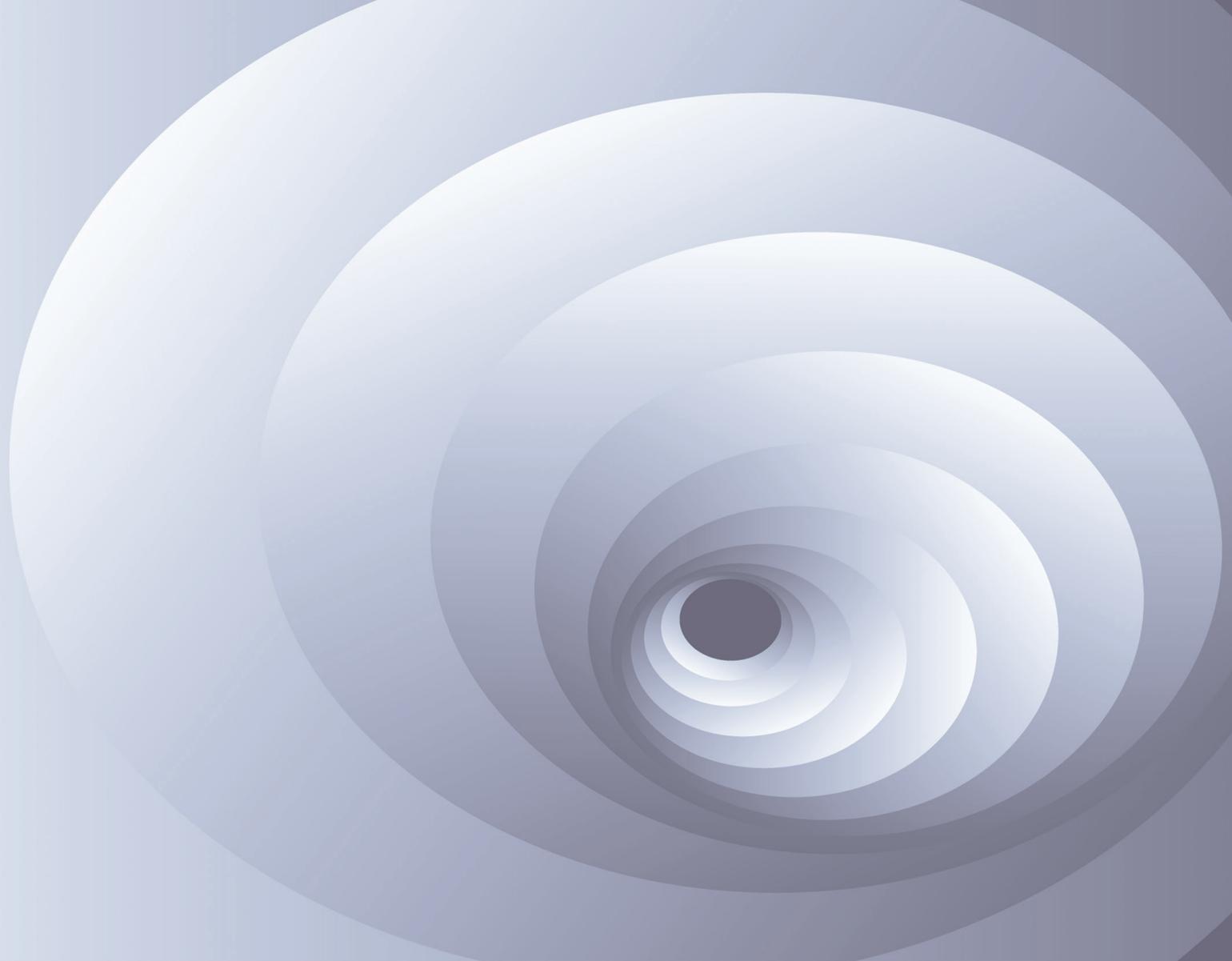




СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

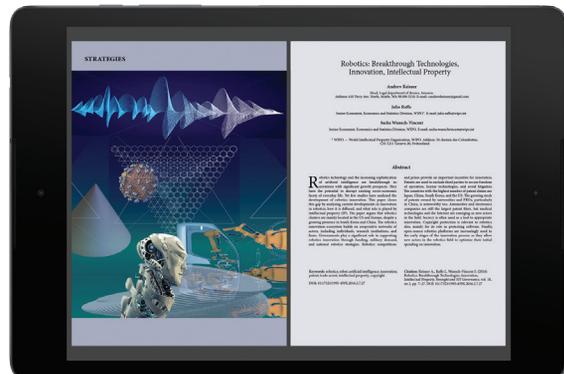
СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ В КОНТЕКСТЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СЛОЖНОСТИ





ФОРСАЙТ

ТЕПЕРЬ ДОСТУПНЕЕ



РЕЙТИНГ ЖУРНАЛА

по импакт-фактору
в Российском индексе
научного цитирования (2019)

- Наукоедение 1
- Организация и управление 1
- Экономика 2

В соответствии с решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ журнал «Форсайт» включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по направлению «Экономика»

*Протокол заседания президиума ВАК
№ 6/6 от 19 февраля 2010 г.*

ПОДПИСКА

Роспечать
80690

Журнал входит
в 1-й квартиль (Q1)
рейтинга Scopus Cite Score
по направлениям:

- Economics, Econometrics and Finance (miscellaneous)
- Decision Sciences (miscellaneous)

«Форсайт» вошел в число победителей открытого конкурса Министерства образования и науки РФ по государственной поддержке программ развития и продвижению российских научных журналов в международное научно-информационное пространство

По итогам экспертизы большого числа российских научных журналов, проведенной компанией Macmillan Science Communication (UK), «Форсайт» вошел в тройку наиболее перспективных изданий

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

WEB OF SCIENCE™
CORE COLLECTION
EMERGING SOURCES
CITATION INDEX

SCOPUS™

RUSSIAN SCIENCE CITATION INDEX
WEB OF SCIENCE

RePEc ProQuest™
Start here.

EBSCO Academic Search Premier

DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

OAJI Open Academic Journals Index .net

ECONSTOR

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

GENAMICS™ JOURNALSEEK

eLIBRARY.RU

CYBERLENINKA

ВИНИТИ

ИЗДАНИЯ ИСИЭЗ

Аналитические
доклады



Статистические сборники



С этими и другими изданиями можно
ознакомиться в интернете или
приобрести в книжных магазинах



Главный редактор Леонид Гохберг (НИУ ВШЭ)

Заместитель главного редактора Александр Соколов (НИУ ВШЭ)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Татьяна Кузнецова (НИУ ВШЭ)

Юрий Симачёв (НИУ ВШЭ)

Дирк Майсснер (НИУ ВШЭ)

Томас Тернер (НИУ ВШЭ)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Андрей Белоусов (Правительство РФ)

Николас Вонортас (Университет Джорджа Вашингтона, США, и НИУ ВШЭ)

Бенуа Годен (Национальный институт научных исследований, Канада)

Фред Голт (Маастрихтский университет, Нидерланды, и Технологический университет Тсване, ЮАР)

Тугрул Дайм (Портлендский государственный университет, США, и НИУ ВШЭ)

Люк Джорджиу (Университет Манчестера, Великобритания)

Алина Зоргнер (Университет Джона Кэбота, Италия, и Кильский институт мировой экономики, Германия)

Криштиану Каньин (Объединенный исследовательский центр Европейской комиссии, Бельгия)

Элиас Караяннис (Университет Джорджа Вашингтона, США)

Майкл Кинэн (ОЭСР, Франция)

Ярослав Кузьминов (НИУ ВШЭ)

Джонатан Кэллоф (Университет Оттавы, Канада, и НИУ ВШЭ)

Лут Лейдесдорфф (Университет Амстердама, Нидерланды)

Кэрол Леонард (Оксфордский университет, Великобритания)

Кеун Ли (Сеульский национальный университет, Корея)

Джонатан Линтон (Университет Шеффилда, Великобритания, и НИУ ВШЭ)

Йен Майлс (Университет Манчестера, Великобритания, и НИУ ВШЭ)

Сандро Мендонса (Университет Лиссабона, Португалия)

Ронпин Му (Институт политики и управления, Китайская академия наук)

Вольфганг Полт (Университет прикладных наук Йоаннеум, Австрия)

Озчан Саритас (НИУ ВШЭ)

Марио Сервантес (ОЭСР, Франция)

Анджела Уилкинсон (Всемирный энергетический совет и Оксфордский университет, Великобритания)

Фред Филлипс (Университет Нью-Мексико и Университет штата Нью-Йорк в Стоуни-Брук, США)

Тед Фуллер (Университет Линкольна, Великобритания)

Аттила Хаваш (Институт экономики, Венгерская академия наук)

Карел Хагеман (Объединенный исследовательский центр Европейской комиссии, Бельгия)

Александр Чепуренко (НИУ ВШЭ)

Филип Шапира (Университет Манчестера, Великобритания, и Технологический университет Джорджии, США)

Клаус Шух (Центр социальных инноваций, Австрия)

Чарльз Эдквист (Университет Лунда, Швеция)

РЕДАКЦИЯ

Ответственный редактор

Марина Бойкова

Менеджер по развитию

Наталья Гавриличева

Литературные редакторы

Яков Охонько, Кейтлин Монтгомери

Корректор

Екатерина Малеванная

Художник

Мария Зальцман

Верстка

Михаил Салазкин

Учредитель

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Свидетельство о регистрации

ПИ № ФС 77-68124 от 27.12.2016 г.

