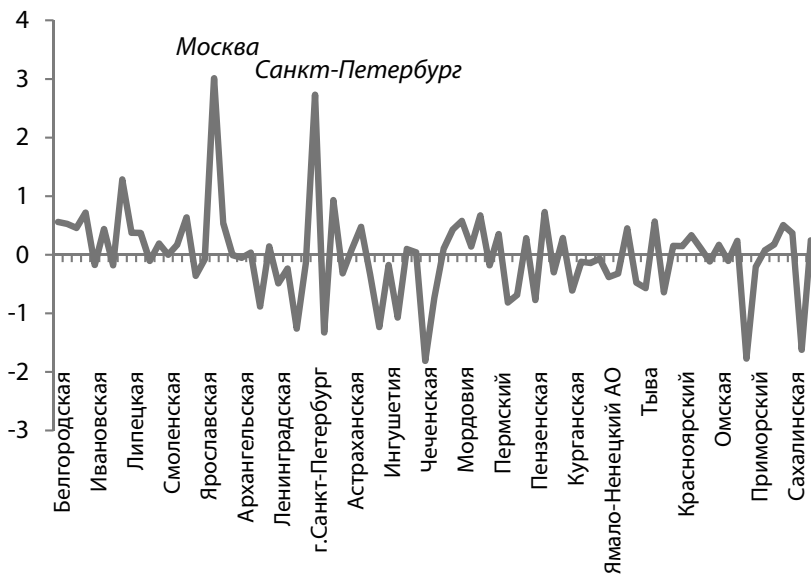


Рис. 2. Пространственно-территориальное развитие в 2013 г. в добывающем секторе промышленности (остатки регрессии)

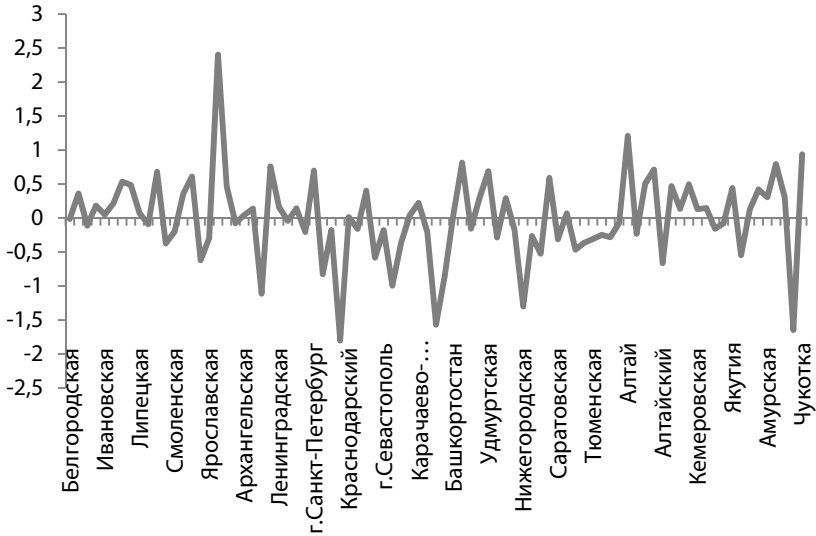


Рис. 3. Пространственно-территориальное развитие в 2016 г. в добывающем секторе промышленности (остатки регрессии)

модели России между территориями. Отметим, что с 2016 г. диспропорции в перераспределении ресурсов только усилились (рис. 3).

Однако в 2020 г. большинство добывающих регионов вернулись к своему равновесному состоянию, что может свидетельствовать об адаптации этих регионов к внешним вызовам и санкционному

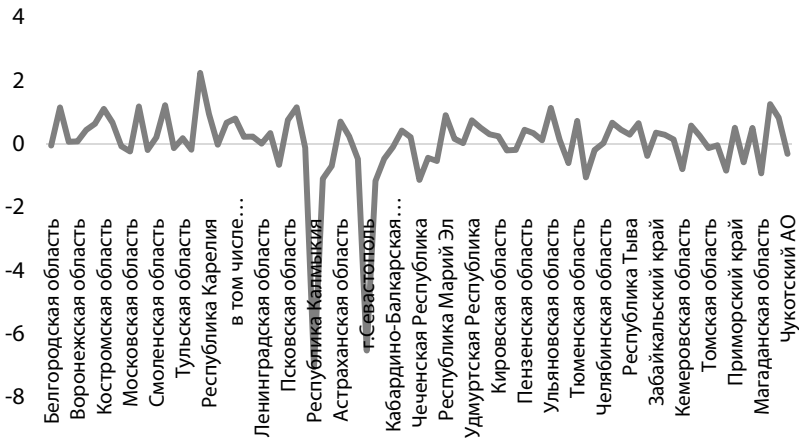


Рис. 4. Пространственно-территориальное развитие в 2020 г. в добывающем секторе промышленности (остатки регрессии)

давлению. Лишь два региона заметно отклонились от своего равновесного состояния — это Калмыкия и Севастополь (рис. 4), но говорить, что эти регионы являются добывающими, сложно, поэтому мы склонны считать, что это следствие перестройки экономической модели в этих регионах, в условиях перехода на новый технологический уклад, где добывающий сектор не играет столь значительной роли.

Заключение

Проведенное исследование зафиксировало ряд важнейших тенденций и закономерностей в экономической модели России:

В настоящее время в некоторых российских регионах осуществляется переход на новый технологический уклад, что подтверждается эконометрическими результатами. С 2017 г. наблюдается новый цикл накопления капитала и технологий. При этом труд перестает играть важную роль, которая наблюдалась в прошлом технологическом укладе.

В сложившемся механизме функционирования экономической системы добывающая промышленность обладает невысоким промышленным потенциалом для дальнейшего развития, в условиях отсутствия модернизации и внедрения инноваций российского производства. Тогда как обрабатывающий сектор промышленности и электроэнергетика имеют значительные незадействованные резервы, которые и могут стать в дальнейшем источниками роста для экономики страны на долгосрочной основе.

Перетекание рабочей силы из одних регионов в другие, а также неполная загрузка и износ производственных мощностей приводят к тому, что одни регионы работают на пределе своих возможностей, тогда как в других происходит усиление региональной диспропорции и отставание в технологическом и экономическом развитии.

Таким образом, проведенное исследование зафиксировало значительные изменения, которые происходят в экономической системе. Эти изменения свидетельствуют как о существующих положительных моментах, так и о процессах, которые носят декорационный характер, что предполагает усиление роли управленческих решений и возрастание роли государственных институтов особенно для добывающего сектора экономики как одной из базовых отраслей, генерирующих прибыль для страны.

Благодарность

Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием для ФГБУН «Институт экономики УрО РАН» на 2022–2023 гг.

Список источников

- [1] *Соколов Г.* Применение производственных функций типа VES-функции для моделирования функционирования социально-экономических систем // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2016. №9–10. С. 50–55.
- [2] *Бодрунов С.Д.* Переход к перспективному технологическому укладу: анализ с позиции концепций НИО. 2 и ноономики // Экономическое возрождение России. 2018. №3 (57). С. 5–12.
- [3] *Кондратьев Н.Д.* Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика, 2002. 767 с.
- [4] Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике / Глазьев С.Ю., Дементьев В.Е., Елкин С.В. и др. М.: «Троянт», 2009. 304 с.
- [5] *Сухарев О.С., Стрижакова Е.Н.* Экономический рост и технологические изменения: анализ факторов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. №23 (308). С. 15–37.
- [6] *Туган-Барановский М.И.* Периодические промышленные кризиса. М.: «Наука». РОССПЭН. 1997. 576 с.
- [7] *Schumpeter J. A.* Essays: On Entrepreneurs, Innovations, Business Cycles, and the Evolution of Capitalism. Paris: Transactions Publishers, 1989. P. 341.
- [8] *Львов Д.С., Глазьев С.Ю.* Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы. 1986. №5. С. 793–804.
- [9] *Глазьев С.Ю.* Рынок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. М.: Книжный мир, 2018. 768 с.
- [10] *Федотова А.Ю.* Промышленные кластеры и переход к новому технологическому укладу: исторический аспект и перспективные тенденции // Инженерный вестник Дона. 2012. №4–2. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18797700_66679513.pdf (дата обращения: 22.08.20222)
- [11] *Дудин М.Н., Брынецев А.Н.* Стратегическое видение экономического развития России в условиях технологического перехода от индустриального уклада (Индустрия 2.0 и 3.0) к Индустрии 4.0 // Креативная экономика. 2021. Т. 15. №3. С. 783–804.
- [12] *Акбердина В.В.* Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. Т. 19. №3. С. 82–99.

УДК 338

JEL classification: M13, M15, O32

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-22

Сервисные бизнес-модели как драйвер операционной и финансовой устойчивости компаний¹

М.К. Ценжарик ^а, В.И. Стешенко ^б

^а Санкт-Петербургский государственный университет (г. Санкт-Петербург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0002-6764-1131>

^б ПАО Газпром (Санкт-Петербург, Россия).

Автор для корреспонденции: М. К. Ценжарик (matiac@yandex.ru).

Аннотация. В статье подробно проанализированы сервисные бизнес-модели в сфере поставок оборудования. Выделены драйверы процессов сервитизации и ее связь с цифровой трансформацией. Выявлены особенности применения модели для клиентов и поставщиков оборудования, повышающие их операционную и финансовую устойчивость. Определены ключевые элементы и участники экосистемы «оборудование как услуга». В конце авторы указывают на барьеры развития сервисных моделей в России.

Ключевые слова: сервисные бизнес-модели; цифровая трансформация; «оборудование как услуга»; сервитизация.

Service Business Models as a Driver of Operational and Financial Sustainability of Enterprises

M. K. Tsenzharik ^а, V. I. Steshenko ^б

^а Saint Petersburg University (Saint Petersburg, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-6764-1131>

^б PJSC Gazprom (Saint Petersburg, Russia).

Corresponding author: M. K. Tsenzharik (matiac@yandex.ru).

Abstract. The paper presents a detailed analysis of service business models in the field of procurement. The study reveals drivers of servitisation and their relation with the digital transformation. The model benefits for the clients and vendors supporting their operational and financial stability are distinguished. Key elements and participants of the “equipment as a service” ecosystem are determined. Additionally, the paper describes the barriers for the development of service business models in Russia.

Keywords: service business models; digital transformation; equipment as a service; servitisation.

¹ © Ценжарик М.К., Стешенко В.И. Текст. 2022

Введение

В данной статье речь идет о механизмах, которые могут использовать предприятия как ответ на современные вызовы внешней среды. В частности, в настоящее время можно выделить следующие тенденции развития производства и потребления:

— Рост предложений конкурентов и запросов клиентов на индивидуальные решения.

— Усложнение и необходимость кастомизации оборудования, требующего специализированного сервиса, который зачастую может обеспечить только производитель оборудования.

— Развитие зеленой экономики, процессов переработки и повторного использования компонентов и материалов.

— Глобальный энергопереход, волатильность цен на источники энергии, возрастающее значение энергоэффективности производства и транспорта.

— Разрыв глобальных цепочек поставок, начавшийся в пандемию и усугубляющийся геополитическими изменениями.

— Экспоненциальный рост цифровых технологий и растущий разрыв между лидерами цифровой трансформации и отстающими компаниями.

В России к вышеуказанным факторам добавляется локальный дефицит высокотехнологичного оборудования и персонала, способного осуществлять его регулярную поддержку. Таким образом, компании должны не просто совершенствовать свои процессы или искать новых партнеров, а формировать новые бизнес-модели, позволяющие отвечать на вызовы внешней среды и создавать новую ценность для клиентов. Решающая роль при этом принадлежит цифровым технологиям.

Можно выделить следующие инструменты создания ценности, основанные на цифровых технологиях [1]:

— Сокращение циклов разработки продукта. Цифровизация позволяет компаниям перейти от частого внедрения новых продуктов к менее масштабным обновлениям и улучшениям. Таким образом, потребности клиентов могут быть удовлетворены быстрее и с большей точностью.

— Новые бизнес-модели. Цифровые технологии формируют новые возможности для проектирования и трансформации бизнес-моделей. Доступ к большому объему данных клиентов и транзакций ведет к созданию новой ценности при быстром получении прибыли, т. к. компании могут продать доступ к данным третьим лицам.

— Формирование качественного клиентского опыта и высокого уровня лояльности. Интернет вещей не только обеспечивает индивидуальные предложения, но и создает канал консультирования клиентов по различным вопросам использования продуктов. Собирая данные запросов клиентов, компания может предлагать варианты лучшего использования или замены товара, что в конечном итоге приводит к повышению лояльности клиента.

— Аналитика данных. Аккумуляция данных в реальном времени и предиктивная аналитика являются мощным инструментом для создания ценности и извлечения прибыли.

Еще в 2008 г. Дон Тапскотт [2] основной характеристикой цифровой экономики считал гиперсвязанность, т. е. постоянную связанность субъектов и объектов — людей, фирм, устройств, процессов. Постоянное обновление и обмен данными приводят к возникновению цифровых экосистем, и каждый элемент экосистемы начинает зависеть от других элементов. Теперь это касается и товаров. Товары, оснащенные датчиками, требуют соответствующего программного обеспечения и поэтому постепенно прекращают существовать как самостоятельная материальная сущность.

Вместо того, чтобы покупать программное обеспечение, музыку и фильмы на различных носителях, потребители начали подписываться на сервисы или непосредственно на ценность, предоставляемую этими товарами и сервисами. Компании-разработчики программного обеспечения, которые перешли от бессрочных лицензий к подписке на обновления продукта, демонстрируют стремительный рост рыночной капитализации: так, рыночная капитализация Adobe выросла с 19 млрд долл США в январе 2013 г. (когда компания прекратила продавать бессрочные лицензии) до 163 млрд долл США в январе 2020 г. Отрасли, которые замедлили темпы внедрения новых бизнес-моделей (например, видео), были преобразованы инновационными стартапами, такими как Netflix.

Таким образом, привычная покупка какого-либо актива для удовлетворения индивидуальной или производственной потребности уступает место сервисам с возможностью немедленного и постоянного доступа — от каршеринга и стриминговых сервисов до коробочных подписок. Это коренным образом меняет взаимоотношения производитель (продавец) — потребитель (покупатель) и порождает новые бизнес-модели, которые называются сервисными.

В данном случае под сервисом, или услугой, понимаются транзакции между продавцом и клиентом без передачи прав собственности в отличие от продажи товара [3]. Grönroos [4] определяет ус-

лугу как «процесс, который состоит из набора действий между клиентом и партнерами, системами и / или инфраструктурами, не исключая обмен товарами и другими физическими ресурсами, ориентированный на оказание содействия в операционных процессах заказчика услуги». Совместное создание ценностей — одна из основополагающих предпосылок обслуживания, приводящая к взаимной интеграции ресурсов (компетенций, материальных ресурсов, решений) [5].

Услуга, предлагаемая сервисной компанией конечному пользователю, может рассматриваться как ценность или выгода, предполагающая управление определенными процессами или ресурсами от имени клиентов. Поставщик услуг в дополнение к собственным операционным процессам использует ресурсы партнеров и других участников цепочки создания стоимости для ее максимизации и оптимизации. При этом создание более сложных сервисов, ориентированных на клиентов, как, например, применяемый в нефтегазовой промышленности удаленный мониторинг состояния и управления технологическими комплексами, цифровые двойники, удаленное профилактическое обслуживание оборудования, предполагают, с одной стороны, интенсивное использование технологий и аналитики поступающих данных, с другой — приводят к значительным трансформациям традиционных ориентированных на продукт бизнес-моделей к сервис-ориентированным моделям [6].

В традиционной модели клиент покупает или арендует актив и получает при покупке пакет гарантий и поддержки в качестве дополнительной опции, а затем продавец по прошествии предсказуемого периода времени предлагает за отдельную плату обновление или дополнение к проданному ранее активу. При сервисной модели клиент в течение длительного периода пользуется активом на условиях подписки, получая его обслуживание и обновление (табл. 1). Сервисные модели имеют в своей основе использование практически любых активов, как цифровых, так и физических, и имеют расширение «как услуга» (*as-a-service*)

Таблица 1

Принципиальные различия между традиционной и сервисной бизнес-моделями

Параметр	Традиционная бизнес-модель	Сервисная («as a service») бизнес-модель
Тип издержек	CAPEX (капитальные)	OPEX (операционные)

Окончание табл. на след. стр.

Параметр	Традиционная бизнес-модель	Сервисная («as a service») бизнес-модель
Производственные мощности	Фиксированные	Гибкие
Плата за использование актива	Единовременная оплата	Плата за фактический объем использования
Владение активом	Постановка на баланс клиента	В собственности поставщика оборудования или банка
Утилизация актива	Находится в ответственности клиентов, которые часто не обладают достаточными компетенциями эффективной переработки или утилизации актива	Поставщики оборудования, как правило, обладают лучшими способностями и возможностями утилизации или дальнейшего использования оборудования

Источник: составлено авторами

Модель «оборудование как услуга» (*EaaS, Equipment-as-a-service*) была впервые предложена производителем двигателей для самолетов Rolls-Royce в 1997 г. и позволяла авиакомпаниям оплачивать использование двигателей в зависимости от количества летных часов. Аналитики оценивали размер рынка EaaS в 21,6 млрд долл. в 2019 г. и 131,6 млрд долл. к 2025 г. [7] Во время пандемии COVID-19 производители, обслуживающие индустрию путешествий и гостеприимства, а также некоторые сектора обрабатывающей промышленности наблюдали устойчивое снижение производства, что только ускорило развитие модели EaaS. Прогноз ежегодных темпов роста (CAGR) мирового рынка EaaS составляет 11,5 % до 2027 г. [8]

Готовность рынка к внедрению EaaS-модели обусловлена рядом причин, среди которых:

— снижение затрат на внедрение бизнес-модели. Бизнес-модели EaaS зависят от точности измерения объемов использования услуги, потому что поставщики EaaS получают оплату своих услуг на основе данных показателей (например, пользователь сжатого воздуха платит производителю компрессора за кубический метр потребленного воздуха). Появление решений с поддержкой IoT для измерения и сбора данных с оборудования резко снизило затраты на оценку уровня производительности / использования, что сделало предложение оборудования как услуги экономически целесообразным;

— появление релевантных инструментов и источников финансирования. Как правило, убыточные в первые годы проекты EaaS требуют регулярного финансирования. Siemens Financial Services, например, поддерживает клиентов Siemens с финансированием использования оборудования в рамках сервисных проектов, включая контракты на энергоэффективность

— новые правила бухгалтерского учета. МСФО, изменившие порядок отражения аренды оборудования на балансе. Конечные пользователи, которые традиционно использовали лизинг для минимизации собственных активов, могут перейти на бизнес-модели EaaS;

— уровень зрелости цифровых технологий. Такие технологии, как IoT, 5G, облачные вычисления, большие данные и искусственный интеллект, просто не существовали десять лет назад в том виде, в каком они существуют сейчас. Технологические достижения привели к появлению многих решений для цифровых услуг, которые либо улучшают сервисные модели, либо позволяют их реализовать;

— снижение продаж оборудования. В большинстве отраслевых сегментов наблюдается снижение маржинальности использования активов, а также ежегодных продаж, что побудило многих производителей исследовать новые возможности для увеличения доли рынка с предложениями, отличными от традиционной продажи активов;

— инновации в продуктах. Новое оборудование все больше ориентируется на фактический производственный процесс заказчика, а не только на конкретную его часть, на которую рассчитан соответствующий актив. Производители стремятся охватить как можно больше процессов обслуживания клиентов, что смещает акцент с отдельных этапов на оптимизацию всего потока ценности.

Таким образом, мы наблюдаем переход от рынка производителей к индивидуализированным рынкам покупателей. И для предоставления сервисных предложений технологические компании внедряют гибкие модели потребления (*Flexible consumption models, FCM*), также известные как модели «все как услуга» XaaS (*Anything as a Service*), и управляемые услуги (*Managed Business Services, MBS*). В модели «все как услуга» клиенты могут получать доступ к продукту как услуге с оплатой за фактически потребляемый объем услуг, в отличие от традиционной модели, которая включает предварительную покупку или лицензирование.

Смещение фокуса с производственных процессов на обеспечение конечного результата обусловлена следующими факторами:

— растущей сложностью создания и эксплуатации ИТ-инфраструктур при одновременном формировании и поддержании

навыков и компетенций, ноу-хау и защите интеллектуальной собственности;

— распределенным использованием, что подразумевает обширное географическое распределение и рост количества потребителей и конечных пользователей, требующих гораздо более высокого уровня доступности систем и организации поддержки;

— скоростью изменений, спровоцированных экспоненциальным развитием технологий, что требует от бизнеса гибкости и объективности относительно оценки влияния технологий на операционную и бизнес-модели с целью извлечения максимальной выгоды от их использования;

— растущей специализацией, где решение вышеуказанных задач неизбежно приводит к более высокой степени специализации среди растущего числа поставщиков услуг;

— контролем затрат, когда предприятия, сталкивающиеся с повышенным ценовым давлением, склонны переходить на модели потребления или модели на основе (ОРЕХ) вместо долгосрочных инвестиций в технологии (САРЕХ).

Используя модель EaaS, клиенты получают целый ряд выгод. Во-первых, это прогнозируемые затраты. Предсказуемая величина операционных затрат при возможности избежать высоких инвестиций на создание и содержание актива. Возможность направить высвобожденные средства на реализацию основной деятельности и развитие бизнеса. Во-вторых, возможность сосредоточиться на основном бизнесе и ключевых компетенциях. Финансовые и человеческие ресурсы не отвлекаются на процессы приобретения и технического обслуживания оборудования, закупки запасных частей и расходных материалов на его содержание. В-третьих, гарантированный объем услуг. Производитель гарантирует безотказность работы своего оборудования, что обеспечивает возможность выпуска требуемого количества продукции. В результате снижаются операционные риски владения, возникающие из-за технических сбоев и простоев, неэффективного управления процессами и финансовых потерь.

Однако основными преимуществами гибкого потребления является не столько более низкая цена или возможность финансирования по операционному бюджету (взамен инвестиционного, как при покупке оборудования), сколько преимущества совокупной стоимости владения. Рассмотрим частный случай модели EaaS, а именно HaaS (*Hardware as a Service*). Российская компания MerliOnCloud предлагает не только аренду аппаратной платформы (системы хранения данных, сетевого и серверного оборудования), но и программное обеспечение,

а также техническую поддержку. Клиенты могут долгосрочно арендовать необходимое ИТ-оборудование, размещая его в собственной организации или в стороннем центре обработки данных. В отличие от лизинга, такая модель не требует сбора дополнительных документов и согласований с финансовыми организациями. Как отмечается в аналитическом отчете С-news, в результате клиенты могут снизить не только капитальные затраты, перейдя на операционные, но и уменьшить общую стоимость владения оборудованием: при использовании аренды в сравнении с единовременной покупкой затраты в среднем снижаются на 15 % на горизонте в 3–5 лет [9]. При этом поддержка аппаратной части осуществляется провайдером, позволяя клиентам заниматься решением более высокоуровневых задач.

Мы видим, что ценностное предложение — это не только аренда аппаратуры и программного обеспечения, они являются базой для широкого набора услуг. Управление, мониторинг, создание резервных копий на другой площадке, гарантия работоспособности оборудования с немедленной заменой вышедшего из строя и многое другое. Таким образом, использование сложного оборудования всегда сопровождается его управлением и обслуживанием, которое большинство заказчиков не могут обеспечить.

Согласно источнику [10], использование оборудования для хранения данных по модели EaaS в течение 3 лет обходится клиентам на 26 % дешевле, чем его приобретение и владение в течение 6 лет.

Данная бизнес-модель несет в себе выгоды для поставщика услуг (табл. 2).

Таблица 2

Преимущества сервисной модели для поставщика

	Возможности	Характеристики
1	Позиционирование бизнеса в качестве поставщика решений с полным спектром услуг	Предполагает предложение персонализированного решения для клиента, освобождая его от необходимости содержать и обслуживать актив
2	Непрерывные потоки доходов с высоким уровнем предсказуемости	Обеспечивает более высокую маржинальность и стабильный доход, поскольку позволяет производителю быть частью всего жизненного цикла продукта
3	Большая стабильность относительно экономических циклов	Генерирует постоянную выручку для производителя даже во время экономического кризиса или спада, делая его менее уязвимым и к колебаниям спроса в отличие от продаж нового оборудования

Окончание табл. на след. стр.

	Возможности	Характеристики
4	Повышение лояльности клиентов	Предполагает непрерывный обмен данными и значительно повышает лояльность клиентов, создает значительно больше вариантов монетизации как для существующих, так и для новых проектов
5	Увеличение пожизненной ценности клиента	Регулярные и повторяющиеся доходы увеличивают показатель LTV (<i>lifetime customer value</i>), пожизненной ценности клиента в долгосрочной перспективе
6	Интеграция процессов управления	Затрагивает производство и логистику, сервис и техобслуживание, восстановление оборудования. Увеличивает возможность повысить эффективность активов за счет процессного подхода, обратной логистики, ремонта и повторного использования
7	Использование потенциала подержанного оборудования	Предполагает повторное использование или переработку оборудования на случай, если клиент вернет его

Составлено авторами

В то же время реализация модели EaaS намного сложнее, чем, например, SaaS (*Software as a Service*), в силу того, что разработчикам программного обеспечения нет необходимости передавать пользователю дорогостоящие активы. Поэтому компании предлагают сразу несколько вариантов взаимодействия. Например, производитель оборудования HELLER предлагает своим клиентам 5 различных схем поставки оборудования: традиционный лизинг, кредитное финансирование, покупка в рассрочку, аренда, модель подписки «HELLER4Use», которая позволяет клиентам оплачивать фактическое использование оборудования (*Usage-based model*) и включает в себя страхование за потерянные часы работы машины [11].

В целом можно выделить следующие риски модели EaaS для поставщика услуг:

— Увеличение потребностей в финансировании. Поскольку единовременной покупки актива нет, производственные затраты покрываются только через определенный период времени. Одним из способов снижения этого риска является внедрение бизнес-модели EaaS вместе с финансовым партнером. Это может быть, например, банк или страховая компания, ищущая новые инвестиционные возможности.

— Полная ответственность за безотказную работу системы. Чтобы гарантировать стабильность работы оборудования, необходимо в реальном времени получать информацию о простоях и интервалах технического обслуживания. Кроме того, поставщику необходимо иметь ресурсы и возможность оперативно реагировать на сбои в работе оборудования с целью их скорейшего устранения.

— Ошибки расчета стоимости услуги. Неполный объем данных может привести к неправильным расчетам стоимости, что приведет к убыткам и возможной потере клиентов. Данная модель помимо оценки первоначальных расходов на создание актива, расходов на содержание и техническое обслуживание, запасные части и ремонт требует от производителя учета специфических финансовых показателей, таких как жизненная ценность и стоимость привлечения клиента и др.

— Изменение процессов продаж. Модель требует соответствующей адаптации службы маркетинга: от переосмысления подхода от разовых к повторяющимся транзакциям до переоценки порядка начисления и выплаты бонусов персоналу.

— Изменение порядка выставления счетов. Единоразовые первичные документы должны быть заменены счетами и актами на разные суммы каждый месяц в зависимости от объема производства. Это требует высокого уровня автоматизации и прозрачности процессов, во избежание ошибок и задержек в передаче документов клиентам.

— Необходимость интеграции и масштабирования цепочки поставок. Сервисная модель требует внедрения нового типа модели цепочки поставок, которая объединяет производство оборудования, сервисы и техническое обслуживание в единый процесс, обеспечивающий непрерывное взаимодействие с клиентами.

— Неполное погружение в процессы клиента. Неверные прогнозы объема использования актива клиентом в среднесрочной и краткосрочной перспективе прямо влияют на финансовые показатели. Особенно это актуально для Usage-based model, где клиент оплачивает фактическое использование оборудования.

— Вопросы владения и предоставления данных. На начальных этапах важно определить владельцев и пользователей данных, порядок обращения и хранения, а также полноту и достаточность данных на всех этапах процесса.

Построение цепочки создания ценности в модели EaaS опирается на ряд элементов. Обозначим важнейшие из них.

— Опыт клиентов. В модели жизненного цикла EaaS большинство взаимодействий после заключения контракта между бизнесом и клиентом осуществляется прямо или косвенно через цепочку поставок — предоставление оборудования, сервис и техническое обслуживание, установку обновлений и пр. Значительная часть ценности модели EaaS заключается в более низкой стоимости обслуживания и качественном опыте, что обеспечивает привлекательное ценностное предложение для клиентов.

— Управление жизненным циклом активов. EaaS предполагает управление активом на протяжении всего жизненного цикла, выходя далеко за рамки традиционной модели, предполагающей передачу актива клиенту при поставке. Процессы управления имеют сквозной характер с новыми целями производительности, где уровень автоматизации имеет решающее значение для масштабируемости. Устройства, переданные в пользование клиентам, должны управляться как основной актив внутри цепочки поставок. Уровень детализации информации между производителем и клиентом, прозрачность процессов должны быть достаточными для обеспечения финансовых обязательств, предоставления услуг и отслеживания устройств: от поставки до обслуживания и от капитального ремонта до утилизации.

— Гибкая сеть. Модель EaaS должна быть гибкой, чтобы адаптировать сеть по мере того, как продукты и услуги конфигурируются в соответствии с конкретными потребностями клиентов в обслуживании, а также для поддержки инноваций в продуктах и услугах с течением времени. Должна быть возможность быстро реконфигурировать и подключать новые цепочки поставок и услуг, чтобы постоянно адаптировать устройства и услуги для удовлетворения потребностей рынка и конкретных клиентов. Интеграция партнеров в сеть должна происходить очень быстро, что требует стандартизации процессов и позволяет внедрять инновации и обеспечить быстрое и эффективное масштабирование.

Поскольку выстроить EaaS-модель самостоятельно в приемлемые сроки для большинства производителей — практически нереализуемая задача, на рынке развивается целая экосистема, в которой каждый участник развивает определенные дополнительные возможности, чтобы максимизировать общую выгоду для клиентов. Каждый участник предлагает уникальный набор возможностей, которые имеют решающее значение для предложения EaaS, и у каждого из них есть свои стимулы для участия.

— Производители оборудования определяют спектр своих возможностей в разработке и запуске модели EaaS: что будет разработано собственными силами, а что планируется предоставить в сотрудничестве с внешними партнерами (что во многих случаях может быть единственный возможный вариант). Поставщики программного обеспечения и услуг решают задачи мониторинга и аналитики оборудования, профилактического обслуживания, биллинга, кибербезопасности данных и прозрачности цепочки поставок. Поставщики финансовых услуг обеспечивают финансирование проекта, принятие риска и страхование. Банки и страховые компании начинают сотрудничать с производителями оборудования, предоставляя финансирование и разрабатывая программы страхования от производственных потерь для конкретного оборудования.

Заключение

Несмотря на огромный потенциал рассмотренных бизнес-моделей, в настоящее время существует ряд препятствий к быстрому распространению таких моделей в России и в мире. Прежде всего, это актуальная сегодня для всех компаний проблема безопасности и конфиденциальности хранения и передачи данных. Далее, это проблемы интеграции и совместимости программных продуктов и управления ИТ-инфраструктурой (при переходе от традиционной к сервисной модели поставщика и клиента). И, наконец, проблемы интеграции и совместимости между различными технологическими решениями.

Решение данных проблем — ключ к развитию данной бизнес-модели в России.

Список источников

[1] Porter M.E., Heppelmann J.E. How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. Harvard Business Review. 2015. No. 93. P. 1–37.

[2] Tapscott D. Grown Up Digital: How the Net Generation is Changing Your World. McGraw Hill Professional, 2009.

[3] Vargo S., Lusch R. Evolving to a New Dominant Logic // Journal of Marketing. 2004. No. 68. P. 1–17. <http://dx.doi.org/10.1509/jmkg.68.1.1.24036>

[4] Grönroos C. Conceptualising value co-creation: A journey to the 1970s and back to the future // Journal of Marketing Management. 2012. No. 28. P. 1520–1534. <http://dx.doi.org/10.1080/0267257X.2012.737357>

[5] Vargo S.L., Lusch R.F. Service-Dominant Logic: Continuing the Evolution // Journal of the Academy of Marketing Science. 2008. Vol. 36. P. 1–10. <http://dx.doi.org/10.1007/s11747-007-0069-6>

[6] Servitization and Deservitization: Overview, Concepts, and Definitions / С. Kowalkowski, H. Gebauer, B. Kamp, G. Parry // Industrial Marketing Management. 2017. No. 60. P. 4–10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.12.007>

[7] Global Equipment-as-a-service market — Industry dynamics, market size and opportunity forecast to 2027. Astute analytics report, 2022. URL: <https://www.astuteanalytica.com/industry-report/equipment-as-a-service-market>

[8] Entering the decade of equipment as a service — characteristics of the machine outcome economy. IOT-analytics report, 2020. URL: <https://iot-analytics.com/entering-the-decade-of-equipment-as-a-service/>

[9] «Железо как сервис» на площадке заказчика: нюансы выбора. Аналитический отчет С-news. URL: https://www.cnews.ru/articles/2022-01-21_zhelezo_kak_servis_na_ploshchadke_zakazchika?ysclid=19h4k2pf5z121282268

[10] Financial solutions to enable your PC lifecycle strategy. IDC analytical report. 2019. URL: https://i.dell.com/sites/csdocuments/Learn_Docs/en/lifecycle-streategy-idc-infobrief-2019.pdf

[11] Cutting by the hour. Analytical report, 2018. URL: <https://www.machinery.co.uk/content/features/cutting-by-the-hour>

УДК 338.1

JEL classification: O11, P17, P51

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-23

Ценологический подход в исследовании промышленных экосистем в условиях перехода к индустрии 5.0¹

Е.В. Шкарупета^а

^а Воронежский государственный технический университет
(г. Воронеж, Российская Федерация).
<https://orcid.org/0000-0003-3644-4239>

Автор для корреспонденции: Е. В. Шкарупета (9056591561@mail.ru).

Аннотация. Концепция промышленных экосистем и ценологическая теория являются коэволюционирующими, так как базируются на схожести живого, неживого и искусственного. В настоящее время отсутствуют труды, доказывающие функционирование промышленных экосистем как ценозов, гипотетическую возможность применения ценологического подхода к исследованию промышленных экосистем. Этим обусловлена актуальность исследования. Целью работы является формирование теоретического базиса использования ценологического подхода в исследовании промышленных экосистем на современном этапе их развития, характеризующемся применением цифровых технологий и переходом к Индустрии 5.0. Основным методом проведения исследования явился рейтинговый анализ на основе исходных данных по индексу цифровизации 20 предприятий — лидеров промышленной экосистемы за 2021 г. В результате сделан вывод, что промышленная экосистема цифровых лидеров сформировалась как новый вид ценоза — промышленного ценоза. Учет закона рангового распределения является управленческим условием функционирования промышленной экосистемы, позволяет проводить оптимизацию ее состава в целях достижения идеального набора акторов и повышения устойчивости.

Ключевые слова: ценологический подход; ценоз; метод рангового анализа; промышленная экосистема; Индустрия 5.0, индекс цифровизации.

¹ © Шкарупета Е.В. Текст. 2022

Rank Analysis in the Study of Industrial Ecosystems in the Context of the Transition to Industry 5.0

E. V. Shkarupeta ^a

^a Voronezh State Technical University (Voronezh, Russian Federation).