Тираж 500 экз.

Заказ 0000

Отпечатано в АО «Первая Образцовая типография»
Филиал «Чеховский Печатный Двор»
142300, Московская обл., г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1
www.chpd.ru, e-mail: sales@chpd.ru, тел.: 8 (499) 270-73-59

© Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», 2007–2020

FORESIGHT AND STI GOVERNANCE

Foresight and STI Governance (formerly *Foresight-Russia*) — an international journal established by the National Research University Higher School of Economics (HSE) and administered by the HSE Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge (ISSEK), located in Moscow, Russia. The mission of the journal is to support the creation of Foresight culture through dissemination of the best national and international practices of future-oriented innovation development. It also provides a framework for discussing S&T trends and policies. Topics covered include:

- Foresight methods
- Results of Foresight studies
- Long-term priorities for social, economic and S&T development
- S&T and innovation trends and indicators
- S&T and innovation policies
- Strategic programmes of innovation development at national, regional, sectoral and corporate levels
- State-of-the-art methods and best practices of S&T analysis and Foresight.

The target audience of the journal comprises research scholars, university professors, policy-makers, businessmen, expert community, post-graduates, undergraduates and others who are interested in S&T and innovation analyses, Foresight and policy issues.

The thematic coverage of the journal makes it a unique title in its field. *Foresight and STI Governance* is published quarterly and distributed in Russia and abroad.

***Foresight and STI Governance* is ranked in the 1st quartile (Q1) of the Scopus Cite Score Rank in the fields:**

- **Economics, Econometrics and Finance** (miscellaneous)
- **Decision Sciences** (miscellaneous)

INDEXING AND ABSTRACTING



Leonid Gokhberg, Editor-in-Chief, First Vice-Rector, HSE, and Director, ISSEK, HSE, Russian Federation

Alexander Sokolov, Deputy Editor-in-Chief, HSE, Russian Federation

EDITORIAL COUNCIL

Andrey Belousov, Government of the Russian Federation
 Cristiano Cagnin, EU Joint Research Centre, Belgium
 Jonathan Calof, University of Ottawa, Canada, and HSE, Russian Federation
 Elias Carayannis, George Washington University, United States
 Mario Cervantes, OECD
 Alexander Chepurenskiy, HSE, Russian Federation
 Tugrul Daim, Portland State University, United States, and HSE, Russian Federation
 Charles Edquist, Lund University, Sweden
 Ted Fuller, University of Lincoln, United Kingdom
 Fred Gault, Maastricht University, Netherlands, and Tshwane University of Technology, South Africa
 Luke Georghiou, University of Manchester, United Kingdom
 Benoit Godin, Institut national de la recherche scientifique (INRS), Canada
 Karel Haegeman, EU Joint Research Centre, Belgium
 Attila Havas, Hungarian Academy of Sciences, Hungary
 Michael Keenan, OECD, France
 Yaroslav Kuzminov, HSE, Russian Federation
 Keun Lee, Seoul National University, Korea
 Loet Leydesdorff, University of Amsterdam, Netherlands
 Carol S. Leonard, University of Oxford, United Kingdom
 Jonathan Linton, University of Sheffield, United Kingdom, and HSE, Russian Federation
 Sandro Mendonca, Lisbon University, Portugal
 Ian Miles, University of Manchester, United Kingdom, and HSE, Russian Federation
 Rongping Mu, Institute of Policy and Management, Chinese Academy of Sciences, China
 Fred Phillips, University of New Mexico and Stony Brook University – State University of New York, United States
 Wolfgang Polt, Joanneum Research, Austria
 Ozcan Saritas, HSE, Russian Federation
 Klaus Schuch, Centre for Social Innovation, Austria
 Philip Shapira, University of Manchester, UK, and Georgia Institute of Technology, United States
 Alina Sorgher, John Cabot University, Italy, and Kiel Institute for the World Economy, Germany
 Nicholas Vonortas, George Washington University, United States, and HSE, Russian Federation
 Angela Wilkinson, World Energy Council and University of Oxford, United Kingdom

EDITORIAL BOARD

Tatiana Kuznetsova, HSE, Russian Federation
 Dirk Meissner, HSE, Russian Federation
 Yury Simachev, HSE, Russian Federation
 Thomas Thurner, HSE, Russian Federation

EDITORIAL TEAM

Executive Editor — Marina Boykova
 Development Manager — Natalia Gavrilicheva
 Literary Editors — Yakov Okhonko, Caitlin Montgomery
 Proofreader — Ekaterina Malevannaya
 Designer — Mariya Salzmann
 Layout — Mikhail Salazkin

Address: National Research University Higher School of Economics
 20 Myasnitskaya str., 101000 Moscow, Russia
 Tel: +7 (495) 621-40-38 E-mail: foresight-journal@hse.ru
 Web: <https://foresight-journal.hse.ru/en/>

СОДЕРЖАНИЕ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК «СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ В КОНТЕКСТЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СЛОЖНОСТИ»

ОТ РЕДАКЦИИ

Системный подход как основа стратегического управления

Вступительная статья редактора специального выпуска

Елена Князева

6

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ФОРСАЙТ

Технологический Форсайт и сбалансированное инновационное развитие с точки зрения сложных динамических систем

Клаус Майнцер

10

Неопределенность, знания и варианты будущего в Форсайт-исследованиях (на примере Индустрии 4.0)

Анджей Магрук

20

Стратегии управления динамической сложностью

Елена Князева

34

НОВЫЕ БИЗНЕС-МОДЕЛИ

Системные преобразования для бизнеса в контексте перехода к экономике замкнутого цикла

Ханс Висмет

47

Индустрия 4.0 как фактор конкурентоспособности компаний в условиях постпереходной экономики

Марта Гёти, Барбара Янковска

61

СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Кооперационные стратегии предприятий в эпоху открытых инноваций: пространственные и временные аспекты

Валерия Власова, Виталий Рудь

80

Открытая наука и открытые инновации: новые возможности для стран с переходной экономикой

Селма Летиция Капинзаики Оттоникар, Палома Марин Аррайса, Фабиано Армеллини

95

Модель «всеобщего выигрыша» как комплексный ответ на вызовы корпоративного управления в сетевом обществе

Владимир Миловидов

112

CONTENTS

SPECIAL ISSUE “STRATEGIC MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF DYNAMIC COMPLEXITY”

EDITORIAL

System Theory Approach as a Basis of Strategic Management

Introductory article by the editor of the special issue

Helena Knyazeva

6

STRATEGIC FORESIGHT

Technology Foresight and Sustainable Innovation Development in the Complex Dynamical Systems View

Klaus Mainzer

10

Uncertainties, Knowledge, and Futures in Foresight Studies — A Case of the Industry 4.0

Andrzej Magruk

20

Strategies of Dynamic Complexity Management

Helena Knyazeva

34

NEW BUSINESS MODELS

Systemic Change: The Complexity of Business in a Circular Economy

Hans Wiesmeth

47

Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post- Transition Economy

Marta Götz, Barbara Jankowska

61

NETWORKING

Cooperative Strategies in the Age of Open Innovation: Choice of Partners, Geography and Duration

Valeriya Vlasova, Vitaliy Roud

80

Opening Science and Innovation: Opportunities for Emerging Economies

Selma Leticia Capinzaiki Ottonicar, Paloma Marin Arraiza, Fabiano Armellini

95

The “Linked Prosperity” Model as an Integrated Response to Corporate Management Challenges in a Network Society

Vladimir Milovidov

112

Системный подход как основа стратегического управления

Елена Князева

Профессор, Школа философии, hknyazeva@hse.ru

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, ул. Мясницкая, 20

Аннотация

Во вступительной статье к специальному выпуску «Стратегическое управление в контексте динамической сложности» показано, что модели и представления теории сложных систем становятся наиболее релевантной, базирующейся на научном знании основой, которая позволяет отвечать на вызовы современности. Процессы социального и экономического развития усложняются неопределенностью, турбулентностью и другими подобными явлениями.