<https://orcid.org/0000-0003-3644-4239>

Corresponding author: E. V. Shkarupeta (9056591561@mail.ru).

Abstract. *The concept of industrial ecosystems and the theory of cenosis are evolving, as they are based on the similarity of the living, non-living and artificial. At present, there are no works proving the functioning of industrial ecosystems as cenoses, or hypothetical possibility of application of the rank analysis to industrial ecosystems. Thus, this article aims to form a theoretical basis for the use of the rank analysis (cenological approach) in the study of industrial ecosystems at the present stage of their development, characterised by the application of digital technologies and the transition to Industry 5.0. The main research method was a ranking analysis using data on the digitalisation indices of 20 enterprises, which are leaders of the industrial ecosystem for 2021. It was concluded that the industrial ecosystem of digital leaders has formed industrial cenosis, which is a new type of cenosis. Rank–size distribution is a management condition for the functioning of the industrial ecosystem, since it helps optimise its composition in order to achieve the ideal set of actors and increase the sustainability.*

Keywords: cenological approach; cenosis; rank analysis method; industrial ecosystem; Industry 5.0; digitalisation index.

Введение

Концепция промышленных экосистем получила достаточно широкое освещение в современных исследованиях [1–5]. В предыдущих работах научного коллектива, в состав которого входит автор, доказано, что в условиях перехода к Индустрии 5.0 экосистемы имеют наибольшую эффективность по сравнению с сетями и платформами [6, 7]. Уникальные свойства промышленных экосистем позволяют рассматривать их в качестве перспективных форм устойчивого промышленного перехода к Индустрии 5.0, формирования технологического суверенитета и ответа на новые большие вызовы.

Идея схожести биологического (живого) и физического (неживого), технического (искусственного) возникла в момент, когда научно-технологический прогресс экспоненциально повысил сложность систем и позволил приблизить разнообразие выпускаемых изделий к природному видовому разнообразию, мощности популяции. Идея применения понятий биологии для описания и прогнозирования больших систем, формирующихся технологически, положена в ос-

нову ценологической теории, рассматривающей сложные системы как «ценозы» (техно-, бизнес-, социо-, астроценозы и пр.) [8–11].

Таким образом, концепция промышленных экосистем и техноценологическая теория являются коэволюционирующими. Систематический обзор литературы, проведенный автором, показал отсутствие работ, посвященных промышленным ценозам, промышленным экосистемам как ценозам, ценологическому подходу в исследовании промышленных экосистем. В этих условиях автор считает актуальным доказать возможность применения техноценологической теории к исследованию промышленных экосистем.

Целью работы является формирование теоретического базиса использования ценологического подхода в исследовании промышленных экосистем на современном этапе их развития, характеризующемся применением цифровых технологий и цифровой трансформацией всех процессов на основе перехода к Индустрии 5.0.

Объектом исследования выступают промышленные экосистемы, функционирующие в условиях адаптации к цифровой среде при переходе к Индустрии 5.0.

Обзор литературы

Эволюция терминологии, связанной с развитием экосистемного подхода, биологии, биоэкономики, ценологической теории, включает в себя период с конца XIX в. до второй половины XX в:

— в 1871 г. зарождается понятие биоценоза как органического сообщества в трудах М.Н. Богданова (Российская империя) [12], которое окончательно формируется в 1877 г. К. Мебиусом (Германия);

— микрокосм как понятие, схожее по смыслу с биоценозом, появляется в 1887 г. в трудах С. Форбса (США);

— в 1903 г. введен термин «популяция» В.Л. Иогансенем (Дания);

— в 1911 г. впервые вводятся понятия биосферы (В.И. Вернадский [13], Российская империя);

— в 1927 г. впервые употребляется термин «ноосфера» в трудах Э. Леруа (Франция);

— понятие биотического потенциала введено в 1928 г. Р. Чепменом (США);

— 1935 г. ознаменован появлением термина «экосистема» в статье А. Тенсли, опубликованной в журнале «Ecology» [14] (Англия);

— в 1942 г. понятие биогеоценоза появляется в трудах В.Н. Сукачева (Российская империя);

— в 1956 г. Ф. Эванс в своей статье в журнале «Science» [15] расширил границы употребления понятия экосистемы до обозначения любой части жизни, взаимодействующей со средой;

— в 1972 г. появляется пионерная работа В.А. Межжерина [16], в которой метод биоэкономического анализа биологических систем рассматривается в рамках диалектико-материалистического анализа основных методов исследования в биологии и медицине;

— в 1974 г. впервые концептуализирована ценологическая теория Б.И. Кудриным [17];

— в 1976 г. в публикации советских ученых М.П. Полякова и М.П. Шлимовича [18] впервые употребляется термин «биоэкономика», предлагаются биоэкономические программы рационального использования природных ресурсов;

— в 1978 г. концептуализированы теоретические основы биоэкономики румынским экономистом Н. Джорджеску-Регеном [19].

Пионерная работа Р. Фроша и Н. Галлопулоса [20] 1989 г. представила промышленные экосистемы с позиции промышленного симбиоза в контексте промышленной экологии. Далее этот подход уже в начале XXI в. развивал Дж. Корхонен. Он выделил три типа промышленных экосистем (молодой, комбинированный, зрелый) [21], а также четыре принципа промышленных экосистем (кругооборот, разнообразие, локальность и постепенное изменение) [22]. Помимо этого, Дж. Корхонен постулировал схожесть промышленных экосистем с биологическими экосистемами, проводя параллели между потоком материалов и энергии в цикле «бактерии — растения — животные» с кругооборотом сырья, топлива и дальнейших отходов и выбросов в окружающую среду. Главным отличием промышленных экосистем от биологических, по Дж. Корхонену, является отсутствие полной устойчивости первых по сравнению со вторыми.

Современное представление промышленных экосистем базируется на платформенном подходе [23], в рамках которого организационными формами промышленных экосистем выступают сети промышленного симбиоза, а также эко-индустриальные парки, а основными компонентами — экокластеры (структурные компоненты), экоплатформы (инфраструктурные составляющие), экоиндустриальные сети (бизнес-процессные компоненты), экотехнопарки и экоинкубаторы (инновационные компоненты) и пр.

Результаты и методы

С целью определения возможности применения ценологического подхода к промышленным экосистемам, рассмотрения промышлен-



Рис. 1. Процедура проверки промышленных экосистем на «ценозность» на основе рангового анализа

Источник: составлено автором по материалам [24, 25].

ных экосистем как ценозов воспользуемся методом рангового анализа по классической процедуре (рис. 1).

Промышленная экосистема будет являться ценозом, если ранговое распределение ее акторов происходит по гиперболической функции. Коэффициент кривой распределения, характеризующий ее форму, в значениях от 0,5 до 1,5 свидетельствует об устойчивости ценоза, некотором идеальном распределении акторов промышленной экосистемы.

В рамках настоящего исследования проверку на «ценозность» проведем для промышленной экосистемы двадцати акторов — промышленных цифровых лидеров РФ по итогам 2021 г. Такая промышленная экосистема функционирует в условиях адаптации к цифровой среде, обеспечивая переход к Индустрии 5.0.

Параметром ранжирования принят индекс цифровизации, данные по которому за 2021 г. взяты из Цифрового паспорта промышленных предприятий ГИСП Минпромторга РФ. Табулированное ранговое распределение, включающее выстроенные по рангу в порядке убывания индекса цифровизации 20 акторов промышленной экосистемы, а также значения их логарифмов, представлены в таблице.

График эмпирической ранговой кривой и линия тренда как аппроксимирующая функция представлены на рисунке 2.

Высокое значение квадрата коэффициента регрессии $R^2 = 0,93$ свидетельствует о наличии устойчивого сообщества-ценоза промышленной экосистемы цифровых лидеров при переходе

**Табулированное ранговое распределение лидеров цифровизации
промышленной экосистемы перехода к Индустрии 5.0**

Наименование элемента	r (ранг)	W (параметр)	Ln r	Ln W
Алмаз Удобрения	1	73,43	0,00	4,30
Выксунский металлургический завод	2	73,4	0,69	4,30
Корпорация «Тактическое ракетное вооружение»	3	71,19	1,10	4,27
Нижнекамская ТЭЦ	4	71,04	1,39	4,26
Чебоксарское предприятие «Сеспель»	5	70,88	1,61	4,26
ОДК-Сатурн	6	70,81	1,79	4,26
Машиностроительный завод «Тонар»	7	70,05	1,95	4,25
Кабельный завод «Эксперт-кабель»	8	69,79	2,08	4,25
Объединенная двигателестроительная корпорация	9	69,72	2,20	4,24
Кемеровское АО «АЗОТ»	10	69,43	2,30	4,24
Полюс Красноярск	11	68,86	2,40	4,23
Пермский завод «Машиностроитель»	12	68,58	2,48	4,23
Конструкторское бюро специального машиностроения	13	68	2,56	4,22
Научно-производственная корпорация «Иркут»	14	67,87	2,64	4,22
Вертолеты России	15	67,74	2,71	4,22
Торгово-Производственная Компания «Вартон»	16	67,34	2,77	4,21
Концерн радиостроения «Вега»	17	67,13	2,83	4,21
Научно-производственное предприятие «Торий»	18	66,6	2,89	4,20
Челябинский тракторный завод-Уралтрак	19	66,46	2,94	4,20
Улан-Удэнское приборостроительное производственное объединение	20	66,3	3,00	4,19

Источник: составлено и рассчитано автором по данным Цифрового паспорта промышленных предприятий ГИСП

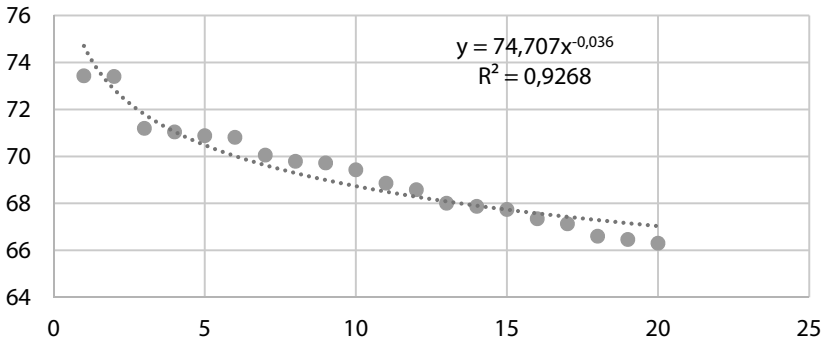


Рис. 2. Графическое ранговое распределение и аппроксимирующая функция
 Источник: составлено автором

к Индустрии 5.0. Невысокое значение рангового коэффициента $\beta = 0,036$ говорит о слабой устойчивости промышленной экосистемы как идеального набора элементов в ценозе.

График рангового распределения в логарифмическом масштабе и аппроксимирующая линейная функция представлены на рисунке 3.

Из графиков видно, что кривые с большой точностью аппроксимируются гиперболой: R^2 имеет высокое значение — 0,93 в обоих случаях. Эмпирические точки почти все входят в доверительный интервал. Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что промышленная экосистема цифровых лидеров сформировалась как новый вид ценоза — промышленный ценоз.

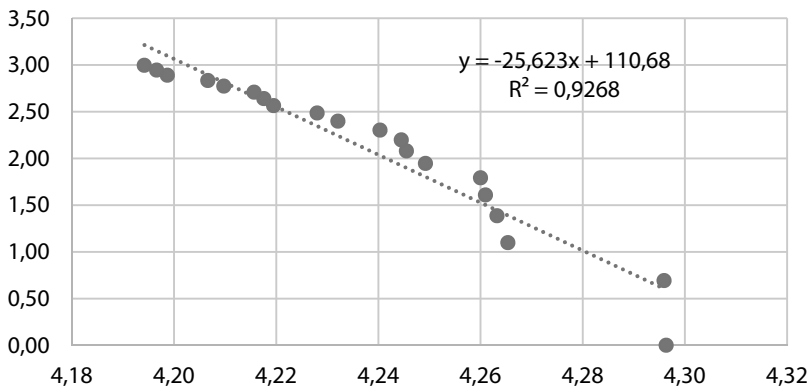


Рис. 3. Графическое ранговое распределение и аппроксимирующая функция в логарифмическом масштабе
 Источник: составлено автором

Обсуждение

Для формирования теоретического базиса ценологического подхода в исследовании промышленных экосистем автором систематизированы схожие и отличительные черты промышленных экосистем и ценозов (рис. 4, рис. 5 соответственно).

Таким образом, промышленные экосистемы и ценозы имеют как схожие, так и различающиеся характерные свойства. Основными схожими характеристиками промышленных экосистем и ценозов (экоценозов, техноценозов) являются следующие: системность, сложность, устойчивость, самоорганизация, территориальная локализация, единое целевое начало, долговременность создания и т. д.

Главным отличием промышленной экосистемы от техноценоза является децентрализация управления. Ряд авторов [26, 28] считают, что в отношении промышленных экосистем логичнее использовать термин «оркестрация», а не «управление», что подчеркивает необходимость замены вертикали власти одноранговыми отношениями между акторами в промышленной экосистеме.

Другим важным отличием промышленной экосистемы от ценозов является характер конкуренции: конкурентная борьба за ресурсы является обязательным условием «ценозности», но не экосистемности. В промышленной экосистеме возможны как кон-

Свойства промышленных экосистем	Свойства ценозов
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Пространственная локализация акторов	<input type="checkbox"/> Общность территории
<input type="checkbox"/> Гомеостаз	<input type="checkbox"/> Саморегулирование и самоорганизация
<input type="checkbox"/> Относительная устойчивость	<input type="checkbox"/> Устойчивость
<input type="checkbox"/> Эмерджентное поведение акторов	<input type="checkbox"/> Системность
<input type="checkbox"/> Создание может занять десятилетия	<input type="checkbox"/> Большие сроки создания
<input type="checkbox"/> Повышенная сложность	<input type="checkbox"/> Сложность поведения
<input type="checkbox"/> Коллективное целеполагание	<input type="checkbox"/> Единое целевое начало
<input type="checkbox"/> Непостоянный и меняющийся состав	<input type="checkbox"/> Случайный характер внешних воздействий

Рис. 4. Схожие черты промышленных экосистем и ценозов
 Источник: составлено автором по материалам [24–27]

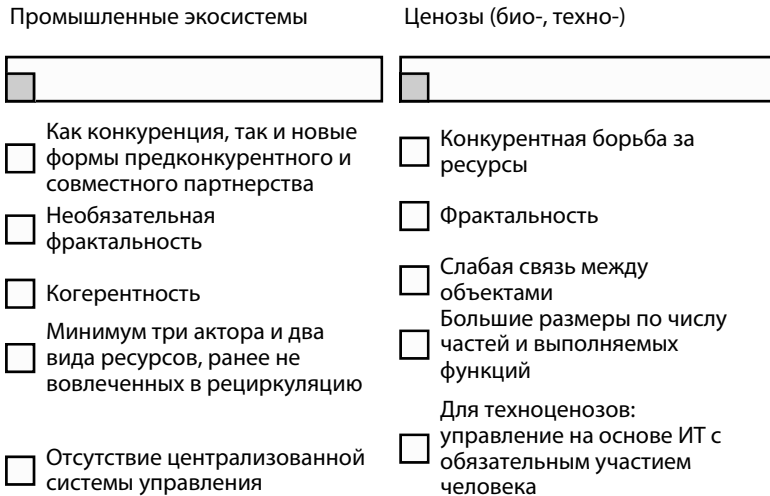


Рис. 5. Отличительные черты промышленных экосистем и ценозов
 Источник: составлено автором по материалам [24–27].

курентные формы взаимодействия, так и предконкурентное совместное партнерство.

Фрактальность, большие размеры, а также сила связи между объектами могут различаться от одной промышленной экосистемы к другой. Так, промышленная экосистема может быть как фрактальной, так и не соответствовать самоподобию; часто промышленная экосистема включает многочисленных акторов, но для ее существования достаточно и трех объектов; промышленная экосистема стремится к когерентности и устойчивости, однако не всегда является когерентной и устойчивой.

Заключение

В настоящем исследовании доказано, что промышленные экосистемы, функционирующие в условиях перехода к Индустрии 5.0 как цифровые лидеры, представляют собой новый вид ценозов — промышленных ценозов. В качестве теоретического базиса ценологического подхода в исследовании промышленных экосистем в условиях перехода к Индустрии 5.0 выявлены схожие и различные черты промышленных экосистем и ценозов.

Гиперболический закон рангового распределения является математическим выражением и отражает уровень цифровизации промышленных предприятий, цифровых лидеров, входящих в экосистему в условиях перехода к Индустрии 5.0.

Учет закона рангового распределения является управленческим условием функционирования промышленной экосистемы, позволяет проводить оптимизацию ее состава в целях достижения идеального набора акторов и повышения устойчивости.

Благодарность

Статья выполнена при финансовой поддержке РФФИ. Проект № 20-010-00942 А.

Список источников

[1] *Клейнер Г.Б.* Промышленные экосистемы: взгляд в будущее // Экономическое возрождение России. 2018. № 2 (56). С. 53–62.

[2] *Попов Е.В., Симонова В.Л., Тихонова А.Д.* Структура промышленных «экосистем» в цифровой экономике // Менеджмент в России и за рубежом. 2019. № 4. С. 3–11.

[3] *Методология устойчивого развития промышленных экосистем / Е.В. Шкарупета, О.В. Дударева, М.В. Филатова, А.Ю. Беккиев* // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. Т. 82. № 4 (86). С. 377–382.

[4] *Давиденко Л.М., Беспалый С.В., Бекниязова Д.С.* Ресурсная парадигма построения промышленной экосистемы цифрового формата // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2019. № 1 (80). С. 58–68.

[5] *Гамидуллаева Л.А., Толстых Т.О., Шмелева Н.В.* Методика комплексной оценки потенциала промышленной экосистемы в контексте устойчивого развития региона // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 2. С. 29–48.

[6] *Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Плотников В.А.* Управление кросс-отраслевым потенциалом развития в условиях Индустрии 5.0: теория, инструментарий и практические приложения // Экономическое возрождение России. 2022. № 2 (72). С. 50–65.

[7] *Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Плотников В.А.* Интеллектуальная киберсоциальная экосистема Индустрии 5.0: понятие, сущность, модель // Экономическое возрождение России. 2021. № 4 (70). С. 39–62.

[8] *Кудрин Б.И.* Исследования технических систем как сообществ изделий–техноценозов // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. 1980. С. 236–54.

[9] *Кудрин Б.И.* Неоспоримость связи био-техно-социосфер // Материалы конгресса «Глобалистика-2017». С. 1–7.

[10] *Кудрин Б.И.* Общая и прикладная ценология: природная фундаментальность разнообразия видов технической реальности, глобализирующей экосистемы и социоценозы // Труды XXII встречи-семинара ценологов «Общая и прикладная ценология как приятие понимания фундаментальности

природного закона видового разнообразия особей сообществ третьей научной картины мира материальной и идеальной реальностей. Практические исследования. Обобщающие материалы по общей и прикладной ценологии» (Москва, МЭИ, 16.11.2018). СПб.: КСИ-Принт, 2019. С. 8–13.

[11] *Фуфаев В. В.* Экономические ценозы организаций. 2006.

[12] *Богданов М. Н.* Птицы и звери черноземной полосы Поволжья. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1В71. 1871. Т. 1. № 1. С. 4–15В.

[13] *Вернадский В. И.* На границе живого // Русская мысль. 1911. № 3.

[14] *Tansley A. G.* The use and abuse of vegetational concepts and terms // Ecology. 1935. Vol. 16. No. 3. P. 284–307.

[15] *Evans F. C.* Ecosystem as the basic unit in ecology // Science. 1956. Vol. 123. No. 3208. P. 1127–1128.

[16] *Межжерин В. А.* Метод биоэкономического анализа биологических систем // Диалектико-материалистический анализ основных методов исследования в биологии и медицине: сб. Киев, 1972. С. 166–175.

[17] *Кудрин Б. И.* Применение понятий биологии для описания и прогнозирования больших систем, формирующихся технологически // Электрификация металлургических предприятий Сибири. Вып. 3. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1976. С. 171–204.

[18] *Поляков М. П., Шлимович Б. И.* Управление и рациональное использование биологических ресурсов Балтийского моря // Fischerei-Forschung. Wissenschaftliche Schriftenreihe. 1976. No. 1 (14).

[19] *Georgescu-Roegen N.* De la science économique à la bioéconomie // Revue d'économie politique. 1978. Vol. 88. No. 3. P. 337–382.

[20] *Frosch R. A., Gallopoulos N. E.* Strategies for manufacturing // Scientific American. 1989. Vol. 261. No. 3. P. 144–153.

[21] *Korhonen J., Snäkin J. P.* Analysing the evolution of industrial ecosystems: concepts and application // Ecological Economics. 2005. Vol. 52. No. 2. P. 169–186.

[22] *Korhonen J.* Four ecosystem principles for an industrial ecosystem // Journal of Cleaner production. 2001. Vol. 9. No. 3. P. 253–259.

[23] Стратегическое управление промышленными экосистемами на основе платформенной концепции / В.В. Глухов, А.В. Бабкин, Е.В. Шкарупета, В.А. Плотников // Экономика и управление. 2021. Т. 27. № 10. С. 751–765.

[24] Ранговый анализ, или ценологический подход, в методологии прикладных исследований: [моногр.] / Р. В. Гурина, Д. А. Евсеев. Ульяновск: УЛГУ, 2018. 287 с.

[25] *Южанников А. Ю.* Золотое сечение и ранговый анализ техноценозов // Материалы междунар. конф. «Золотое сечение в современной науке». 2009. № 77.

[26] *Дударева О. В.* Управление устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций: дисс... д-ра экон. наук. Воронеж, 2022.

[27] Южанников А. Ю., Сизганова Е. Ю., Чупак Т. М. Модель техноценоза и числа Фибоначчи // *Фундаментальные исследования*. 2006. № 11. С. 65–67.

[28] Zaoual A. R., Lecocq X. Orchestrating circularity within industrial ecosystems: Lessons from iconic cases in three different countries // *California Management Review*. 2018. Vol. 60. No. 3. P. 133–156.

УДК 330.3; 330.4; 332.14; 338.2; 517.93; 517.977; 517.977.51
JEL: E23, L60, C63, C02, C61, D24
DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-24

**Двухуровневая мультиагентная иерархическая
интеллектуальная семантическая сеть для описания динамики
и оптимизации функционирования объектов
сетевого промышленного комплекса¹**

А.Ф. Шориков ^а

^а Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0003-1255-0862>

Автор для корреспонденции: А. Ф. Шориков (shorikov.af@uiec.ru).

***Аннотация.** Для формализованного описания динамики и оптимизации функционирования объектов сетевого промышленного комплекса при наличии рисков (возмущений) и информационной неопределенности в работе предложена экономико-математическая модель в виде двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети. Описывается формализация задач идентификации параметров, структурно сбалансированного взаимодействия, прогнозирования развития и оптимизации гарантированного (минимаксный подход) результата управления состоянием объектов и процессами сетевого промышленного комплекса при наличии рисков (возмущений) и информационной неопределенности, в рамках предлагаемой двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети. В работе приводится методика решения рассматриваемых задач.*

Ключевые слова: двухуровневое мультиагентное иерархическое управление; интеллектуальная семантическая сеть; сетевой промышленный комплекс; минимаксный подход.

¹ © Шориков А.Ф. Текст. 2022

Two-Level Multi-Agent Hierarchical Intelligent Semantic Network for Describing the Dynamics and Optimising the Functioning of Entities of the Network Industry

A.F. Shorikov^a

^a Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia).
<https://orcid.org/0000-0003-1255-0862>

Corresponding author: A. F. Shorikov (shorikov.af@uiec.ru).

Abstract. *For a formalised description of the dynamics and optimisation of the functioning of entities of the network industry in the presence of risks (disturbances) and information uncertainty, the study proposes using an economic and mathematical model in the form of a two-level multi-agent hierarchical intelligent semantic network. Based on the proposed two-level multi-agent hierarchical intelligent semantic network, the article describes the formalisation of tasks of parameter identification, structurally balanced interaction, prediction of the development and optimisation of the guaranteed (minimax approach) result of managing the entities and processes of the network industry in the presence of risks (disturbances) and information uncertainty. A technique for solving the considered problems is presented.*

Keywords: two-level multi-agent hierarchical control; intelligent semantic network; network industry; minimax approach.

Введение

Сетевое взаимодействие промышленных предприятий в конкретном регионе обусловлено наличием ряда факторов и, прежде всего, необходимостью тесного информационного взаимодействия при реализации региональных проектов, оптимизации управления процессами принятия решений, повышения скорости принятия управленческих решений, полноценного использования возможностей региональной логистики и др. Такое взаимодействие предприятий осложнено наличием многофакторности при его описании, информационной неопределенности и возмущений (рисков).

При решении различных задач оптимизации управления взаимодействием промышленных предприятий возникает необходимость моделировать динамику рассматриваемых объектов и процессов для достижения приемлемых или наилучших (оптимальных) значений выбранных критериев качества их реализации. Основой решения таких задач являются экономико-математическое моделирование и цифровизация взаимодействия объектов при реализации процессов в таких системах (см., например, исследования [1–12]).

В данной работе для формализованного описания динамики и оптимизации функционирования объектов сетевого промышлен-

ного комплекса при наличии рисков (возмущений) и информационной неопределенности используются мультиагентный инструментарий, сетевое моделирование и минимаксный подход для оптимизации гарантированных результатов исследуемых процессов управления. Полученные в работе результаты основываются на исследованиях [13–16] и примыкают к исследованиям [1–8].

Формализация динамики двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети

Предполагается, что региональный промышленный комплекс имеет сетевую мультиагентную организацию и состоит из n промышленных предприятий, $n \in \mathbf{N}$ (здесь и далее, \mathbf{N} — множество всех натуральных чисел), имеющих в своем составе головные предприятия — объекты I_i , $i \in \overline{1, n} = \{1, 2, \dots, n\}$, управляемые соответствующими доминирующими агентами P_i , которые имеют различные цели и инструментарий информационного обеспечения для принятия управленческих решений. Каждое i -е предприятие — объект I_i ($i \in \overline{1, n}$) может иметь свои подразделения (цеха или филиалы) — вспомогательные объекты Π_{ij} , $j \in \overline{1, j_i}$ ($j_i \in \mathbf{N}$), управляемые подчиненными агентами E_{ij} .

Ниже приведем формализацию двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети для описания динамики и оптимизации функционирования объектов и процессов сетевого промышленного комплекса при наличии рисков (возмущений) и информационной неопределенности, в рамках которой формулируется рассматриваемая в работе задача гарантированной (минимаксной) оптимизации функционирования регионального сетевого промышленного комплекса, в виде задачи двухуровневого иерархического минимаксного управления сетевым промышленным комплексом.

Процесс управления региональным промышленным комплексом рассматривается на заданном целочисленном промежутке времени $0, T = \{0, 1, \dots, T\}$ ($T \in \mathbf{N}$).

Идентифицируем следующие элементы, необходимые для формализации предлагаемой двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети (все элементы формализации являются безразмерными):

$\{X_i^{(i)}(t), U_i^{(i)}(t), V_i^{(i)}(t), S_i^{(i)}(t), L_i^{(i)}(t), M_i^{(i)}(t), N_i^{(i)}(t), K_i^{(i)}(t), F_i^{(i)}(t)\}$ — кортеж разнородных данных, описывающих ограничения и условия на состояние i -го производственного предприятия (объекта I_i) в период времени $t \in 0, T$, управляемого агентом P_i ($i \in \overline{1, n}$), где

$X_i^{(i)}(t)$ — многогранник-компакт в пространстве \mathbf{R}^{k_i} ($X_i^{(i)}(t) \subset \mathbf{R}^{k_i}$), ограничивающий изменение вектора $X^{(i)}(t) =$

$= \{X_1^{(i)}(t), X_2^{(i)}(t), \dots, X_{k_i}^{(i)}(t)\}$ — фазового вектора объекта I_i в период времени $t \in \overline{0, T}$, координаты которого характеризуют объемы, например, готовой продукции, материалов, комплектующих, сырья и др. в этот период времени (это множество описывает имеющиеся технико-экономические ограничения на параметры объекта I_i), $k_i \in \mathbf{N}$ (здесь и далее, для $k \in \mathbf{N}$, \mathbf{R}^k — k -мерное векторное пространство векторов-столбцов, даже если из экономии места они записаны в строку);

$U_*^{(i)}(t)$ — конечное множество в пространстве \mathbf{R}^{p_i} ($U_*^{(i)}(t) \subset \mathbf{R}^{p_i}$), ограничивающее изменение вектора $U^{(i)}(t) = \{U_1^{(i)}(t), U_2^{(i)}(t), \dots, U_{p_i}^{(i)}(t)\}$ — вектора управляющего воздействия (управления) агента P_i в период времени $t \in \overline{0, T-1}$, координаты которого характеризуют, например, интенсивности использования имеющихся на предприятии производственных технологий, объемов инвестиционных финансовых средств и др. в этот период времени (это множество определяет имеющиеся ресурсы управления агента P_i), $p_i \in \mathbf{N}$;

$V_*^{(i)}(t)$ — многогранник-компакт в пространстве \mathbf{R}^{q_i} ($V_*^{(i)}(t) \subset \mathbf{R}^{q_i}$), ограничивающий изменение вектора $V^{(i)}(t) = \{V_1^{(i)}(t), V_2^{(i)}(t), \dots, V_{q_i}^{(i)}(t)\}$ — вектора неконтролируемых возмущений (рисков) в период времени $t \in \overline{0, T-1}$, влияющих на функционирование объекта I_i , координаты которого характеризуют, например, уровень инфляционных процессов, ущерб от страховых случаев и др. в этот период времени (это множество определяется, например, на основе имеющихся статистических данных о функционировании объекта I_i и решения соответствующей задачи прогнозирования), $q_i \in \mathbf{N}$;

$S_*^{(i)}(t)$ — многогранник-компакт в пространстве \mathbf{R}^{s_i} ($S_*^{(i)}(t) \subset \mathbf{R}^{s_i}$), ограничивающий изменение вектора $S^{(i)}(t) = \{S_1^{(i)}(t), S_2^{(i)}(t), \dots, S_{s_i}^{(i)}(t)\}$ — вектора спроса на продукцию объекта I_i в период времени $t \in \overline{0, T}$, координаты которого характеризуют объемы спроса на его продукцию в этот период времени (это множество определяется, например, в результате решения соответствующей задачи прогнозирования или задается априори), $s_i \in \mathbf{N}$;

$L^{(i)}(t) = \{L_1^{(i)}(t), L_2^{(i)}(t), \dots, L_{l_i}^{(i)}(t)\}$ — кортеж данных, описывающих условия и ограничения на информационное обеспечение агента P_i в процессе принятия решений в период времени $t \in \overline{0, T}$, например, описание доступа к необходимым базам данных (БД), функции, описывающие информационные сигналы и др., $l_i \in \mathbf{N}$;

$\mathbf{M}^{(i)}(t) = \{(i, m_1), (i, m_2), \dots, (i, m_i)\}$ — массив целочисленных пар, определяющих наличие информационных связей между субъектами управления регионального сетевого промышленного комплекса в период времени $t \in \overline{0, T}$, например, в плане предоставления коммерческой информации, использования имеющихся БД и др., где пара (i, m_k) , $m_k \in \overline{1, n}$ определяет имеющуюся информационную связь между агентами P_i и P_{m_k} , $m_i \in \mathbf{N}$;

$\mathbf{N}^{(i)}(t) = \{(i, n_1), (i, n_2), \dots, (i, n_i)\}$ — массив целочисленных пар, определяющих наличие управляющих связей между субъектами управления регионального сетевого промышленного комплекса в период времени $t \in \overline{0, T}$, например, в плане предоставления инвестиционных ресурсов, технологий и др., где пара (i, n_k) , $n_k \in \overline{1, n}$ определяет имеющуюся управленческую связь между агентами P_i и P_{n_k} , $n_i \in \mathbf{N}$;

$\mathbf{K}^{(i)}(t) = \{(i, k_1), (i, k_2), \dots, (i, k_i)\}$ — массив целочисленных пар, определяющих наличие отношений между субъектами управления регионального сетевого промышленного комплекса в период времени $t \in \overline{0, T}$, например, отношения подчинения, равенства, следования, доминирования и др., где пара (i, k_k) , $k_k \in \overline{1, n}$ определяет имеющееся отношение между агентами P_i и P_{k_k} , $k_i \in \mathbf{N}$;

$\mathbf{F}_t^{(i)}$ — целевая функция агента P_i , являющаяся действительной функцией многих переменных, задаваемой отображением $\mathbf{F}_t^{(i)} : \mathbf{R}^i \rightarrow \mathbf{R}^1$, значения которой для каждого $X^{(i)}(t) \in \mathbf{X}_*^{(i)}(t)$ определяются по формуле $\mathbf{F}_t^{(i)} = \mathbf{F}_t^{(i)}(X^{(i)}(t))$ и оценивают качество состояния фазового вектора $X^{(i)}(t)$ объекта I_i в период времени $t \in \overline{0, T}$, например, прибыль этого предприятия в этот период времени;

$\{\bar{\mathbf{X}}_*^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{U}}_*^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{V}}_*^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{S}}_*^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{L}}_*^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{M}}_*^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{N}}_*^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{K}}_*^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{F}}_*^{(ij)}(t)\}$ — кортеж разнородных данных, описывающих ограничения и условия на состояние j -го подразделения (объекта Π_{ij}) i -го предприятия (объекта I_i) в период времени $t \in \overline{0, T}$, $j \in \overline{1, j_i}$ ($j_i \in \mathbf{N}$), управляемого агентом E_{ij} ($i \in \overline{1, n}$), где

$\bar{\mathbf{X}}_*^{(ij)}(t)$ — многогранник-компакт в пространстве $\mathbf{R}^{\bar{k}_{ij}}$ ($\bar{\mathbf{X}}_*^{(ij)}(t) \subset \mathbf{R}^{\bar{k}_{ij}}$), ограничивающий изменение вектора $\bar{X}^{(ij)}(t) = \{ \bar{X}_1^{(ij)}(t), \bar{X}_2^{(ij)}(t), \dots, \bar{X}_{\bar{k}_{ij}}^{(ij)}(t) \}$ — фазового вектора объекта Π_{ij} в период времени $t \in \overline{0, T}$, координаты которого характеризуют объемы, например, готовой продукции, материалов, комплектующих, сырья и др. в этот период времени (это множество описывает имеющиеся технико-экономические ограничения на параметры объекта Π_{ij}), $k_{ij} \in \mathbf{N}$;

$\bar{\mathbf{U}}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t))$ — для каждого вектора управления $U^{(i)}(t) = \{ U_1^{(i)}(t), U_2^{(i)}(t), \dots, U_{p_i}^{(i)}(t) \} \in \mathbf{U}_*^{(i)}(t)$ агента P_i в период време-