Цифровизация, становление Индустрии 4.0 меняют экономический контекст, возрастает значимость сетевых структур, появляются новые экологические нормативы в рамках модели экономики замкнутого цикла, что требует изменения подходов к стратегическому управлению. Безусловные преимущества получают игроки, которые встраивают в свою стратегию принципы системного, целостного и нелинейного мышления.

Ключевые слова: нелинейная динамика; сложные системы; стратегическое управление; сценарное планирование; форсайт; цифровизация; долгосрочные стратегии

Цитирование: Князева Е. (2020) Системный подход как основа стратегического управления // Форсайт. Т. 14. № 4. С. 6–8. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.6.8

Усложняющийся контекст и новые модели развития требуют многоуровневых систем управления, соответствующих им по уровню сложности. Только при этом условии, согласно принципу Конанта–Эшби, регулятор любой системы будет достаточно надежным. Многообразие элементов позволяет сложной динамичной системе сохранить устойчивость, адаптивность и возможность многовариантного развития [Ashby, 1956]. Рычаги управления должны быть достаточно гибкими, разнообразными и сложными, чтобы не ограничивать систему, а обеспечивать возможности для движения вперед.

В настоящем специальном выпуске обсуждаются значимые аспекты теории сложных саморазвивающихся систем, способные обогатить подходы к стратегическому управлению, форсайту и сценарному планированию для соответствия текущим и возникающим вызовам.

Предположение о том, что вложенные управленческие усилия прямо пропорциональны полученным результатам (концепция линейного управления), в со-

временном контексте чаще всего не подтверждается практикой. Развитие экономики, финансовой, предпринимательской и социально-культурной сфер усложняется, приобретает нелинейный характер, сопровождается неопределенностью, возникновением экстраординарных явлений, прохождением особых точек — сингулярностей, после которых его траектория радикально меняется. Методы проб и ошибок, экстраполяции (эмпирического проецирования от текущего положения вещей) в подобных условиях оказываются малорезультативными. Новый уровень эффективности может предложить теория систем с фокусом на понимании сложных самоорганизующихся структур и закономерностей их эволюции.

В экономических и социальных науках активно применяются методы математики (теории игр и графов, нелинейное программирование, динамический анализ и т. д.) и информатики (*computer science*). Математический инструментарий находит новое применение не только в экономике, но и в социологии, истории, теории социальной организации и управле-

ния, других областях. Помимо статистического описания или вероятностной оценки он обеспечивает возможность имитационного моделирования, понимания коммуникативных сетей со сложными взаимосвязями и их потенциальных эффектов [Mainzer, 2017]. В историческом анализе активно практикуется клиодинамика, позволяющая изучать ретроспективные процессы с позиций возможных альтернативных сценариев развития стран и секторов на основе мир-системного подхода [Wallerstein, 2018].

Распространение информационных и цифровых технологий привело к появлению новой экономической модели — Индустрии 4.0. Ее основные аспекты — киберфизические системы, интернет вещей, «умные» города, инфраструктуры и т. п. — также можно рассматривать с точки зрения динамической сложности. Этот принцип хорошо работает и в другой приоритетной сегодня области — расширенной экологической перспективе, выходящей за рамки отношений человека с природой. Теория систем раскрывает закономерности коэволюции, устойчивого взаимосогласованного и сбалансированного развития окружающей среды в самых разных масштабах. В настоящее время наблюдается переход к созданию безотходных производств и экономике замкнутого цикла [Wiesmeth, 2020].

Этому способствуют активно развивающиеся междисциплинарные исследования в науке о сетях (*network science*), ранее связанные с кибернетикой, теорией систем и системным анализом [Barabási, 2014, 2018]. Сетевые партнерства обеспечивают неоспоримое преимущество в организации экономики и сообществ по сравнению с прежними иерархическими структурами, так как создают потенциал для синергии за счет объединения всевозможных ресурсов участников. Умная модель развития охватывает все более широкий спектр направлений, включая транспортную и городскую инфраструктуру, здравоохранение, энергетику и др. Интеллектуальные сети энергоснабжения ориентируются на использование возобновляемых источников и перераспределение энергии в сетях. Оценка сложных социально-технологических систем требует междисциплинарных подходов, синтезирующих естественнонаучные, технические, социальные и гуманитарные компетенции. Научно-технологический прогресс целесообразно рассматривать с позиции универсального селекционизма. Процессы, связанные с Индустрией 4.0, во многом напоминают биологическую эволюцию: инновации играют роль мутаций, рынки осуществляют отбор, а социальные институты определяют развитие трендов аналогично тому, как экологическая обстановка детерминирует вектор природных и климатических изменений. Неопределенность задает вариативность процессов, альтернативные траектории развития которых все больше расходятся по мере отдаления временного горизонта. Возникают разные сценарии, которые могут существенно отличаться от базового варианта течения событий. Отмеченные процессы раскрываются в работе Клауса Майнцера (Klaus Mainzer) «Технологический Форсайт и сбалансированное инновационное развитие с точки зрения сложных динамических систем».

В логике нелинейного мышления неопределенность рассматривается как потенциальный актив для стратегического управления. Наряду со случайностью ее неправомерно трактовать лишь как форму незнания. Оба упомянутых фактора — естественные свойства большинства реальных процессов, они не могут быть полностью устранены. Следовательно, не стоит полагать, что неопределенность можно преодолеть одним только усовершенствованием инструментов исследования и конструирования сценариев развития. Существует возможность установить корреляцию между ее величиной и разными видами будущего, прорабатываемыми в сценариях. Способам эффективной работы с нечеткостью перспектив на пути к предпочтительному будущему посвящена статья Анджея Магрука (Andrzej Magruk) «Неопределенность, знания и варианты будущего в Форсайт-исследованиях (на примере Индустрии 4.0)».

Новые знания из области «науки о сложности» меняют сложившиеся представления о процессах развития, сопровождающихся неопределенностью, неустойчивостью, неоднозначностью. Неравновесные состояния начинают восприниматься по-новому — как источники созидательного потенциала и обогащенный «материал» для проектирования альтернативных картин будущего. В работе Елены Князевой «Стратегии управления динамической сложностью» на примере энергетического сектора демонстрируется, каким образом умелое управление сложностью, опирающееся на целостное мышление, позволяет безболезненно проходить кризисы, развилки, турбулентности и выходить на желаемые траектории развития.

Получают распространение инновационные модели и типы производства замкнутого цикла, ориентированные на сохранение окружающей среды, отвечающие более высоким экологическим стандартам. Одним из ключевых направлений в этом процессе является модель экономики замкнутого цикла, подразумевающая введение использованных товаров в повторный оборот вместо утилизации за счет новых технологий и креативного экологического дизайна. Базовые тенденции в данной сфере освещаются в публикации Ханса Висмета (Hans Wiesmeth) «Системные преобразования для бизнеса в контексте перехода к экономике замкнутого цикла». Автор представляет неочевидные барьеры для распространения новой модели, такие как инерционные линейные схемы ведения производств, создающие «эффект колеи» и ограничивающие возможности для развития. Раскрыты сложные многослойные причинно-следственные связи, затрудняющие переход к безотходной экономике, драйвером которой выступает бизнес, основанный на принципах социальной и экологической ответственности.