ни $t \in \overline{0, T-1}$, есть конечное множество в пространстве $\mathbf{R}^{\bar{p}_{ij}}$ ($\bar{U}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t)) \subset \mathbf{R}^{\bar{p}_{ij}}$), ограничивающее изменение вектора $\bar{U}^{(ij)}(t) = \left\{ \bar{U}_1^{(ij)}(t), \bar{U}_2^{(ij)}(t), \dots, \bar{U}_{\bar{p}_{ij}}^{(ij)}(t) \right\}$ – вектора управляющего воздействия (управления) агента E_{ij} в период времени $t \in \overline{0, T-1}$, координаты которого характеризуют, например, интенсивности использования имеющихся в j -м подразделении i -го производственного предприятия производственных технологий, объемов инвестиционных финансовых средств и др. в этот период времени (это множество определяет имеющиеся ресурсы управления агента E_{ij}), $\bar{p}_{ij} \in \mathbf{N}$;
 $\bar{V}_*^{(ij)}(t)$ – многогранник-компакт в пространстве $\mathbf{R}^{\bar{q}_{ij}}$ ($\bar{V}_*^{(ij)}(t) \subset \mathbf{R}^{\bar{q}_{ij}}$), ограничивающий изменение вектора $\bar{V}^{(ij)}(t) = \left\{ \bar{V}_1^{(ij)}(t), \bar{V}_2^{(ij)}(t), \dots, \bar{V}_{\bar{q}_{ij}}^{(ij)}(t) \right\}$ – вектора неконтролируемых возмущений (рисков) в период времени $t \in \overline{0, T-1}$, влияющих на функционирование объекта Π_{ij} , координаты которого характеризуют, например, уровень инфляционных процессов, ущерб от страховых случаев и др. в этот период времени (это множество определяется, например, на основе имеющихся статистических данных о функционировании объекта I_{ij} и решения соответствующей задачи прогнозирования), $\bar{q}_{ij} \in \mathbf{N}$;
 $\bar{S}_*^{(ij)}(t)$ – многогранник-компакт в пространстве $\mathbf{R}^{\bar{s}_{ij}}$ ($\bar{S}_*^{(ij)}(t) \subset \mathbf{R}^{\bar{s}_{ij}}$), ограничивающий изменение вектора $\bar{S}^{(ij)}(t) = \left\{ \bar{S}_1^{(ij)}(t), \bar{S}_2^{(ij)}(t), \dots, \bar{S}_{\bar{s}_{ij}}^{(ij)}(t) \right\}$ – вектора спроса на продукцию объекта Π_{ij} в период времени $t \in \overline{0, T}$, координаты которого характеризуют объемы спроса на его продукцию в этот период времени (это множество определяется, например, в результате решения соответствующей задачи прогнозирования или задается априори), $\bar{s}_{ij} \in \mathbf{N}$;

$\bar{L}^{(ij)}(t) = \left\{ \bar{L}_1^{(ij)}(t), \bar{L}_2^{(ij)}(t), \dots, \bar{L}_{\bar{l}_{ij}}^{(ij)}(t) \right\}$ – кортеж данных, описывающих

условия и ограничения на информационное обеспечение агента E_{ij} в процессе принятия решений в период времени $t \in \overline{0, T}$, например, описание доступа к необходимым базам данных (БД), функции, описывающие информационные сигналы и др., $\bar{l}_{ij} \in \mathbf{N}$;

$\bar{M}^{(ij)}(t) = \left\{ (j, \bar{m}_1), (j, \bar{m}_2), \dots, (j, \bar{m}_{\bar{m}_{ij}}) \right\}$ – массив целочисленных пар, определяющих наличие информационных связей субъекта управления j -м подразделением объекта I_i в период времени $t \in \overline{0, T}$, например, в плане предоставления коммерческой информации, использования имеющихся БД и др., где пара (j, \bar{m}_{ij}) , $\bar{m}_{ij} \in \overline{1, \bar{m}_{ij}}$, определяет имеющуюся информационную связь между агентами E_{ij} и $E_{i\bar{m}_{ij}}$, $\bar{m}_{ij} \in \mathbf{N}$;

$\bar{K}^{(j)}(t) = \{(j_i, \bar{k}_1), (j_i, \bar{k}_2), \dots, (j_i, \bar{k}_{j_i})\}$ – массив целочисленных пар, определяющих наличие управляющих связей между субъектами управления j -го подразделения объекта I_i в период времени $t \in \overline{0, T}$, например, в плане предоставления инвестиционных ресурсов, технологий и др., где пара (j_i, \bar{k}_{j_k}) , $\bar{k}_{j_k} \in \overline{1, \bar{k}_{j_i}}$, определяет имеющуюся управленческую связь между агентами E_{ij} и $E_{i\bar{k}_{j_k}}$, $\bar{k}_{j_i} \in \mathbf{N}$;

$\bar{N}^{(j)}(t) = \{(j_i, \bar{n}_1), (j_i, \bar{n}_2), \dots, (j_i, \bar{n}_{j_i})\}$ – массив целочисленных пар, определяющих наличие отношений между субъектами управления j -го подразделения объекта I_i в период времени $t \in \overline{0, T}$, например, отношения подчинения, равенства, следования, доминирования и др., где пара (j_i, \bar{n}_{j_k}) , $\bar{n}_{j_k} \in \overline{1, \bar{n}_{j_i}}$ определяет имеющееся отношение между агентами E_{ij} и $E_{i\bar{n}_{j_k}}$, $\bar{n}_{j_i} \in \mathbf{N}$;

$\bar{F}_t^{(j)}$ – целевая функция агента E_{ij} , являющаяся действительной функцией многих переменных, задаваемой отображением $\bar{F}_t^{(j)} : \mathbf{R}^{\bar{k}_{ij}} \rightarrow \mathbf{R}^1$, значения которой для каждого $\bar{X}^{(j)}(t) \in \bar{X}^{(j)}(t)$ определяются по формуле $\bar{F}_t^{(j)} = \bar{F}_t^{(j)}(\bar{X}^{(j)}(t))$ и оценивают качество состояния фазового вектора $\bar{X}^{(j)}(t)$ объекта Π_{ij} в период времени $t \in \overline{0, T}$, например, прибыль этого предприятия в этот период времени.

Отметим, что кортежи данных $\{\bar{X}_*^{(i)}(t), \bar{U}_*^{(i)}, \bar{V}_*^{(i)}(t), \bar{S}_*^{(i)}(t), \bar{L}_*^{(i)}(t), \bar{M}_*^{(i)}(t), \bar{K}_*^{(i)}(t), \bar{N}_*^{(i)}(t), \bar{F}_t^{(i)}\}$ и $\{\bar{X}_*^{(j)}(t), \bar{U}_*^{(j)}(t; U^{(j)}(t)), \bar{V}_*^{(j)}(t), \bar{S}_*^{(j)}(t), \bar{L}_*^{(j)}(t), \bar{M}_*^{(j)}(t), \bar{K}_*^{(j)}(t), \bar{N}_*^{(j)}(t), \bar{F}_t^{(j)}\}$ задаются в цифровой форме, т. е. в виде двоичных кодов, где $U^{(i)}(t) \in \underline{U}_*^{(i)}(t)$.

Для $i \in \overline{1, n}$ пусть оператор $\Phi_t^{(i)}$ (например, линейный [13]) задается отображением

$$\Phi_t^{(i)} : \overline{0, T-1} \times \mathbf{R}^{k_i} \times \mathbf{R}^{p_i} \times \mathbf{R}^{q_i} \times \mathbf{R}^{s_i} \times \mathbf{A}^{(i)}(t) \rightarrow \mathbf{R}^{k_i}, \quad (1)$$

которое каждому набору $(t, X^{(i)}(t), U^{(i)}(t), V^{(i)}(t), S^{(i)}(t), A^{(i)}(t)) \in \overline{0, T-1} \times \mathbf{R}^{k_i} \times \mathbf{R}^{p_i} \times \mathbf{R}^{q_i} \times \mathbf{R}^{s_i} \times \mathbf{A}^{(i)}(t)$ ставит в соответствие единственный фазовый вектор $X^{(i)}(t+1)$ объекта I_i , а именно

$$X^{(i)}(t+1) = \Phi_t^{(i)}(t, X^{(i)}(t), U^{(i)}(t), V^{(i)}(t), S^{(i)}(t), A^{(i)}(t)),$$

$$X^{(i)}(0) = X_0^{(i)}, \quad (2)$$

где кортеж $A^{(i)}(t) \in \mathbf{A}^{(i)}(t) = \{\bar{L}^{(i)}(t), \bar{M}^{(i)}(t), \bar{K}^{(i)}(t), \bar{N}^{(i)}(t), \bar{F}_t^{(i)}\}$ определяет имеющиеся связи, структурные и функциональные параметры объекта I_i и агента P_i в период времени $t \in \overline{0, T-1}$; $X_0^{(i)}$ – заданное начальное значение фазового вектора объекта I_i .

Рекуррентное операторное уравнение (2) описывает управляемую динамику фазового вектора объекта I_i .

Предполагается, что фазовый вектор $X^{(i)}(t) = \{X_1^{(i)}(t), X_2^{(i)}(t), \dots, X_{k_i}^{(i)}(t)\}$ объекта I_i , в каждый период времени $t \in \overline{0, T}$ удовлетворяет заданному ограничению

$$X^{(i)}(t) \in \mathbf{X}_*^{(i)}(t) \subset \mathbf{R}^{k_i}, \quad (3)$$

где $\mathbf{X}_*^{(i)}(t)$ есть выпуклый многогранник-компакт в пространстве \mathbf{R}^{k_i} (здесь и далее, по определению полагается, что одноэлементные множества в рассматриваемых конечномерных векторных пространствах являются выпуклыми многогранниками-компактами); вектор управления $U^{(i)}(t) = \{U_1^{(i)}(t), U_2^{(i)}(t), \dots, U_{p_i}^{(i)}(t)\}$ агента P_i в каждый период времени $t \in \overline{0, T-1}$ удовлетворяет заданному ограничению

$$U^{(i)}(t) \in \mathbf{U}_*^{(i)}(t) \subset \mathbf{R}^{p_i},$$

$$\mathbf{U}_*^{(i)}(t) = \left\{ U^{(i)}(t) : U^{(i)}(t) \in \left\{ U^{(i,1)}(t), U^{(i,2)}(t), \dots, U^{(i, K_t^{(i)})}(t) \right\} \subset \mathbf{R}^{p_i} \right\}, \quad (4)$$

где $\mathbf{U}_*^{(i)}(t)$ есть конечное множество векторов, т. е. конечный набор, состоящий из $K_t^{(i)}$ ($K_t^{(i)} \in \mathbf{N}$) векторов в пространстве \mathbf{R}^{p_i} ; вектор неконтролируемых возмущений (рисков) $V^{(i)}(t) = \{V_1^{(i)}(t), V_2^{(i)}(t), \dots, V_{q_i}^{(i)}(t)\}$, влияющих на функционирование объекта I_i , в каждый период времени $t \in \overline{0, T-1}$ удовлетворяет заданному ограничению

$$V^{(i)}(t) \in \mathbf{V}_*^{(i)}(t) \subset \mathbf{R}^{q_i}, \quad (5)$$

где $\mathbf{V}_*^{(i)}(t)$ есть выпуклый многогранник-компакт в пространстве \mathbf{R}^{q_i} ; вектор спроса $S^{(i)}(t) = \{S_1^{(i)}(t), S_2^{(i)}(t), \dots, S_{s_i}^{(i)}(t)\}$ на продукцию объекта I_i , в каждый период времени $t \in \overline{0, T}$ удовлетворяет заданному ограничению

$$S^{(i)}(t) \in \mathbf{S}_*^{(i)}(t) \subset \mathbf{R}^{s_i}, \quad (6)$$

где $\mathbf{S}_*^{(i)}(t)$, для каждого $t \in \overline{0, T}$, есть выпуклый многогранник-компакт в пространстве \mathbf{R}^{s_i} .

Далее, для $i \in \overline{1, n}$ и $j \in \overline{1, j_i}$ пусть оператор $\overline{\Phi}_t^{(ij)}$ (например, линейный [13]) задается отображением

$$\overline{\Phi}_t^{(ij)} : \overline{0, T-1} \times \mathbf{R}^{\overline{k_{ij}}} \times \mathbf{R}^{p_i} \times \mathbf{R}^{\overline{p_{ij}}} \times \mathbf{R}^{\overline{q_{ij}}} \times \mathbf{R}^{\overline{s_{ij}}} \times \overline{\mathbf{A}}^{(ij)}(t) \rightarrow \mathbf{R}^{\overline{k_{ij}}}, \quad (7)$$

которое каждому набору $(t, \bar{X}^{(ij)}(t), U^{(i)}(t), \bar{U}^{(ij)}(t), \bar{V}^{(ij)}(t), \bar{S}^{(ij)}(t), \bar{A}^{(ij)}(t)) \in \overline{0, T-1} \times \mathbf{R}^{\bar{k}_{ij}} \times \mathbf{R}^{p_i} \times \mathbf{R}^{\bar{p}_{ij}} \times \mathbf{R}^{\bar{q}_{ij}} \times \mathbf{R}^{\bar{s}_{ij}} \times \bar{\mathbf{A}}^{(ij)}(t)$ ставит в соответствие единственный фазовый вектор $\bar{X}^{(ij)}(t+1)$ объекта Π_{ij} , а именно

$$\begin{aligned} \bar{X}^{(ij)}(t+1) &= \bar{\Phi}_t^{(ij)}\left(t, \bar{X}^{(ij)}(t), U^{(i)}(t), \bar{U}^{(ij)}(t), \bar{V}^{(ij)}(t), \bar{S}^{(ij)}(t), \bar{A}^{(ij)}(t)\right), \\ \bar{X}^{(ij)}(0) &= \bar{X}_0^{(ij)}, \end{aligned} \quad (8)$$

где кортеж $\bar{\mathbf{A}}^{(ij)}(t) \in \bar{\mathbf{A}}^{(ij)}(t) = \{\bar{\mathbf{L}}^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{M}}^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{K}}^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{N}}^{(ij)}(t), \bar{\mathbf{F}}_t^{(ij)}\}$ определяет имеющиеся связи, структурные и функциональные параметры объекта Π_{ij} и агента E_{ij} в период времени $t \in \overline{0, T-1}$; $\bar{X}_0^{(ij)}$ — заданное начальное значение фазового вектора объекта Π_{ij} .

Рекуррентное операторное уравнение (8) описывает управляемую динамику фазового вектора объекта I_{ij} .

Предполагается, что фазовый вектор $\bar{X}^{(ij)}(t) = \{\bar{X}_1^{(ij)}(t), \bar{X}_2^{(ij)}(t), \dots, \bar{X}_{\bar{k}_{ij}}^{(ij)}(t)\}$ объекта Π_{ij} , в каждый период времени $t \in \overline{0, T}$ удовлетворяет заданному ограничению

$$\bar{X}^{(ij)}(t) \in \bar{\mathbf{X}}_*^{(ij)}(t) \subset \mathbf{R}^{\bar{k}_{ij}}, \quad (9)$$

где $\bar{\mathbf{X}}_*^{(ij)}(t)$ есть выпуклый многогранник-компакт в пространстве $\mathbf{R}^{\bar{k}_{ij}}$; для каждого вектора управления $U^{(i)}(t) = \{U_1^{(i)}(t), U_2^{(i)}(t), \dots, U_{p_i}^{(i)}(t)\} \in \mathbf{U}_*^{(i)}(t)$ агента P_i в период времени $t \in \overline{0, T-1}$, вектор управления $\bar{U}^{(ij)}(t) = \{\bar{U}_1^{(ij)}(t), \bar{U}_2^{(ij)}(t), \dots, \bar{U}_{\bar{p}_{ij}}^{(ij)}(t)\}$ агента E_{ij} в этот период времени, удовлетворяет заданному ограничению

$$\bar{U}^{(ij)}(t) \in \bar{\mathbf{U}}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t)) \subset \mathbf{R}^{\bar{p}_{ij}},$$

$$\begin{aligned} \bar{\mathbf{U}}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t)) &= \\ &= \left\{ \bar{U}^{(ij)}(t) : \bar{U}^{(ij)}(t) \in \left\{ \bar{U}^{(ij,1)}(t), \bar{U}^{(ij,2)}(t), \dots, U^{(ij, \bar{K}_t^{(ij)})}(t) \right\} \subset \mathbf{R}^{\bar{p}_{ij}} \right\}, \end{aligned} \quad (10)$$

где $\bar{\mathbf{U}}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t))$, для каждого $t \in \overline{0, T-1}$, есть конечное множество векторов, т. е. конечный набор, состоящий из $\bar{K}_t^{(ij)}$ ($\bar{K}_t^{(ij)} \in \mathbf{N}$) векторов в пространстве $\mathbf{R}^{\bar{p}_{ij}}$; вектор неконтролируемых возмущений (рисков) $\bar{V}^{(ij)}(t) = \{\bar{V}_1^{(ij)}(t), \bar{V}_2^{(ij)}(t), \dots, \bar{V}_{\bar{q}_{ij}}^{(ij)}(t)\}$, влияющих на функционирование объекта Π_{ij} , в каждый период времени $t \in \overline{0, T-1}$ удовлетворяет заданному ограничению

$$\bar{V}^{(ij)}(t) \in \bar{\mathbf{V}}_*^{(ij)}(t) \subset \mathbf{R}^{\bar{q}_{ij}}, \quad (11)$$

где $\bar{\mathbf{V}}_*^{(ij)}(t)$, для каждого $t \in \overline{0, T-1}$, есть выпуклый многогранник-компакт в пространстве $\mathbf{R}^{\bar{q}_{ij}}$; вектор спроса $\bar{\mathbf{S}}^{(ij)}(t) = \left\{ \bar{S}_1^{(ij)}(t), \bar{S}_2^{(ij)}(t), \dots, \bar{S}_{\bar{s}_{ij}}^{(ij)}(t) \right\}$ на продукцию объекта Π_{ij} в каждый период времени $t \in \overline{0, T}$, удовлетворяет заданному ограничению

$$\bar{\mathbf{S}}^{(ij)}(t) \in \bar{\mathbf{S}}_*^{(ij)}(t) \subset \mathbf{R}^{\bar{s}_{ij}}, \quad (12)$$

где $\bar{\mathbf{S}}_*^{(ij)}(t)$, для каждого $t \in \overline{0, T}$, есть выпуклый многогранник-компакт в пространстве $\mathbf{R}^{\bar{s}_{ij}}$.