Внедрение цифровых технологий увеличивает неопределенность и сложность в развитии любого сектора. Возникают новые стандарты, требующие разработки персонализированной продукции (предпочтительно с использованием мощностей локальных производств) и ускорения ее доставки. В результате усложняются производственные сети, растет число взаимосвязей между их узлами. Отношения акторов

становятся все более нелинейными. В одних случаях возникает эффект синергии, в других связи ослабевают. Деятельность в подобных условиях требует гибкого, ситуационно адаптированного управления и формирования соответствующих стратегий. В статье **Марты Гётц** (Marta Götz) и **Барбары Янковской** (Barbara Jankowska) «Индустрия 4.0 как фактор конкурентоспособности компаний в условиях постпереходной экономики» показано, каким образом компании, быстрее других перешедшие на рельсы цифровой экономики, трансформируют свои и смежные отрасли. Значимую роль при этом играют согласованное, координируемое взаимодействие топ-менеджеров с руководителями служб информационных технологий и ориентация на целостное мышление, что позволяет выстроить эффективную сеть производителей, поставщиков, других партнеров и потребителей. Подобные связи важны в формировании отношений между университетами и промышленными компаниями, создающими основу для трансляции новых знаний и их преобразования в технологические инновации.

Успех бизнеса все сильнее зависит от построения сетей кооперации между предприятиями, поставщиками и клиентами. Масштабы и продолжительность партнерства по обмену знаниями (на регулярной, систематической либо эпизодической основе) определяются теми или иными условиями и позиционированием на рынке конкретной отрасли или предприятия. Все звенья сетевых структур заинтересованы в инновациях, и их функционирование вписывается в «открытую модель». В публикации **Виталия Рудя** и **Валерии Власовой** «Кооперационные стратегии предприятий в эпоху открытых инноваций: пространственные и временные аспекты» подчеркивается, что нелинейный характер сетевого открытого кооперативного взаимодействия стимулирует появление инноваций в отдельных узлах и сетевой структуре в целом.

Вслед за медициной вся наука, включая университетскую, переходит на трансляционный принцип, предпо-

лагающий ускоренную конвертацию знаний в технологические и иные инновации. Формируется треугольник «наука – образование – бизнес», в рамках которого складывается взаимовыгодное партнерство с синергетическим потенциалом. Востребованность полученных вузовской наукой знаний в бизнесе и обществе порождает эффект обратной связи со стороны последних в виде предоставления дополнительной поддержки для развития университетских исследований и образовательных программ. Одновременно внедрение научно обоснованных инноваций в компаниях повышает их конкурентоспособность, что отражено в работе **Сельмы Оттоникар** (Selma Ottonicar), **Паломы Аррайса** (Paloma Arraiza) и **Фабиано Армеллини** (Fabiano Armellini) «Открытая наука и открытые инновации: новые возможности для стран с переходной экономикой».

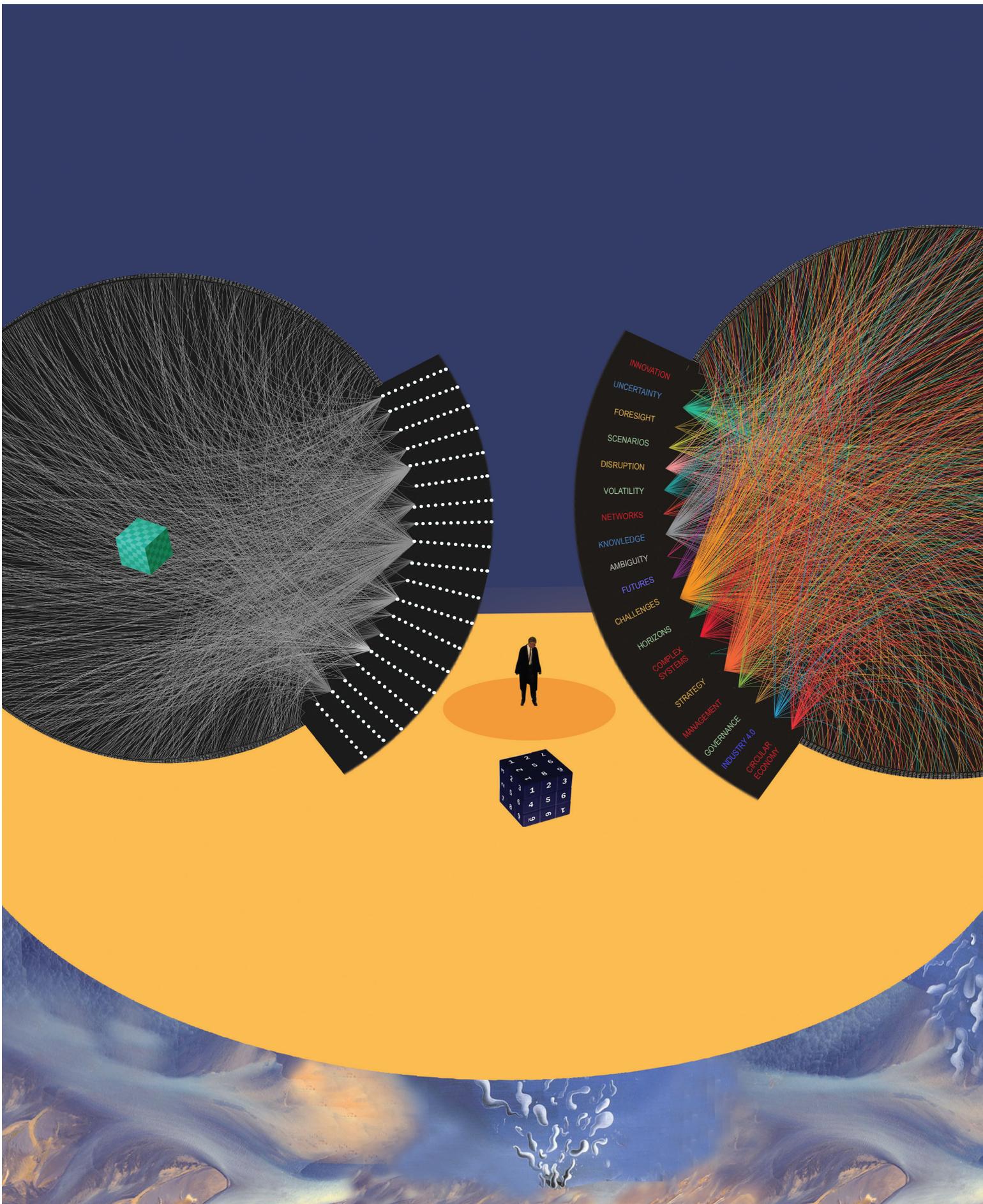
Сетевая модель взаимодействия, укоренившаяся в современном контексте [Castells, 2015], получает развитие в статье **Владимира Миловичева** «Модель “всеобщего выигрыша” как комплексный ответ на вызовы корпоративного управления в сетевом обществе». Горизонтальные, децентрализованные связи между индивидами, компаниями разного масштаба становятся не менее значимыми, чем иерархические структуры. Встроенность предприятий в подобную среду также имеет сетевое измерение. От их деятельности, в том числе экологической и социальной ответственности, зависит будущее региона, в котором они базируются. В соответствии с принципом взаимного влияния системы и окружающего контекста [Casper, 2019] создаваемая компанией среда становится определяющим фактором для ее дальнейшего развития.

Таким образом, представленные в предлагаемом вниманию читателя специальном выпуске исследования демонстрируют применимость принципов системного, холистического, нелинейного, сетевого мышления в качестве эффективных инструментов стратегического управления, Форсайта и сценарного планирования.

Библиография

- Ashby W.R. (1956) An introduction to cybernetics. New York: Wiley.
- Barabási A.-L. (2014) Linked. How Everything Is Connected to Everything Else and What It Means for Business, Science, and Everyday Life. New York: Basic Books.
- Barabási A.-L. (2018) Formula: The Universal Laws of Success. New York: Little, Brown and Company.
- Casper M.-O. (2019) Social Enactivism: On Situating High-level Cognitive States and Processes. Berlin: De Gruyter.
- Castells M. (2015) Networks of Outrage and Hope: Social Movements in the Internet Age (2nd ed.). Cambridge (UK), Malden, MA: Polity Press.
- Mainzer K. (2017) The Digital and the Real World: Computational Foundations of Mathematics, Science, Technology, and Philosophy. Singapore: World Scientific.
- Wallerstein I.M. (2018) Chaotic Uncertainty: Reflections on Islam, the Middle East and the World System. Gaithersburg, MD: Kopernik Publishing.
- Wiesmeth H. (2020) Implementing the Circular Economy for Sustainable Development. Amsterdam: Elsevier.

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ФОРСАЙТ



Технологический Форсайт и сбалансированное инновационное развитие с точки зрения сложных динамических систем

Клаус Майнцер

Профессор^{а,b}; президент^с, mainzer@tum.de

^а Мюнхенский технический университет (Technical University of Munich), Германия, Arcisstraße 21, 80333 München, Germany

^б Исследовательский центр им. Карла-Фридриха фон Вайцзекера (Carl Friedrich von Weizsäcker Center) Тюбингенского университета им. Эберхарда Карлса (Eberhard Karls University Tübingen), Германия, Geschwister-Schöll-Platz, 72074 Tübingen, Germany

^с Европейская академия наук и искусств (European Academy of Sciences and Arts), Австрия, Sankt-Peter-Bezirk 10, 5020 Salzburg, Austria

Аннотация

Информационные и коммуникационные технологии, трансформируя большинство областей, развиваются по нелинейным закономерностям. Игнорирование нелинейных принципов сложных динамических систем блокирует разработку стратегий сбалансированного инновационного развития. Компании и государства лишаются возможности эффективно отвечать на «большие вызовы». Линейная логика не позволяет охватить одновременно широкий спектр критически важных областей в Форсайт-проектах, внедрять междисциплинарный подход к разработке инновационных стратегий, правильно оценивать риски и принимать взвешенные решения.

В статье предлагается решение — управление на основе киберфизических систем (КФС), которые работают по принципам динамической сложности и нелинейности. Они не просто интегрируют компьютерные вычисления с физическими действиями, но

встроены в повседневную реальность, являя собой нечто большее, чем совокупность интеллектуальных вычислительных устройств. КФС трансформируются в коллективные социальные системы и интегрируют информационные, энергетические и материальные потоки, адаптируются к физическим процессам.

КФС создают основу для устойчивой информационной инфраструктуры и, как следствие, предпосылки для наращивания инновационного потенциала компании, региона, страны. Они позволяют анализировать все этапы инновационного проекта одновременно с технической и организационной точек зрения, охватывать всевозможные социальные последствия и вызовы, фиксировать неожиданные перспективные направления. КФС обладают децентрализованной структурой, что позволяет с их помощью решать сложные задачи, управлять в реальном времени большими и сложными структурами, такими как электроэнергетика, транспорт, «умный город», здравоохранение и др.

Ключевые слова: социотехнологические системы; инновационные стратегии; Форсайт; сложные динамические системы; междисциплинарность; управление сложными структурами; киберфизические системы

Цитирование: Mainzer K. (2020) Technology Foresight and Sustainable Innovation Development in the Complex Dynamical Systems View. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 10–19. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.10.19

Technology Foresight and Sustainable Innovation Development in the Complex Dynamical Systems View

Klaus Mainzer

Professor^{a,b}; and President^c, mainzer@tum.de

^a Technical University of Munich, Arcisstraße 21, 80333 München, Germany

^b Carl Friedrich von Weizsäcker Center, Eberhard Karls University Tübingen, Geschwister-Scholl-Platz, 72074 Tübingen, Germany

^c European Academy of Sciences and Arts, Sankt-Peter-Bezirk 10, 5020 Salzburg, Austria

Abstract

Information and communication technologies (ICT) which are transforming most areas develop non-linearly. Failure to take into account the nonlinear principles of complex dynamic systems hinders development of balanced innovation strategies. Companies and governments lose the ability to effectively respond to “grand challenges”. The linear approach does not allow covering a wide range of critical areas simultaneously in the scope of Foresight projects, prevents from applying an interdisciplinary approach to developing innovation strategies, correct risks assessment, and making informed decisions.

The paper proposes a solution: management based on “cyber-physical systems” (CPS) built on dynamic complexity and nonlinearity principles. Such systems not only integrate computing and physical action but are embedded in

everyday environment; they are more than the sum of multiple intelligent computing devices. CPS transforms into collective social systems, integrate information, energy, and material flows, and adapt to physical processes.

Cyber-physical systems can offer a sustainable information infrastructure which serves as a prerequisite for building up the innovation potential of a company, region, or country. They make it possible to analyse all stages of an innovation project from the technical and organisational points of view simultaneously, cover all possible social consequences and challenges, and identify unexpected promising developments. CPS have a decentralised structure which allows to solve complex problems and manage large and complex structures in real time, such as an energy grid, transport, smart city, healthcare, etc.

Keywords: socio-technical systems; innovation strategies; foresight; complex dynamic systems; inter-disciplinary approach; management of complex structures; cyber-physical systems

Citation: Mainzer K. (2020) Technology Foresight and Sustainable Innovation Development in the Complex Dynamical Systems View. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 10–19. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.10.19

В прошлом корпоративные стратегии исходили из предположения, что развитие цифровых технологий определяется экспоненциальными закономерностями. Это касается наращивания вычислительных мощностей, емкости систем хранения данных, снижения размера и стоимости устройств, повышения их эффективности и т. д. Считалось, что для достижения экономического успеха достаточным условием будет гибкая адаптация к подобной динамике.

Однако история показывает, что технологическое развитие никогда не подчинялось жестким закономерностям. Из возникающих инновационных импульсов зачастую «вырастали» непредвиденные направления. В середине прошлого века разработчики в сфере информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) фокусировались на создании мощных, но немногочисленных компьютеров (мэйнфреймов). Затем появились динамичные стартапы, стратегия которых заключалась в налаживании массового производства небольших персональных компьютеров, в итоге быстро распространившихся по всему миру¹. Появление интернета в его нынешней версии как основы глобальных коммуникаций также изначально не входило в планы военных инженеров, создававших сети связи для оперативного реагирования в случае ядерного удара. То же самое можно сказать о развитии технологий смартфонов и производящих их компаний. В настоящий момент по-прежнему отсутствуют представления, какие идеи для развития могут появиться в ближайшие десятилетия и какие из современных тенденций они могут подорвать. Научно-технологический прогресс имеет определенное сходство с биологической эволюцией [Nelson, Winter, 1982; Nelson, 2018]. В такой системе инновации играют роль мутаций, рынки осуществляют отбор, а социальные институты определяют развитие трендов аналогично тому, как экологическая обстановка задает условия эволюции. Тем не менее ее алгоритмы в течение миллионов лет оставались «слепыми», в то время как человек, осознающий ход технологического развития, способен целенаправленно контролировать тенденции и влиять на них, по крайней мере на коротких интервалах. В свою очередь образы будущего определяют цели и устремления людей и через осознание причинно-следственных связей — направления дальнейшего развития. Это можно назвать «нормативным эффектом реальности» (*normative force of the factual*) [Bezemek, 2019]. Другими словами, у любого представления о перспективах технологического развития могут появиться убежденные сторонники. Если в их числе окажутся руководители ведущих компаний и исследовательских центров, соответствующий тренд с высокой долей вероятности будет реализован. Таким образом, прогноз становится фактической реальностью — «само-

исполняющимся пророчеством» [King, 1973; Pop, 2015; Biggs, 2017].

История эволюции свидетельствует, что, несмотря на фундаментальные «детерминистические» законы, существуют возможности для воплощения разнообразных сценариев, однако лишь некоторые становятся реальностью. Соответственно сами законы природы предусматривают «открытость» будущего, и правильнее говорить не о каком-то конкретном «будущем» (*future*), а о «вариантах будущего» (*futures*) [Glenn, Gordon, 2009; Ringland, 2010; Godet, Roubelat, 1996; van der Heijden, 1996]. Изменения экономических, экологических и социальных условий, а также самого технологического ландшафта влияют на вектор его дальнейшего развития. При создании новых разработок следует применять подход, известный как технологический дизайн (*technological design*)².

Сценарное планирование и метод Дельфи в корпоративных стратегиях

Технологии работы с большими данными, основанные на алгоритмах, обеспечивают количественную составляющую оценки будущего, тогда как сценарное планирование и метод Дельфи отвечают за ее «качественный» аспект. В отличие от прогнозов, они не предназначены для точного «расчета» будущего, но дают представление о том, как могут развиваться события. Сценарные методы исходят из глубокого и всеохватного понимания событий и опираются на знания, опыт и интуицию экспертов, оценивающих возможные варианты будущего [Häder, 2002]. Сценарии описывают будущий контекст в виде гипотез, анализ которых позволяет выявлять причинно-следственные логические связи, возможные последствия и квалифицировать альтернативные варианты по степени их предпочтительности. Отправной точкой служит изучение настоящего и прошлого с опорой на эмпирические данные. Затем формируется базовый сценарий, предполагающий экстраполяцию в будущее (при допущении сохранения определенных ограничений). По мере формулирования предположений, что те или иные условия будут меняться, возникают альтернативные сценарии, которые по мере отдаления от текущего момента будут отличаться от базового варианта все существеннее. В текущем моменте образуется своего рода воронка, которая постепенно расширяется вокруг временной оси базового сценария. На ее периферии располагаются как положительные, так и отрицательные экстремальные сценарии.