Сформированная динамическая система (1)–(12) является экономико-математической моделью, описывающей динамику и имеющиеся ограничения на основные элементы сетевого промышленного комплекса.

Описание связей и отношений в двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети

Приведем описание связей в предлагаемой двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети.

В первую очередь опишем логические, информационные и управляющие связи, имеющиеся у субъектов управления региональным промышленным комплексом.

Деятельность совокупности агентов P_i , $i \in \overline{1, n}$ координируется агентом-координатором P , управляющим обобщенным объектом I — описывающим динамику регионального сетевого промышленного комплекса, для которого все агенты P_i и E_{ij} , и управляемые ими соответственно объекты I_i , $i \in \overline{1, n}$, и Π_{ij} , $j \in \overline{1, j_i}$ рассматриваемой системы равнозначны. Агент P оценивает состояние регионального сетевого промышленного комплекса в период времени $t \in \overline{0, T}$ значениями целевой функции F_t , которые определяются на основании линейной комбинации значений целевых функций $F_t^{(i)}$, определяемых на допустимых реализациях фазовых векторов $X^{(i)}(t)$ объектов I_i , путем назначения коэффициентов их значимости λ_i , $i \in \overline{1, n}$. Фактически это позволяет агенту P управлять поведением агентов P_i и E_{ij} , $i \in \overline{1, n}$, $j \in \overline{1, j_i}$.

На рисунке 1 изображены обозначения информационных связей, управляющих связей и отношений между агентами и объектами.

На рисунке 2 изображена схема отношений и структурных связей между объектами и субъектами рассматриваемой семантической сети.

Предполагается, что каждый из доминирующих агентов P_i ($i \in \overline{1, n}$) в каждый период времени $t \in \overline{0, T}$ знает состояние фазово-

- > Рис. 1а. Управляющие связи между агентами и объектами
- ←←←
←←←> Рис. 1б. Информационные связи между агентами и объектами
- ~~~~~ Рис. 1в. Отношение равенства между агентами
- > Рис. 1г. Отношение подчинения между агентами

Рис. 1. Обозначения информационных связей, управляющих связей и отношений между агентами и объектами

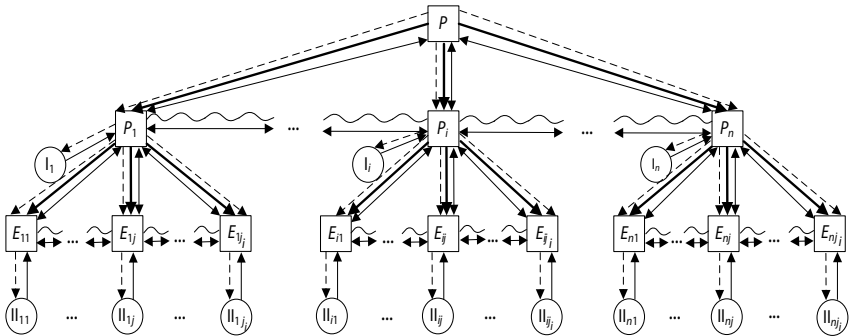


Рис. 2. Схема отношений и структурных связей между объектами и субъектами семантической сети
Источник: разработано автором

го вектора $X^{(i)}(t)$ объекта I_i , которым он управляет, и фазовых векторов $X^{(ij)}(t)$ объектов Π_{ij} , $j \in \overline{1, j_i}$, управляемых агентами E_{ij} , $j \in \overline{1, j_i}$, и подчиненных ему. При этом в каждый период времени $t \in 0, T$, агент P_i сообщает каждому агенту E_{ij} , $j \in \overline{1, j_i}$ выбор своего управления $U^{(i)}(t) \in U_*^{(i)}(t)$, а каждый из агентов E_{ij} сообщает ему выбор своего управления $\bar{U}^{(ij)}(t) \in \bar{U}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t))$. Отметим, что из заданного ограничения (10) следует, что поведение каждого подчиненного агента E_{ij} , $j \in \overline{1, j_i}$ явно зависит от поведения доминирующего агента P_i ($i \in \overline{1, n}$).

Каждый из подчиненных агентов E_{ij} ($i \in \overline{1, n}$, $j \in \overline{1, j_i}$) в каждый период времени $t \in 0, T$ знает состояние фазового вектора $\bar{X}^{(ij)}(t)$ объекта Π_{ij} , которым он управляет, и знает управление $U^{(i)}(t) \in U_*^{(i)}(t)$ агента P_i , которое тот сообщает ему. На основании имеющихся данных агент E_{ij} реализует формирование своего управления $\bar{U}^{(ij)}(t) \in \bar{U}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t))$, которое зависит от поведения доминирующего агента P_i .

Предполагается, что агент-координатор P в каждый период времени $t \in 0, T - 1$ имеет полную информацию о выборе управлений $U^{(i)}(t) \in U_*^{(i)}(t)$ агентами P_i , $i \in \overline{1, n}$, выборе управлений $\bar{U}^{(ij)}(t) \in \bar{U}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t))$,

агентами E_{ij} , $j \in \overline{1, j_i}$, и имеет полную информацию о состоянии фазовых векторов $X^{(i)}(t)$ объектов I_i , $i \in \overline{1, n}$, и $\bar{X}^{(ij)}(t)$ объектов Π_{ij} , $j \in \overline{1, j_i}$. В каждый период времени $t \in \overline{0, T-1}$ агент P заинтересован в таком поведении каждого агента P_i ($i \in \overline{1, n}$), чтобы для каждой допустимой реализации фазового $X^{(i)}(t)$ объекта I_i он организовал выбор своего управляющего воздействия $U^{(i)}(t) \in \mathbf{U}_*^{(i)}(t)$, которое гарантировало бы ему минимальное значение заданной целевой функции $\mathbf{F}_{t+1}^{(i)}$, определенной на фазовых векторах $X^{(i)}(t+1)$, учитывая возможные наилучшие для него реализации вектора рисков $V^{(i)}(t)$ и вектора спроса $S^{(i)}(t)$, т. е. определяло минимаксный результат, при условии, что подчиненные ему агенты E_{ij} , $j \in \overline{1, j_i}$ также способствуют в достижении этой цели (здесь $X^{(i)}(t+1) = \Phi_t^{(i)}(t, X^{(i)}(t), U^{(i)}(t), V^{(i)}(t), S^{(i)}(t), A^{(i)}(t))$, $X^{(i)}(0) = X_0^{(i)}$).

Совокупность агентов P , P_i и E_{ij} , $i \in \overline{1, n}$, $j \in \overline{1, j_i}$, и управляемых ими объектов I , I_i и Π_{ij} , $i \in \overline{1, n}$, $j \in \overline{1, j_i}$ образует доминирующий региональный уровень управления сетевым промышленным комплексом — уровень управления I.

Каждый из агентов E_{ij} ($i \in \overline{1, n}$, $j \in \overline{1, j_i}$) в каждый период времени $t \in \overline{0, T-1}$ имеет полную информацию о выборе управления $U^{(i)}(t) \in \mathbf{U}_*^{(i)}(t)$ агентом P_i для формирования своего управления $\bar{U}^{(ij)}(t) \in \bar{\mathbf{U}}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t))$ и имеет полную информацию о состоянии фазового вектора $\bar{X}^{(ij)}(t)$ объекта Π_{ij} , управляемого им. В каждый период времени $t \in \overline{0, T-1}$ каждый агент P_i ($i \in \overline{1, n}$) заинтересован в таком поведении каждого агента E_{ij} ($j \in \overline{1, j_i}$), чтобы для каждой допустимой реализации фазового вектора $\bar{X}^{(ij)}(t)$ объекта Π_{ij} , зная реализацию его управления $U^{(i)}(t) \in \mathbf{U}_*^{(i)}(t)$, он организовал выбор своего управления $\bar{U}^{(ij)}(t) \in \bar{\mathbf{U}}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t))$, которое бы гарантировало ему минимальное значение заданной целевой функции $\bar{\mathbf{F}}_{t+1}^{(ij)}$, определенной на фазовых векторах $\bar{X}^{(ij)}(t+1)$, учитывая возможные наилучшие для него реализации вектора рисков $\bar{V}^{(ij)}(t)$ и вектора спроса $\bar{S}^{(ij)}(t)$, т. е. определяло минимаксный результат при условии, что доминирующий агент P_i также способствует в достижении этой цели (здесь $\bar{X}^{(ij)}(t+1) = \bar{\Phi}_t^{(ij)}(t, \bar{X}^{(ij)}(t), U^{(i)}(t), \bar{U}^{(ij)}(t), \bar{V}^{(ij)}(t), \bar{S}^{(ij)}(t), \bar{A}^{(ij)}(t))$, $\bar{X}^{(ij)}(0) = \bar{X}_0^{(ij)}$).

Совокупность агентов E_{ij} , $i \in \overline{1, n}$, $j \in \overline{1, j_i}$ и управляемых ими объектов Π_{ij} , $j \in \overline{1, j_i}$ образует подчиненный производственный уровень управления сетевым промышленным комплексом — уровень управления II.

Сформированную динамическую систему (1)–(12) и формализованные логические, информационные и управляющие связи между ее объектами и агентами управления назовем двухуровневой

мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сетью, описывающей систему управления региональным сетевым промышленным комплексом

Формализация задачи двухуровневого иерархического минимаксного управления сетевым промышленным комплексом

На основании сформированной динамической системы (1)–(12) и описания целей агентов E_{ij} , $i \in \overline{1, n}$, $j \in \overline{1, j_i}$ в работе формулируется задача 1 – минимаксного пошагового управления объектом I_{ij} на уровне управления II рассматриваемой двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети.

В результате решения этой задачи, для фиксированных периодов времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), индекса i ($i \in \overline{1, n}$), допустимой на уровне управления II рассматриваемой двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети, описываемой динамической системой вида (1)–(12), реализации фазового вектора $\bar{X}^{(ij)}(t)$ объекта Π_{ij} ($j \in \overline{1, j_i}$), заданной целевой функции $\bar{F}_{t+1}^{(ij)}$ агента E_{ij} и допустимой на уровне управления I реализации управления $U^{(i)}(t) \in \mathbf{U}^{(i)}(t)$ агента P_i находится множество $\bar{U}_{ij}^{(e)}(t; \bar{X}^{(ij)}(t), U^{(i)}(t)) \subseteq \bar{U}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t))$ минимаксных управлений $\bar{U}_{ij}^{(e)}(t) \in \bar{U}_*^{(ij)}(t; U^{(i)}(t))$ агента E_{ij} , и число $\bar{c}_{ij}^{(e)}(t; \bar{X}^{(ij)}(t), U^{(i)}(t))$ – минимаксный результат, соответствующий управлению $U^{(i)}(t)$ агента P_i , которые удовлетворяют соответствующему условию минимакса.

Далее, на основании сформированной динамической системы (1)–(12) и описания целей агентов P_i , $i \in \overline{1, n}$ формулируется задача 2 – минимаксного пошагового управления объектом I_i на уровне управления I рассматриваемой двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети.

В результате решения этой задачи, для фиксированных периодов времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), индекса i ($i \in \overline{1, n}$), допустимой на уровне управления I рассматриваемой двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети, описываемой динамической системой вида (1)–(12), реализации фазового вектора $X^{(i)}(t)$ объекта I_i и заданной целевой функции $\mathbf{F}_{t+1}^{(i)}$ агента P_i , находится множество $U_i^{(e)}(t; X^{(i)}(t)) \subseteq \mathbf{U}^{(i)}(t)$ минимаксных управлений $U_i^{(e)}(t) \in \mathbf{U}^{(i)}(t)$ агента P_i , и число $c_i^{(e)}(t; X^{(i)}(t))$ – минимаксный результат, который удовлетворяет соответствующему условию минимакса.

На основании решений задач 1 и 2 формулируется задача 3.

В этой задаче для фиксированных периодов времени t ($t \in \overline{0, T-1}$) и индекса i ($i \in \overline{1, n}$), допустимых на уровнях управления I и II рассматриваемой двухуровневой мультиагентной иерар-

хической интеллектуальной семантической сети, описываемой динамической системой вида (1)–(12) реализаций фазовых векторов $X^{(i)}(t)$ объектов I_i и фазовых векторов $\bar{X}^{(ij)}(t)$ объектов Π_{ij} , $j \in \overline{1, j_p}$, заданных целевой функции $F_{t+1}^{(i)}$ агента P_i и целевых функций $\bar{F}_{t+1}^{(ij)}$ агентов E_{ij} , $j \in \overline{1, j_p}$, для каждого минимаксного управления $U_i^{(e)}(t) \in U_i^{(e)}(t; X^{(i)}(t))$ агента P_i , которое находится из решения соответствующей задачи 2, для каждого $j \in \overline{1, j_p}$, из решения соответствующей задачи 1, требуется найти множество $\bar{U}_{ij}^{(e)}(t; \bar{X}^{(ij)}(t), U_i^{(e)}(t))$ минимаксных управлений $\bar{U}_{ij}^{(e)}(t) \in \bar{U}_{*}^{(ij)}(t; U_i^{(e)}(t))$ агента E_{ij} и число $\bar{c}_{ij}^{(e)}(t; \bar{X}^{(ij)}(t), U_i^{(e)}(t))$, которые соответствуют управлению $U_i^{(e)}(t)$ агента P_i и удовлетворяют условию минимакса из задачи 1.

Методика решения задачи двухуровневого иерархического минимаксного управления региональным сетевым промышленным комплексом

На основании решения сформулированных в работе задач 1–3 методика реализации минимаксного пошагового управления региональным сетевым промышленным комплексом, описываемым двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сетью в виде динамической системы (1)–(12), реализуется в виде следующей последовательности действий.

1. Для каждого периода времени $t \in \overline{0, T-1}$ формируются все данные, описывающие экономико-математическую модель рассматриваемой задачи в виде управляемой динамической системы (1)–(12).

2. Для фиксированного индекса i ($i \in \overline{1, n}$), реализаций фазового вектора $X^{(i)}(t)$ объектов Π_{ij} , $j \in \overline{1, j_p}$, заданных целевых функций $\bar{F}_{t+1}^{(ij)}$ агентов E_{ij} , $j \in \overline{1, j_p}$, и каждой допустимой на уровне управления I реализации управления $U^{(i)}(t) \in U_*^{(i)}(t)$ агента P_i , из решения j_i задач 1 находятся множества $\bar{U}_{ij}^{(e)}(t; \bar{X}^{(ij)}(t), U^{(i)}(t))$ минимаксных управлений $\bar{U}_{ij}^{(e)}(t) \in \bar{U}_{*}^{(ij)}(t; U^{(i)}(t))$ агентов E_{ij} , $j \in \overline{1, j_p}$, соответствующих управлению $U^{(i)}(t)$ агента P_i .

3. Для допустимых на уровне управления I реализаций фазовых векторов $X^{(i)}(t)$ объектов I_i , $i \in \overline{1, n}$, и заданных целевых функций $F_{t+1}^{(i)}$ агентов P_i , $i \in \overline{1, n}$, из решения n задач 2 находятся множества $U_i^{(e)}(t; X^{(i)}(t)) \subseteq U_*^{(i)}(t)$, $i \in \overline{1, n}$, минимаксных управлений $U_i^{(e)}(t) \in U_*^{(i)}(t)$ агентов P_i .

4. Для каждого минимаксного управления $U_i^{(e)}(t) \in \mathbf{U}_i^{(e)}(t; X^{(i)}(t))$, агента $P_i, i \in \overline{1, n}$, из решения j_i задач 3, находятся множества $\tilde{\mathbf{U}}_i^{(e)}(t; \tilde{X}^{(i)}(t), U_i^{(e)}) = \prod_{j=1}^{j_i} \bar{\mathbf{U}}_{ij}^{(e)}(t; \bar{X}^{(ij)}(t), U_i^{(e)}(t)) = \{\bar{U}_{i1}^{(e)}(t), \bar{U}_{i2}^{(e)}(t), \dots, \bar{U}_{ij_i}^{(e)}(t)\} = \{\tilde{U}_i^{(e)}(t)\}$ – минимаксных управлений совокупности агентов $E_{ij}, j \in \overline{1, j_i}$, или обобщенного агента E_i , подчиненного агенту P_i , для уровня управления II, и значение вектора $\tilde{c}_i^{(e)}(t; \tilde{X}^{(i)}(t), U_i^{(e)}(t)) = (\bar{c}_{i1}^{(e)}(t; \bar{X}^{(i1)}(t), U_i^{(e)}(t)), \bar{c}_{i2}^{(e)}(t; \bar{X}^{(i2)}(t), U_i^{(e)}(t)), \dots, \bar{c}_{ij_i}^{(e)}(t; \bar{X}^{(ij_i)}(t), U_i^{(e)}(t)))' \in \mathbf{R}^{i_i}$ – результата минимаксного управления для агента \bar{E}_i , где вектор $\tilde{X}^{(i)}(t) = (\bar{X}^{(i,1)}(t), \bar{X}^{(i,2)}(t), \dots, \bar{X}^{(i,j_i)}(t)) \in \mathbf{R}^{\tilde{k}_i}$, $\tilde{k}_i = \sum_{j=1}^{j_i} \bar{k}_{ij}$, а вектор $\tilde{U}_i^{(e)}(t) = (\bar{U}_{i1}^{(e)}(t), \bar{U}_{i2}^{(e)}(t), \dots, \bar{U}_{ij_i}^{(e)}(t)) \in \mathbf{R}^{\tilde{p}_i}$, $\tilde{p}_i = \sum_{j=1}^{j_i} \bar{p}_{ij}$, т. е. формируется кортеж итоговых результатов:

$$\left\{ \mathbf{U}^{(e)}(t; X(t)), \left\{ \tilde{\mathbf{U}}_i^{(e)}(t; \tilde{X}^{(i)}(t), U_i^{(e)}(t)) \right\}_{i \in \overline{1, n}}, \left\{ \tilde{c}_i^{(e)}(t; \tilde{X}^{(i)}(t), U_i^{(e)}(t)) \right\}_{i \in \overline{1, n}} \right\}.$$

Сформированные элементы решения задачи 3 соответствуют фиксированному минимаксному управлению $U_i^{(e)}(t)$ агента P_i .

5. Для сформированного агентом-координатором P набора числовых коэффициентов $\lambda_i, i \in \overline{1, n}, \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$, оценивающих значимость результатов деятельности, подчиненных ему агентов $P_i, i \in \overline{1, n}$, вычисляется оптимальное гарантированное значение показателя $\tilde{\mathbf{F}}_{t+1}^{(e)}$ по следующей формуле

$$\tilde{\mathbf{F}}_{t+1}^{(e)} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \left\| \tilde{c}_i^{(e)}(t; \tilde{X}^{(i)}(t), U_i^{(e)}(t)) \right\|_{j_i},$$

где для любого вектора $c \in \mathbf{R}^{j_i}$ символом $\|c\|_{j_i}$ обозначается евклидова норма этого вектора в пространстве \mathbf{R}^{j_i} .

6. Полученные для каждого периода времени $t \in \overline{0, T-1}$ результаты отображаются в форме, удобной для агентов $P, P_i, i \in \overline{1, n}$, и $E_{ij}, j \in \overline{1, j_i}$.

Заключение

Для формализованного описания динамики и оптимизации функционирования объектов сетевого промышленного комплекса при наличии рисков (возмущений) и информационной неопределенности в работе предложена экономико-математическая модель в виде двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети. Описывается формализа-

ция задач идентификации параметров, структурно сбалансированного взаимодействия, прогнозирования развития и пошаговой оптимизации гарантированного (минимаксный подход) результата управления состоянием объектов и процессами регионального сетевого промышленного комплекса при наличии рисков (возмущений) и информационной неопределенности, в рамках предлагаемой двухуровневой мультиагентной иерархической интеллектуальной семантической сети. В работе приводится методика реализации минимаксного пошагового управления региональным сетевым промышленным комплексом на основе решений сформулированных минимаксных задач.

Полученные в статье результаты примыкают к результатам работ [1–8], основываются на исследованиях [13–16] и могут быть использованы при компьютерном моделировании и создании многоуровневых систем управления для сложных экономических и технических процессов, функционирующих в условиях риска и неопределенности. Математические модели таких процессов представлены, например, в работах [1–8, 13–16].

Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ (проект № 22-28-01868 «Разработка агент-ориентированной модели сетевого промышленного комплекса в условиях цифровой трансформации»).

Список источников

- [1] *Макаров В. Л., Бахтизин А. Р.* Социальное моделирование — новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2013. 296 с.
- [2] *Цифровой завод: методы дискретно-событийного моделирования и оптимизации производственных характеристик / В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин, Г.Л. Бекларян, А.С. Акопов // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 2. С. 7–20.*
- [3] *Макаров В. Л.* Обзор математических моделей экономики с инновациями // *Экономика и математические методы.* 2009. Т. 45. № 1. С. 3–14.
- [4] *Бахтизин А. Р.* Агент-ориентированные модели экономики. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2008. 279 с.
- [5] *Клейнер Г. Б.* Экономика. Моделирование. Математика. Избранные труды. М.: ЦЭМИ РАН, 2016. 856 с.
- [6] *Клейнер Г. Б., Рыбачук М. А.* Системная сбалансированность экономики. М.: Издательский дом «Научная библиотека», 2017. 320 с.

[7] Akberdina V. V., Romanova O. A. Regional industrial development: Review of approaches to regulation and determining of priorities // *Economy of Region*. 2021. No. 17(3). P. 714–736.

[8] Analysis of Simulation Modeling Systems Illustrated with the Problem of Model Design for the Subject of Technological Logistics (WIP) / K. Aksyonov, E. Bykov, O. Aksyonova, N. Goncharova, A. Nevolina // *Society for Modeling & Simulation International (SCS). Summer Simulation Multi-Conference (SummerSim'15)*. Chicago. USA. 26–29 July, 2015. Simulation Series. Vol. 47. Issue 10. P. 345–348.

[9] Cheng W., Xiao-Bing L. Integrated Production Planning and Control: A Multi-Objective Optimization Model // *Journal of Industrial Engineering and Management*. 2013. Vol. 6. No. 4. P. 815–830.

[10] David S. A., Oliveira C., Quintino D. D. Dynamic Model for Planning and Business Optimization // *Modern Economy*. 2012. Vol. 3. No. 4. P. 384–391. <https://doi.org/10.4236/me.2012.34049>.

[11] Development of a Dynamic Programming Model for Optimizing Production Planning / O.O. Olanrele, K.A. Olaiya, M.A. Aderonmu, O.O. Adegbayo, B.Y. Sanusi // *International Journal of Management Technology*. 2014. Vol. 2. No. 3. P. 12–17.

[12] Optimizing Medical Enterprise's Operations Management considering Corporate Social Responsibility under Industry 5.0 / Q. Zhang, Y. Chen, W. Lin, Y. Chen // *Discrete Dynamics in Nature and Society*. 2021. 9298166. <https://doi.org/10.1155/2021/9298166>.

[13] Красовский Н. Н. Теория управления движением. М.: Наука, 1968. 476 с.

[14] Красовский Н. Н., Субботин А. И. Позиционные дифференциальные игры. М.: Наука, 1974. 456 с.

[15] Шорилов А. Ф. Минимаксное оценивание и управление в дискретных динамических системах. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1997. 242 с.

[16] Шорилов А. Ф. Методология моделирования многоуровневых систем: иерархия и динамика // *Прикладная информатика*. 2006. Т.1. № 1. С. 136–141.

УДК 339

JEL classification: L16, O33, Q01

DOI: 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-25

Цифровая трансформация промышленности Китая в парадигме блокчейн-технологии¹

Т.И. Ююкина ^a

^a Санкт-Петербургский государственный экономический университет
(г. Санкт-Петербург, Россия).
<https://orcid.org/0000-0001-6214-266X>

Автор для корреспонденции: Т. И. Ююкина (uu2003@mail.ru).

Аннотация. В статье исследован передовой опыт Китая по внедрению блокчейн-технологии в деятельность промышленных предприятий с возможностью достижения углеродной нейтральности. Обозначены преимущества интеграции технологии блокчейн с большими данными, облачными вычислениями, интернетом вещей, искусственным интеллектом, 5G и промышленным Интернетом при обеспечении процесса цифровой трансформации промышленности Китая.

Ключевые слова: цифровая экономика; блокчейн; интеграция технологий; большие данные; интернет вещей; искусственный интеллект; облачные вычисления; 5G и промышленный Интернет

Digital Transformation of Chinese Industry in the Paradigm of Blockchain Technology

T. I. Yuyukina ^a

^a Saint Petersburg University of Economics (Saint Petersburg, Russia).
<https://orcid.org/0000-0001-6214-266X>

Corresponding author: T. I. Yuyukina (uu2003@mail.ru).

Abstract. The article examines China's advanced experience in the implementation of blockchain technology into activity of the industrial enterprises with the possibility of achieving carbon neutrality. The study describes advantages of blockchain technology introduction with big data, cloud computing, Internet of things, artificial intelligence, 5G and industrial Internet in ensuring the digital transformation of China's industry.

Keywords: digital economy; blockchain; integration of technologies; big data; Internet of things; artificial intelligence; cloud computing; 5G and industrial Internet.

¹ © Ююкина Т.И. Текст. 2022

Введение

Технология блокчейн пронизывает все отрасли мировой экономики. Согласно аналитическому отчету консалтинговой и аудиторской компании Pricewaterhouse Coopers (PwC), технология способна обеспечить увеличение общемирового ВВП на 1,76 трлн долларов США к 2030 г. или прирост на 1,4 % [1, с. 4] при условии, что внедрение, а также качество доступных продуктов и услуг будут ожидаемо развиваться. Данная оценка экономического воздействия наглядно демонстрирует потенциал технологии для создания ценности¹ в различных сферах — от здравоохранения до промышленного производства, логистики, финансов, розничной торговли и др. В случае раннего внедрения блокчейн-технологии страна способна приобрести значительное конкурентное преимущество. Китай и Соединенные Штаты Америки получают наибольшую выгоду в течение следующего десятилетия — максимальная потенциальная чистая прибыль возможна в размере 440 млрд долл. США² и 407 млрд долл. США³ соответственно. В отношении Китая этот показатель может быть выражен приростом ВВП на 1,7 % [1, с. 14]. Технология блокчейн принесет преимущества в широком спектре отраслей промышленности, а в течение ближайшего десятилетия от 10 до 15 % мировой инфраструктуры будет использовать блокчейн [1, с. 16]. Первостепенная ценность данной технологии для реального сектора экономики заключается в содействии интеграции вышестоящих и перерабатывающих отраслей. Выгода становится наиболее отчетливой, когда компании объединяются даже с отраслевыми конкурентами и закладывают основу для указанной технологии с точки зрения процессов, обмена данными и необходимой автоматизации через смарт-контракты, что может стать неотъемлемой частью бизнес-технологий и важным шагом на пути трансформационных изменений мировой экономической системы.

Методы и материалы

Методология исследования базируется на общенаучных принципах познания экономических явлений, включая методы систем-

¹ ВВП рассматривается в долларах США в ценах 2019 г., который представляет собой чистую дополнительную стоимость, созданную технологией блокчейн.

² Оценка обусловлена инновациями в области цифрового юаня, национальной криптовалютой, выпущенной Народным банком Китая (Digital Currency Electronic Payment, DCEP). Однако блокчейн-технология находит широкое применение и в других сферах, в частности — в промышленности Китая.

³ Оценка обусловлена возможностями, связанными с обширными цепочками поставок и требованиями потребителей.

ного, структурно-логического, сравнительного и диалектического анализа.

Информационную базу составили статистические и аналитические данные из следующих источников: публикуемые китайской академией информационных и коммуникационных технологий ежегодные отчеты по вопросам цифрового экономического развития, блокчейн-сектора, больших данных, облачных вычислений, интернета вещей, искусственного интеллекта, а также цифровой углеродной нейтральности и развития программы «5G + промышленный Интернет» за 2020–2022 гг. на китайском языке [2–12]; отчет PwC о блокчейн-технологии за 2020 г. [1] В качестве исходных теоретических положений приняты во внимание вводные понятия и принципы теории, изложенной в научной статье Satoshi Nakamoto [13].

Обоснованность и достоверность результатов исследования обеспечивается: использованием апробированных академических методов научных исследований, целесообразностью обращения к первоисточникам, инкорпорированием официальных статистических данных и актуальной информации обозначенных отчетов.

Исходные теоретические положения

Блокчейн впервые появился в 2009 г. как технология, на которой основана цифровая валюта биткойн, остающаяся самым известным примером его работы. Этому событию годом ранее предшествовала публикация научной статьи «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System» под псевдонимом Satoshi Nakamoto [13], в которой биткойн рассматривается как «цепочка цифровых подписей» [13, с. 2] с описанием сущностных характеристик, а также принципов создания децентрализованной системы денежных расчетов. Несмотря на то, что за прошедшее время криптопространство в значительной степени эволюционировало, криптоиндустрия становится все более институционализированной, а возможности применения технологии выходят далеко за рамки криптовалюты, обозначенные теоретические предпосылки дают целостное представление о существенных связях и закономерностях, присущих данной технологии и проверяемых опытным путем в процессе ее практического внедрения в той или иной экономической отрасли. Приняты во внимание следующие вводные понятия и принципы теории Satoshi Nakamoto: одноранговая (децентрализованная) сеть, цифровая запись хронологической по-