Сказанное можно проследить на примере сценариев для энергетики. Большинство прогнозов исходят из того, что спрос на традиционные энергоносители сохранится в ближайшие десятилетия, а предметом оценки

¹ См., например: <https://newsroom.intel.com/editorials/pc-evolution-from-mainframe-to-perceptual-computing/#gs.gqgpqe>, дата обращения 26.09.2020.

² Технологический дизайн — подход, применяемый при создании большинства новейших технологий. Как и научное исследование, он строится на фактологической и доказательной базах, предполагает определенную последовательность шагов для решения проблем или ответа на вопрос. Этапы технологического дизайна включают: идентификацию проблемы, ее исследование, выработку возможных решений, выбор лучшего решения, создание модели, ее тестирование, совершенствование и повторное тестирование модели при необходимости, принятие итогового решения. Подробнее см., например, [Berg, 1998].

вариативных возможностей развития выступают альтернативные источники энергии. На этой основе оцениваются различные варианты дальнейших событий в зависимости от тех или иных политических решений.

Другой широко распространенный инструмент экспертной оценки возможной динамики событий — метод Дельфи [Glenn, Gordon, 2009; Häder, 2002]. В отличие от сценарного подхода, Дельфи предполагает сбор и итеративную обработку мнений большого числа экспертов с последующей выработкой определенного консолидированного представления о будущем. Дельфи используется ведомствами и исследовательскими центрами для обоснования решений об инвестициях в перспективные инновации. Знания, опыт, идеи и мнения экспертов проходят сквозь череду итераций. На выходе формируется единое согласованное видение будущего или набор реалистичных альтернативных его вариантов. Заказчики получают рекомендации по стратегии реализации проекта. Эффективность данного метода зависит от квалификации экспертов, их способности к междисциплинарному взаимодействию. Трудности обычно не возникают, если обсуждаются тенденции в рамках той или иной области. Однако они появляются, когда необходимо предпринять комплексную, междисциплинарную оценку сложной социотехнологической системы, такой как «умный город».

При строительстве инфраструктурных объектов, включая электростанции, аэропорты, транспортные развязки, системы безопасности, прежде всего опираются на мнения инженеров. Однако для оценки того, как новые объекты повлияют на качество жизни населения, насколько удобно ими пользоваться, необходимо подключать специалистов из других сфер, в частности социологов. Не менее важны прямой диалог с заинтересованной общественностью, ее вовлечение в принятие решений. Возникает сложный процесс оценки и коммуникаций, в ходе которого следует учитывать не только междисциплинарные знания, но также мнения и отношение людей. Это в свою очередь усложняет задачу оценки рисков и принятия взвешенных решений.

От социотехнологических систем к интеллектуальным инфраструктурам

Развитие цифровизации и технологий искусственного интеллекта радикально трансформирует социотехнологические системы [Mainzer, 2019]. Классические компьютерные системы характеризовались четким разделением физического и виртуального миров. Мехатронные системы контроля с многочисленными датчиками и приводами, которыми, например, оснащены современные автомобили и самолеты [Isermann, 2009], этой парадигме уже не соответствуют. Сканируя окружающую среду и обрабатывая полученную информацию, они сами могут оказывать ответное скоординированное влияние [Hawkins, Abdelzahr, 2005]. Перспективы развития мехатроники связываются с внедрением киберфизических систем (КФС), которые не просто интегрируют компьютерное управление с физическим действием, но

встроены в повседневную реальность. Примером могут служить интегрированные интеллектуальные системы электроснабжения [Lee, Seshia, 2016; NSF, 2008; Gaiimo et al., 2020]. КФС состоят из множества взаимосвязанных компонентов, самостоятельно координирующих работу для выполнения общей задачи. Благодаря сетевой интеграции КФС значительно превосходят изолированные мехатронные структуры, так как представляют собой нечто большее, чем совокупность массы интеллектуальных вычислительных устройств [Rajkumar et al., 2010].

Интеллектуальные функции отдельных подсистем распространяются на всю систему. Аналогично интернету КФС трансформируются в коллективные социальные системы, которые, помимо информационных потоков, интегрируют еще и энергетические, материальные и метаболические потоки, в частности мехатронные системы и организмы. Анализ «встроенных систем» и мехатроники положил начало комплексному изучению КФС [Wayne, 2008]. Встраивание информационных и коммуникационных систем в повседневную жизнь привело к появлению новых требований к производительности, таких как отказоустойчивость, надежность, отсутствие сбоев, безопасный доступ и возможность одновременного использования множественных систем в реальном времени. Однако в ходе внедрения соответствующих процессов управления и контроля стали проявляться очевидные проблемные зоны, от которых зависит экономическая и экологическая эффективность применяемых разработок. Например, это касается автоматических систем управления движением, призванных предотвращать заторы и оптимизировать траектории передвижения транспортных средств [Wedde et al., 2007]. Не менее сложной задачей оказалось обеспечение электромобилей питанием из альтернативных источников, в частности солнечных батарей или ветряных турбин. Аналогичная проблема характерна и для других возобновляемых энергоносителей, которые воспринимаются как надежный резервный вариант поставки энергии для сетей электроснабжения. Эти и подобные структуры неуклонно усложняются. Для обеспечения функционирования требуются высокоадаптивные системы управления и контроля, гибкая системная архитектура с возможностями расширения, масштабирования и своевременного ремонта. Попытка централизованного управления такими системами оказалась главным препятствием для реализации перечисленных требований. Необходимость обработки колоссальных объемов информации увеличивает время и затрудняет оперативное реагирование для принятия соответствующих мер. Так, крупные транспортные системы весьма динамичны. Поэтому, даже если сообщения о пробках передавать в центр управления движением каждые две минуты, их невозможно анализировать и учитывать достаточно быстро, чтобы адаптироваться к реальной дорожной ситуации. Как следствие, для отдельных транспортных средств создаются собственные навигационные системы, позволяющие им рассчитывать индивидуальные альтернативные маршруты. Однако если все устройства в системе применяют один и тот же статистический алгоритм, то в стремлении избежать пробок весь

транспорт направляется по одному и тому же маршруту, что только увеличивает хаос. Таким образом, в рамках КФС процессы управления и информационные потоки адаптируются к физическим процессам [European Commission 2006], аналогично живым организмам и популяциям в ходе эволюции. Программные архитектуры, созданные по принципу «сверху вниз», налагаемые на физические процессы «сверху», отмеченную проблему не решают. Эффективным средством видятся распределенные, многоуровневые системы контроля и управления по принципу «снизу вверх», программные процессы с высокой степенью автономности и диверсифицированные стратегии обучения персонала. Это демонстрируют интеллектуальные сети, которые помимо электроэнергии передают данные, чтобы обеспечить нормальное функционирование.

Формируются глобальные и транснациональные сетевые структуры (аналогично интернету), в состав которых входят как теплоэлектростанции, работающие на ископаемом топливе, так и установки, базирующиеся на возобновляемых источниках (фотоэлектрические преобразователи, ветряные электростанции) и биогазовых энергогенераторах. Кроме того, домохозяйства могут производить энергию для себя и других пользователей с помощью фотоэлектрических систем, биогазовых установок или топливных элементов [Al Dakheel et al., 2020]. Реализуется принцип «локальной активности»: энергия, произведенная бытовыми установками, поступает в сеть и используется в глобальных схемах распределения. Тем самым интеллектуальные электросети с интегрированными коммуникационными системами обеспечивают динамически регулируемое энергоснабжение [Wedde, Lehnhoff, 2007]. Это пример больших и сложных структур, работающих в режиме реального времени по принципам КФС. Большие электростанции накапливают резерв энергии, чтобы избежать проблемы в случае возникновения кратковременных пиков нагрузки или падения напряжения. Задача интеллектуальных систем в данном случае заключается в гибком перераспределении совокупного запаса накопленной энергии согласно потребностям пользователей. Ключевая проблема с переходом на возобновляемые источники заключается в большом количестве ограничений в вопросах функциональности, безопасности, надежности, своевременности подачи, отказоустойчивости и адаптируемости. Благодаря децентрализованной структуре, построенной по принципу «снизу вверх», КФС выглядят эффективным средством для преодоления этих ограничений. В итоге обеспечивается устойчивое функционирование усложняющихся систем снабжения. Главную роль играет организация потоков данных для контроля энергоснабжения, выполняющая своеобразную функцию нервной системы организма.