следовательности событий, сетевой узел, канал связи без доверенной стороны, криптографический метод, механизмы условного депонирования, одноранговый распределенный сервер временных меток, цепочка блоков, публичный ключ, механизм консенсуса [13, с. 1–8].

Результаты и обсуждение

Согласно 14-му пятилетнему плану национального экономического и социального развития Китая, блокчейн рассматривается в качестве одного из ключевых секторов цифровой экономики, а его применение к промышленному развитию будет осуществляться в ходе прохождения обозначенной пятилетки. Создание передовой в мире экосистемы способно обеспечить скачкообразное развитие промышленного производства. Подлинность и достоверность всего процесса обмена данными становятся ведущим фактором, влияющим на цифровое развитие.

Технология блокчейн вступила в многоуровневую интеграцию инноваций и бизнес-ориентированной оптимизации, а ее базовая функциональная архитектура стала стабильной, что объясняется достижениями Китая в области развития цифровой экономики в целом, о чем свидетельствует динамика данного процесса за 2005–2021 гг., представленная на рисунке.

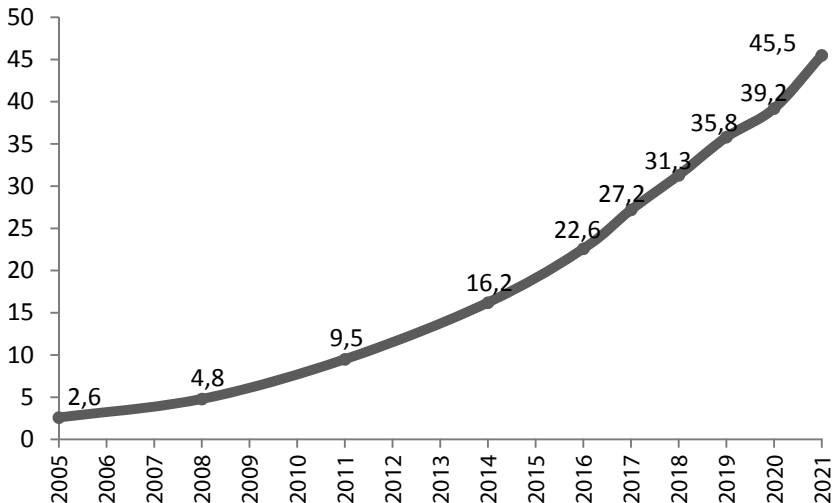


Рис. Динамика развития цифровой экономики Китая за 2005–2021 гг. (трлн юаней)
Источник: разработано автором на основе данных [2, с. 5; 3, с. 5]

В соответствии с представленным графиком общий масштаб цифровой экономики Китая вырос с 2,6 трлн юаней в 2005 г. до 45,5 трлн юаней в 2021 г., при этом с 2016 по 2021 гг. зафиксировано увеличение более чем в два раза. В стране придается большое значение развитию цифровой экономики в целом и цифровой трансформации промышленности в частности.

На территории Китая существует большое количество индустриальных блокчейн-парков¹ в таких городах, как Пекин, Шанхай, Ханчжоу, Гуанчжоу, Чунцин, Циндао, Чанша и др. Образован кластерный эффект Бохайского экономического кольца, в котором доминируют Пекин и провинция Шаньдун. Агрегация проявляется в следующих регионах: Золотой треугольник Янцзы (Дельта реки Янцзы) и Дельта Чжуцзян (Дельта Жемчужной реки). Эффект агрегации Хунань — Гуичжоу — Чунцин отмечается с преобладанием Чунцина и провинции Хунань.

Технология блокчейн разделена на 3 категории: основная, расширенная и вспомогательная. Продолжаются постепенные инновации основной технологии, среди которых ключевыми являются: 1) оптимизация и улучшение одноранговых сетей; 2) создание асинхронных механизмов консенсуса, применимых к реальной производственной среде; 3) разработка новых моделей смарт-контрактов. Техническая оптимизация согласована на национальном уровне для достижения цели «эффективно, безопасно, удобно». Технология блокчейн строит весь процесс обработки данных с низкими затратами, способствует обмену данными и тесному сотрудничеству промышленных субъектов для облегчения цифровой трансформации отрасли. Основа для блокчейн-индустрии — это промышленная цепочка, промышленная среда и промышленная экология. Развитие экосистемы технологии блокчейн с открытым исходным кодом продолжает последовательно осуществляться с помощью таких базовых проектов, как Hyper Chain, FISCO BCOS, ChainMaker, JD Chain, CITA.

Применение блокчейн-технологии в промышленном производстве практически безгранично. Упрощается многоуровневая система, объединяющая производителей, поставщиков и потребителей. Отследить движение огромного количества используемых элементов и механизмов в промышленности традиционным способом не представляется возможным, а блокчейн-технология предлагает инструменты (например, интерактивный журнал активности), обе-

¹ Создано более 30 индустриальных блокчейн-парков в 23 городах и районах Китая к концу 2019 г. [5, с. 13].

спечивающие мониторинг перемещения изделий для достижения контроля производства. Повышаются прозрачность и эффективность цепочек поставок, состоящих из большого количества мелких звеньев (например, поступление сырья для производства¹ и отправка готовой продукции). Обеспечиваются безопасность и качество материалов, надежность оборудования и деталей². Уменьшается риск возврата товаров благодаря коммуникации производителей и конечных потребителей. Расширяется география рынков сбыта продукции. Осуществляется автоматизация документооборота посредством внесения договоренностей между сторонами в смарт-контракт. Блокчейн-индустрия решает и множество других актуальных задач при осуществлении цифровой трансформации промышленности.

Применение технологии блокчейн во многих промышленных отраслях Китая достигло определенного прогресса. В то же время существует много трудностей и проблем, которые ограничивают углубленную разработку его приложений. Во-первых, блокчейн-приложения в основном предназначены для бизнес-альянса, состоящего из нескольких участников. Во-вторых, отсутствует общее планирование децентрализованного аспекта на высшем уровне, вследствие чего различные отраслевые предприятия и регионы разрабатывают собственные приложения, что приводит к повторному созданию платформы (формируются новые «острова данных» и «острова ценностей»), чрезмерным инвестициям и потенциальным рискам, таким как фрагментация бизнеса. В-третьих, система открытых данных нуждается в улучшении, а сценарии многостороннего сотрудничества — в определении объема общих данных и обеспечении их безопасности.

Для завершения цифровой трансформации экономики Китая блокчейн должен взаимодействовать с несколькими технологиями, такими, как: большие данные, облачные вычисления, конфиденциальные вычисления, интернет вещей, искусственный интеллект, «5G + промышленный Интернет». Тенденция к объединению обозначенных технологий актуализируется необходимостью достижения синергии при формировании интегрированного решения для совместного содействия цифровой трансформации.

С постепенным развитием китайской промышленной системы углубляются интеграция и применение различных обозначенных

¹ Обеспечение прозрачности в отношении происхождения сырья.

² Имеется возможность разрешить проблему контрафактных деталей.

технологий, при этом для построения более совершенной рыночной системы распределения большие данные рассматриваются наравне с такими категориями, как труд, земля и капитал [6, с. 6]. В цифровом пространстве данные играют двойственную роль: как основной стратегический ресурс и как ключевой фактор производства. С одной стороны, ценные ресурсы данных являются важной частью производительности и катализаторами, т. к. представляют основу для порождения и развития многих новых отраслей, форматов и моделей цифровой экономики. С другой стороны, отличие больших данных от предыдущих факторов производства заключается в том, что они оказывают мультипликативное воздействие на другие ресурсы, что может увеличивать стоимость, создаваемую привычными факторами (труд, капитал и др.) в цепочке создания ценности различных отраслей. В качестве одного из факторов производства выступают различные методы распределения, такие, как обращение данных, транзакция, капитализация, получили беспрецедентное внимание. После многих лет становления из зарождающегося технологического сектора большие данные стали элементом, ресурсом, движущей силой и концепцией, интегрированной в различные области экономического и социального развития. Интеграция больших данных и блокчейн-технологии способна развить способы обмена и аналитики данных, осуществляя контроль доступа к информации от разных бизнесов. Блокчейн может снизить количество неиспользованных для анализа данных, обеспечив их обмен с большей безопасностью и без значительных инфраструктурных затрат.

Искусственный интеллект активно применяется в обрабатывающей промышленности Китая, снижая стоимость производственных затрат. Взаимодействие таких технологий, как блокчейн и искусственный интеллект (ИИ), способно вывести на совершенно новый уровень использование данных, с которыми каждая в отдельности взаимодействует по-разному. Алгоритмы искусственного интеллекта обрабатывают большие объемы данных и переменных. Блокчейн, в свою очередь, обеспечивает высокий уровень безопасности. Комбинация технологий целесообразна в управлении большими базами данных, при этом объединение способно усовершенствовать архитектуру системы и осуществить резервное копирование ценных конфиденциальных данных. Специализированные проекты, в которых осуществляется объединение обозначенных технологий, становятся основой для децентрализованного ИИ. Искусственный интеллект способен в значительной степени повысить эффективность блокчейн-технологии, а блокчейн — сделать ИИ бо-

лее последовательным и понятным для пользователя. Так как блокчейн может обеспечить запись всех данных и переменных, с которыми работает искусственный интеллект, то это упрощает аудит решений, принимаемых ИИ.

Сочетание технологий блокчейн и интернет вещей (*Internet of things, IoT*) может компенсировать их собственные недостатки, реализовать надежную связь между физическим и цифровым пространством, обеспечив согласованность данных в цепочке и за ее пределами. Устройства IoT могут дополнительно повысить подлинность данных в сети, а также гарантировать, что данные в цепочке тесно связаны со сценарием их применения. Точность и неизменность записей за счет технологии блокчейн обеспечивают достоверность частных данных, безопасность и прозрачность которых обуславливают появление новых идей для решения текущих проблем, с которыми сталкивается интернет вещей, способствуют расширению приложений IoT, открывая новые возможности для поставщиков услуг и потребителей за счет ускорения отраслевой интеграции и инноваций.

Комбинирование технологий блокчейн и облачных вычислений стало неизбежным. Блокчейн имеет определенную сложность в развертывании, использовании и обслуживании данных, что превратилось в практическую проблему, препятствующую развитию данной технологии. В то же время вспомогательные функции, представленные, например, управлением идентификацией, полномочиями, ресурсами, аудитом безопасности, не подходят для полного внедрения в базовую реализацию блокчейн-технологии, но являются ключевыми функциями, которые востребованы в соответствующих приложениях. Применяемый на промышленных предприятиях Китая сервис BaaS (*Blockchain as a Service*) — блокчейн как услуга — основан на облачных вычислениях и реализует технологию за счет интеграции ее нижнего уровня, инструментов разработки, управления смарт-контрактами, автоматизированной эксплуатации и обслуживания, цифровой идентификации, межцепочечных сервисов и других функций, что позволяет заказчику осуществить внедрение всех преимуществ блокчейн-технологии в свои бизнес-процессы. Основные платформы BaaS (такие, как Ant, Tencent, Huawei) имеют возможность поддержки многорежимного развертывания и унифицированного управления несколькими узлами [4, с. 10]. BaaS может значительно снизить стоимость корпоративной разработки использования технологии блокчейн, а также ускорить создание его приложений, способствуя формированию промышленной цифровой платформы для совместной работы.

Конфиденциальные вычисления приобрели особую популярность в эпоху облачных технологий. Интеграция блокчейна и конфиденциальных вычислений обеспечивает безопасность всего процесса циркуляции данных и решение для совместной реализации ценности данных. Данное объединение не только сочетает в себе преимущества обеих технологий, но и решает сложные проблемы, с которыми сталкивается каждая из них. Блокчейн повышает доверие к многосторонним совместным процессам, а конфиденциальные вычисления обеспечивают данные доступностью и невидимостью. Сочетание этих двух факторов дополняет друг друга, что может не только гарантировать проверку, отслеживание и аудит всего процесса обмена данными, но и эффективную защиту данных от утечки. Эти две технологии могут применяться ко всем аспектам деятельности с данными, включая проверку законности их генерации и сбора, обработку данных, разрешение на использование, совместную работу с данными. С постоянным удовлетворением отраслевого спроса на надежный и контролируемый обмен данными блокчейн в сочетании с технологией конфиденциальных вычислений постепенно станет стандартом для обмена данными в различных отраслях промышленности Китая, решая проблемы доверия и конфиденциальности в процессе многостороннего сотрудничества. Платформа конфиденциальных вычислений, основанная на блокчейн-технологии для авторизации и хранения, и блокчейн-система с добавленной функцией конфиденциальных вычислений становятся двумя важными направлениями для сочетания обозначенных технологий цифровой экономики. При их дальнейшей интеграции изменится традиционный централизованный режим агрегации и управления данными, что будет способствовать постепенному развитию распределенного, многоуровневого и ориентированного на рынок обращения данных.

По мере эволюции промышленного Интернета в цифровой, сетевой и интеллектуальный «Интернет ценности» ведущие поставщики услуг технологии блокчейн запустили относительно зрелые платформы его разработки, а также продукты и решения, соответствующие потребностям различных этапов цифровизации. Другие бизнес-модели нацелены на выполнение операций, ориентированных на рынок. В настоящее время сформированы типичные модели блокчейн-приложений, которые соответствуют жестким потребностям различных промышленных отраслей и обеспечивают успешное применение с высокой степенью согласованности данных по всей сети, улучшая цифровые возможности предоставляемых услуг (от-

слеживаемость, аудит, выставление счетов и т. д.). Программа «5G + промышленный Интернет» применяется для подключения к 5G производственных предприятий Китая и его экспериментальных зон.

В настоящее время блокчейн постепенно проник в сельское хозяйство, сельские районы и области. Технология применяется в таких аспектах, как: отслеживание сельскохозяйственной продукции, финансирование сельского хозяйства, целевое сокращение бедности среди фермеров. Блокчейн способствует развитию «умного» сельского хозяйства¹, создавая его цифровую модель и преобразуя традиционные методы производства, что имеет большое значение при построении современной сельскохозяйственной системы для реализации цифрового управления процессами производства, обращения и сбыта товаров. Платформы электронной коммерции Китая (такие, как Tencent, Taobao и JD.com) запустили стратегии поддержки цифрового сельского хозяйства с помощью блокчейн-технологии.

Цифровые технологии могут быть глубоко интегрированы с отраслями, деятельность которых сопряжена с высоким энергопотреблением и соответственно выбросами парниковых газов, повышая эффективность использования энергии и ресурсов. С другой стороны, ускорение глобальной цифровой трансформации и увеличение спроса на вычислительные мощности, а также более широкое применение 5G стимулировали на территории Китая активное развитие информационной инфраструктуры, что привело к увеличению спроса на энергию, способствуя дополнительным выбросам углерода. Потребление энергии самим сектором информационно-коммуникационных технологий нельзя игнорировать.

При внедрении в промышленное производство технологии блокчейн необходимо учитывать различные факторы (время, рабочая сила, располагаемые ресурсы) для расширения возможностей инновационной деятельности, оптимизации затрат и прогнозирования контролируемых рисков. В отношении стратегии «двойного углерода» обеспечиваются эффективная координация, надежность и прозрачность управления выбросами. Инкорпорирование блокчейн-технологии в экологические аспекты является всесторонним: расширением стратегии «двойного углерода» посредством вовлечения ESG-принципов, способствует появлению углеродно-отрицательных проектов и устойчивому развитию в целом. Создание системы отслеживания углеродного следа и прозрачного рыночного механизма торговли

¹ Например, в течение трех лет были отобраны 100 лучших марок сельскохозяйственной продукции по происхождению [4, с. 19].

выбросами углерода является мощным способом достижения углеродной нейтральности к 2060 г. Основываясь на таких технических характеристиках, как защита от несанкционированного доступа и отслеживаемость углеродного следа на протяжении всего его жизненного цикла с применением технологии блокчейн (поддержка соответствующих достоверных записей), можно обеспечить более безопасное, эффективное и экономичное решение для торговли выбросами углерода. Опора на достоверные данные о выбросах углерода и торговле квотами может способствовать инновациям в моделях углеродного финансирования за счет формирования углеродного механизма, охватывающего производство и обращение.

На национальном уровне созданы два центра по торговле электроэнергией — в Пекине и Гуанчжоу, которые ответственны в рамках государственной сети и южной энергосистемы. В провинциях организованы внутренние торговые площадки и запущены пилотные программы по спотовой торговле. На уровне города Сучжоу создана цифровая книга углерода посредством внедрения технологии блокчейн с открытым исходным кодом. Эти проекты полностью интегрированы с региональными особенностями. Блокчейн-платформа для торговли зеленой электроэнергией участвует в передаче данных электростанциями о выработке электроэнергии, транзакциях с зеленой электроэнергией и о потреблении электроэнергии всех объектов для достижения прозрачности процессов и обеспечения абсолютного использования экологически чистой электроэнергии. Платформа, запущенная VeChain, может накапливать данные для предприятий, связанные с углеродом, быстро и точно отследить углеродный след, а также оптимизировать весь процесс (от отслеживания до конечного представления). Сервис VeChain Digital Carbon Footprint SaaS — это комплексная масштабируемая платформа, предназначенная для расчетов и отслеживания промышленными предприятиями собственных инициатив по сокращению выбросов углерода относительно всей цепочки создания стоимости. Продукт SaaS для управления углеродной нейтральностью, предложенный Ant Group, — Carbon Matrix [4, с. 25], основан на блокчейн-технологии для достижения открытых и прозрачных процессов (выбросы углерода и их сокращение, клиринг и расчеты, надзор и аудит, соответствующие записи), которые могут быть проверены в любое время.

Текущие углеродные данные по промышленным предприятиям в Китае находятся в цепочке между государственными регулирующими органами, сторонними компаниями по контролю за выбросами, агентствами по торговле квотами и другими социальными

институтами. При этом сформирован реальный и достоверный обмен данными, что обеспечивает наглядную и надежную среду для регулирования выбросов углерода.

Государственная корпорация State Grid, обладающая монопольным положением в сфере транспортировки и реализации электроэнергии на внутреннем рынке Китая, активно исследует модель «блокчейн + торговля выбросами углерода» для управления правами на выбросы и поддержки торговли посредством создания соответствующей надежной платформы. Цель компании — реализовать отслеживаемость всего жизненного цикла торговли выбросами углерода для решения проблемы ее низкой эффективности. Блокчейн-технология может создать надежный эффективный рынок торговли выбросами углерода и соответствующую платформу, а благодаря прозрачному процессу управления углеродными активами и правами на выбросы в режиме реального времени обеспечивается повышение жизнеспособности данного рынка. Гибкая интерактивная модель торговли углеродными активами, совместно разработанная и взаимодействующая с организациями, торговыми учреждениями и правительством, реализует хранение и обмен данными о торговле углеродными квотами от момента приобретения прав на выбросы до проверки транзакций.

Масштабируемость (производительность, выраженная в системных задержках транзакций и низкой пропускной способности) и безопасность по-прежнему являются актуальными проблемами блокчейн-технологии, с которыми сталкиваются ведущие промышленные предприятия Китая при работе с соответствующими приложениями. Механизм управления и обмена данными в цепочке нуждается в совершенствовании, при этом не хватает участников вследствие отсутствия прикладной мощности малого и среднего предпринимательства для эффективного продвижения совместного использования данных и обмена ресурсами между вышестоящими и нижестоящими по цепочке отраслями. Широкомасштабное продвижение технологии должно быть глубоко интегрировано с отраслью, чтобы способствовать ее преобразованию и модернизации, повышению качества и эффективности, а также обеспечить создание новых приращений стоимости в реальном секторе экономики.

Заключение

Вследствие стремительного развития цифровой экономики данные стали ключевым стратегическим ресурсом, влияющим на глобальную инновационную гиперконкуренцию на мировых рынках.

По мере интенсификации развития цифровой экономики Китая соответствующие технологии нового поколения, такие как блокчейн, большие данные, облачные вычисления, интернет вещей, искусственный интеллект, «5G + промышленный Интернет» внедряются в деятельность промышленных предприятий и становятся ведущей силой для реорганизации процессов, ресурсов, факторов производства и структуры экономической системы, обеспечивая цифровую трансформацию промышленности. Интеграция обозначенных новейших технологий обеспечивает снижение операционных издержек, повышение эффективности реального сектора экономики с возможностью достижения углеродной нейтральности и осуществления дальнейшего поиска новых точек роста экономического развития.

Список источников

[1] Time for trust: The trillion-dollar reasons to rethink blockchain. United Kingdom: PwC 2020, October 2020. 22 p.

[2] 中国数字经济发展报告 (Отчет о цифровом экономическом развитии Китая). 北京: 中国信息通信研究院 (Пекин: Китайская академия информационных и коммуникационных технологий), 2022. 40页.

[3] 中国数字经济发展白皮书 (Белая книга о развитии цифровой экономики Китая). 北京: 中国信息通信研究院 (Пекин: Китайская академия информационных и коммуникационных технологий), 2021. 80页.

[4] 区块链白皮书 (Белая книга по блокчейну). 北京: 中国信息通信研究院 (Пекин: Китайская академия информационных и коммуникационных технологий), 2021. 37页.

[5] 区块链白皮书 (Белая книга по блокчейну). 北京: 中国信息通信研究院 (Пекин: Китайская академия информационных и коммуникационных технологий), 2020. 52页.

[6] 大数据白皮书 (Белая книга по большим данным). 北京: 中国信息通信研究院 (Пекин: Китайская академия информационных и коммуникационных технологий), 2021. 52页.

[7] 云计算白皮书 (Белая книга по облачным вычислениям). 北京: 中国信息通信研究院 (Пекин: Китайская академия информационных и коммуникационных технологий), 2022. 41页.

[8] 人工智能生成内容 (AIGC) 白皮书 (Белая книга по контенту, генерируемому искусственным интеллектом (AIGC) (2022)). 北京: 中国信息通信研究院 (Пекин: Китайская академия информационных и коммуникационных технологий), 2022. 58页.

[9] 人工智能白皮书 (Белая книга по искусственному интеллекту). 北京: 中国信息通信研究院 (Пекин: Китайская академия информационных и коммуникационных технологий), 2022. 35页.

[10] 物联网白皮书 (Белая книга по Интернету вещей). 北京: 中国信息通信研究院 (Пекин: Китайская академия информационных и коммуникационных технологий), 2020. 46页.

[11] 中国“5G+工业互联网”发展报告 (Белая книга о развитии «5G + промышленный Интернет» в Китае). 北京: 中国信息通信研究院 (Пекин: Китайская академия информационных и коммуникационных технологий), 2021. 41页.

[12] 数字碳中和白皮书 (Белая книга по цифровой углеродной нейтральности). 北京: 中国信息通信研究院 (Пекин: Китайская академия информационных и коммуникационных технологий), 2021. 64页.

[13] *Nakamoto S.* Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, 2008. 9 p.

Научное издание

**Цифровая трансформация промышленности:
тенденции, управление, стратегии**

Рекомендовано к изданию
Ученым советом Института экономики УрО РАН.
Протокол Ученого совета №17 от 29.11.2022.
Пер. №12(22) (протокол редсовета №5 от 28.11.2022)

Редактор: О.Л. Сафьянова
Компьютерная верстка и дизайн обложки Е.В. Леготиной
В оформлении обложки использовано изображение от
bedneymages на Freerik

Подписано в печать 28.12.2022.
Формат 60х90 1/16. Бумага ВХИ.
Уч.-изд. л. 16. Усл. печ. л. 18,13.
Тираж 35. Заказ № 39

Институт экономики УрО РАН
620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29.

Отпечатано с оригинал-макета
ООО «Типография Уральский Печатный Дом».
620049, г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, д. 45, корп. 8, оф. 1
Тел.: +7 (343) 379-04-99, факс: 379-04-40.
E-mail: uph-ektb@mail.ru.