Сложные сети — пример динамических систем, которые моделируются с помощью математической теории сложных систем и синергетики [Mainzer, 2007]. Как

в природе, так и в технологической сфере формируются сложные динамические системы — сетевые структуры, в которых элементы взаимодействуют по локальным правилам: от клеточных автоматов³ до нейронных сетей и интернета. Локально активные элементы (нейроны, транзисторы и узлы) формируют усложненные сочетания и структуры, определяющие совокупную производительность всей системы. Это применимо и к жизнедеятельности организма, когнитивным функциям мозга, роевому интеллекту (*swarm intelligence*) [Lozito, Salvini, 2020] и организации технических инфраструктур, в частности энергетических систем. Для расчета показателей и характеристик подобных систем требуются знания из области математики сетей. Создание сетей начинается с цифровизации действующих инфраструктур, большинство которых создавались как обособленные целостные системы без какой-либо координации их взаимодействия. Примеры — транспорт, энергетика, здравоохранение, государственное управление и образование. В результате появления «интернета вещей» возникло пересечение функциональных направлений, таких как «умные»: дом, производство, город и регион. Интеллектуальная связка ранее самостоятельных «субъектов» открывает новые возможности для повышения эффективности и дальнейшего развития. Однако возникают и новые задачи интеграции технологических, экономических, правовых, нормативных, политических и социальных аспектов. Интеллектуальные сети и сервисы создаются путем объединения классических инфраструктур, которые обогащаются искусственным интеллектом (появляются автономно реализуемые, самоуправляемые функции и компоненты). Их «интеллектуальность» проявляется как «вертикально» — в пределах конкретного направления (например, здравоохранение или транспорт), так и «горизонтально», с синтезированием разных направлений [Sa, Corke, 2014; Alegre et al., 2014; Bassett et al., 2017].

Стратегическое планирование в контексте Индустрии 4.0

Повсеместное проникновение интернет-технологий в промышленное производство положило начало очередной стадии индустриализации — Индустрии 4.0 [Schwab, 2016]. Первую промышленную революцию (Индустрия 1.0) связывают с изобретением паровой машины. Вторая волна (Индустрия 2.0) характеризуется введением схемы конвейерного производства, впервые опробованной на заводе Генри Форда. Оно носит алгоритмический характер: продукт создается шаг за шагом в соответствии с фиксированной программой посредством разделения рабочих функций. В рамках Индустрии 3.0 в производственный процесс включаются промышленные роботы, которые, впрочем, остаются статичными, выполняя какую-либо конкретную операцию по заданной программе [Tantawi et al., 2019].

³ Клеточный автомат — дискретная модель, изучаемая в ряде естественнонаучных дисциплин, включая микромеханику. Основные направления ее использования — изучение алгоритмической разрешимости определенных задач и определение отправных точек для построения процедур их решения. Подробнее см., например, [Schiff, 2007].

В Индустрии 4.0 производственный процесс гибко регулируется взаимодействием между персоналом, оборудованием и транспортом. При этом ключевую роль играет работа с большими данными, включающими не только структурированные бизнес-показатели компаний, но и неструктурированную информацию из социальных сетей, сигналы, поступающие от датчиков, аудио- и видеоданные [Dean, 2014]⁴. В Индустрии 4.0 продукты могут изготавливаться индивидуально в заданное время с учетом любых нюансов предпочтений заказчика. Технология, производство и рынок интегрируются в социотехнологическую систему, которая гибко самоорганизуется и автоматически адаптируется к меняющимся условиям, — промышленную КФС [Acatech, 2011, 2012]. Данные, поступающие от машин и датчиков, отслеживаются, передаются, анализируются и интегрируются с текстовыми документами. Соответствующие технологии больших данных нацелены на ускорение бизнес-процессов и, как ожидается, обеспечат оперативное и эффективное принятие решений. Станки с числовым программным управлением (ЧПУ) объединяются в сети, обмениваются данными с деталями и компонентами через чипы RFID и самостоятельно выполняют измерения. Автоматизация касается и систем доставки. Появляется возможность использовать социальное познание при взаимодействии людей и машин. Снижается нагрузка на персонал, повышается производительность. Однако для установки и наладки подобных машин и оборудования требуются специалисты с обогащенными компетенциями. Помимо гибкого производства на заказ Индустрия 4.0 расширяет возможности децентрализованного индивидуального энергоснабжения. По всему спектру направлений, от промышленности до персонализированной медицины, наблюдается отход от массового стандартного производства в концепции Генри Форда.

В последние десятилетия вычислительные мощности удваиваются примерно каждые полтора года при одновременной миниатюризации устройств, повышении их доступности. Подобная тенденция наблюдается и в отношении количества датчиков, объема данных и т. п. Компании сталкиваются с необходимостью адаптировать корпоративную структуру для гибкого, интеллектуального решения проблем. Посредством ИКТ традиционное материальное (физическое) производство постепенно становится «виртуальным» и управляется приложениями и программными модулями. Беспилотные технологии проникают во все большее число сфер. Так, Google — яркий пример экспоненциально растущей ИТ-компании — создает автономные электромобили. Масштабные перспективы связываются с распространением технологии 3D-печати в автомобильной промышленности, что может радикально изменить ее облик, если доступные 3D-принтеры будут печатать детали и компоненты автомобилей. Многое будет зависеть от того, какие данные вводятся в 3D-принтеры, и тех, кто их вводит. ИТ-компании

преобразуют почти все сферы деятельности, но и им самим необходимо адаптироваться. Это прослеживается на примере компании Microsoft, которая продолжает производить программное обеспечение в стиле Индустрии 2.0 в расчете на массового потребителя со «стандартными» запросами. Энергетические компании все сильнее ориентируются на децентрализованный рынок и ищут оптимальные решения на основе изучения спроса. Возникают новые бизнес-модели, такие как «покупай и конструируй» (*buy and build*) [Francis et al., 2013; Bansraj et al., 2018]. Ставка на более глубокую детализацию и персонализацию потребностей — характерная черта «интеллектуальных» компаний, для которых повышение доверия потребителей имеет первоочередное значение. Но существует и определенный скептицизм в отношении «облачных технологий». Успешные средние предприятия предпочитают не переходить на подобную инфраструктуру из-за опасений промышленного шпионажа либо скептицизма в отношении неопределенных перспектив окупаемости значительных инвестиционных затрат, связанных с ее внедрением.

Устаревшие технологии безопасности — слабое место Индустрии 4.0. Требуется поиск новых решений, которые обеспечат безопасное хранение информации, исключение доступа к ней посторонних. Вопрос безопасности данных зависит и от персонала. Автоматизация процессов обеспечивается тем, что многочисленные датчики, камеры, фотоэлектрические сенсоры и другие устройства постоянно фиксируют колоссальное количество данных. Однако возникает вопрос о разграничении доступа к ним, местах и сроках их хранения, потенциальных пользователей. Ведутся и обширные дискуссии об эффектах автоматизации для рынков труда и социальных последствиях распространения искусственного интеллекта. Создание интеллектуальных фабрик направлено на повышение эффективности производства, ликвидацию рутинных и механических операций, как ручных, так и интеллектуальных. Подобный подход вовсе не нов — он практикуется в индустриализации с XIX в. И хотя потребность в определенных рабочих местах со временем отпадает, на их месте появляются новые. Особое значение придается обслуживанию клиентов, поскольку общение с ними и разработка бизнес-моделей требуют не только широкого спектра знаний в области бизнеса и управления, но и гибкости, опыта работы с людьми и знания психологии. Основная доля возникающих профессий связывается с мехатроникой и робототехникой. Следовательно, автоматизация на основе искусственного интеллекта ведет к снижению производственных затрат и тем самым способствует росту рынка труда для широкого круга компетентных работников. Это позволит странам с образованным и высококвалифицированным персоналом вернуть свои производства из регионов мира, характеризующихся низкой оплатой труда. В высокоавтоматизированной Германии уровень безработицы значительно ниже, чем в других европейских странах,

⁴ См. также: <https://www.oracle.com/big-data/what-is-big-data.html>, дата обращения 26.09.2020.

где безработица связана с отсутствием реформ на рынке занятости.

Распространенное предположение, что в будущем окажутся востребованными только высококвалифицированные инженеры с высшим образованием, а все остальное будут производить машины, не имеет оснований. Разработка инноваций останется актуальной для всех областей. В сфере разработки двигателей и проектирования производственных линий инженерам придется овладеть навыками машиностроения, электроники и ИКТ. Ранее эти дисциплины не входили в сферу их компетенции. Инженеры столкнутся с необходимостью работы в составе специализированных групп для решения сложных, комплексных задач Индустрии 4.0. Навыки междисциплинарного сотрудничества становятся обязательным требованием. Сохранится профессия «оператор токарного станка» в сфере металлообработки, но таким специалистам предстоит управлять объединенными в сеть станками с ЧПУ. Соответственно изменятся требования к их квалификации. Во многих областях жизненный цикл инноваций оказывается короче, чем продолжительность обучения персонала. Поэтому к разработке обучающих программ следует подходить с особой тщательностью, учитывая стремительное устаревание программного обеспечения и многих производственных инструментов. В будущем постоянное освоение работниками новых производственных процессов станет нормой.

Ответственный подход к созданию интеллектуальных инфраструктур

Важнейшим условием превращения социотехнологических систем в платформы для оказания разнообразных услуг видится интеграция компьютерных сетей в социальную инфраструктуру с учетом социальных, экономических и экологических факторов. Подобные системы должны составлять единую сеть (например, на основе интернета), быть устойчивыми к внешним условиям, адаптироваться и гибко реагировать на изменения [Jones et al., 2013; Behymer, Flach, 2016; van de Poel, 2020]. Такие варианты уже внедрены в офисах, домохозяйствах, социальных учреждениях, на транспорте. Интеллектуальные инфраструктуры, являясь сложными системами, объединяют разные технологические сферы [Geisberger, Broy, 2012]. Они управляются единым программным обеспечением (например, «умные»: дом, фабрика, больница или транспортная система) и предусматривают промежуточные программные инструменты для перевода команд пользователя на машинный язык. Интеллектуальные инфраструктурные объекты, такие как город или аэропорт, рассматриваются как виртуальные машины⁵. Интегрированный клиентский интерфейс обеспечивает прозрачное и понятное для пользователя взаимодействие с системой. На более глубоком уровне расположены определенные доменные архитектуры — транспортной системы, системы

здравоохранения, промышленного предприятия (те, что непосредственно выполняют работу и оказывают услуги пользователю). Подобную модель можно перенести на систему управления городом, охватывающую транспорт, здравоохранение, промышленные объекты, муниципальное энергоснабжение, мусоросжигательные заводы и др. Общее программное обеспечение гарантирует функциональную совместимость сервисов с конкретными пользовательскими приложениями. Создание информационных инфраструктур по принципам технологического дизайна предполагает междисциплинарное сотрудничество специалистов по техническим, естественным и гуманитарным дисциплинам (экономические науки, физика, машиностроение, электротехника, информатика, когнитивная психология, коммуникативные науки, социология и философия). Взаимодействие должно строиться на уникальных моделях, интегрирующих когнитивные, знаниевые, ментальные аспекты, подходы к решению проблем с использованием наработок в социологии и философии технологического развития. Комплексное проектирование и формирование информационных инфраструктур будут эффективно работать только с учетом различных аспектов человеческого фактора. Интегрированные гибридные системы, архитектуры распределенного цифрового управления, механизмы взаимодействия человека с технологиями, комплексные модели деятельности и социотехнологические сети создаются с помощью антропоцентричного (ориентированного на человека) инжиниринга [Voу, 2017].

Рассматриваемый подход предполагает пошаговую разработку эталонных архитектур, доменных моделей и прикладных платформ отдельных дисциплин. Они служат предпосылками для осознанного ситуационного и контекстного восприятия, интерпретации, интеграции процессов и, как следствие, эффективного использования и контроля соответствующих систем. Роль человеческого фактора в работе информационных инфраструктур предстоит исследовать на междисциплинарной основе, изучая широкий спектр вопросов: эргономику, интеграцию адаптивных структур в рабочий процесс, прослеживаемость причинно-следственных связей, адаптацию социального поведения в результате применения таких систем. При том что указанные системы многофункциональны и представляют разнообразные сервисы, взаимодействие с ними должно быть простым, надежным и интуитивно понятным. Сложные сети с растущим числом участников все труднее поддаются контролю. Возрастает необходимость обеспечения их надежности, сохранности и конфиденциальности информации, доверия пользователей. Критериями результативности подобных систем могут служить:

- энергоэффективность и экологичность;
- защита прав интеллектуальной собственности в открытых цепочках создания стоимости;
- оценка и контроль рисков, их перераспределение;

⁵ Подробнее см.: <https://uits.iu.edu/ii>, дата обращения 26.09.2020.

- этическое поведение при разрешении конфликта интересов, наличие взаимно согласованных правил и политики (включая выполнение требований законодательства).

Социальные эффекты сбалансированной инновационной деятельности

Интеллектуальные инфраструктуры развиваются на фоне меняющегося контекста и при этом сами преобразуют структуру общественного строя. Цифровые коммуникации позволяют быстрее получать информацию. Ввиду существенного трансформационного потенциала новые социотехнологические системы пользуются повышенным вниманием общества и его институтов. Благодаря доступу к информации в режиме реального времени, возможности активно реагировать на нее на фоне растущей плотности сетей и связанных с этим каскадных эффектов возникают новые «адаптивные» (*liquid*) формы демократии [Blum, Zuber, 2016]. Обладание качественной и оперативной информацией побуждает граждан активнее вовлекаться в принятие решений по внедрению социотехнологических систем. Таким образом, технологический дизайн приобретает значение не только для специалистов, но и для общества в целом. В ответ на потребность в партисипативной демократии расширяются возможности для вовлечения гражданского общества. Следовательно, при выработке новых технических решений должны учитываться экологические, экономические и социальные аспекты. Речь идет о сбалансированной инновационной активности [Schot, Geels, 2008; Boons, Lüdeke-Freund, 2013]. Однако одного лишь расширения партисипативности недостаточно. Инновационные социотехнологические проекты должны оставаться реалистичными и сбалансированными (*robust*) [Roth, 2015], чтобы не подвергать рискам территории, на которых они реализуются. Социотехнологические системы требуют устойчивых информационных инфраструктур как предпосылки для наращивания инновационного потенциала общества. Возникает спрос на комплексные исследовательские и образовательные центры, специализирующиеся одновременно на естественных, технических, гуманитарных и социальных науках [van Kerkhoff, 2014]. В междисциплинарных исследовательских кластерах возникают новые форматы университетов, избегающих традиционного разграничения между упомянутыми выше областями науки. Их можно рассматривать как матричную структуру, где дисциплины выступают в роли «строк», а «столбцами» являются комплексные исследовательские проекты, охватывающие различные элементы дисциплин в зависимости от целей исследования. Подобные проекты — не просто перспективный замысел, они уже реализуются на базе накопленного университетами опыта. Автор данной статьи непосредственно участво-

вал в создании центров компетенций при технических университетах Аугсбурга и Мюнхена⁶.

Все эти подходы базируются на фундаментальной идее, что наука не существует независимо от общества. Без учета социальных структур и процессов вряд ли какие-либо инновации в сфере технических и естественных наук (особенно в области искусственного интеллекта) окажутся успешными. Например, для создания «умного города» требуется понимание того, как обеспечить эффективное сосуществование жителей и «умной» инфраструктуры. Интеллектуальные цепочки поставок, призванные удовлетворить потребности растущего населения мира, не будут работать без учета контекста развивающихся стран. Роботы не станут эффективными помощниками для пожилых людей, если не будет глубокого понимания потребностей последних. Игнорирование соответствующих социальных, экономических и экологических факторов не позволит гармонично интегрировать масштабные технологические проекты в социальную структуру.

Заключение

ИКТ трансформируют большинство сфер деятельности. Прежде превалировало представление, что их развитие следует экспоненциальным закономерностям, а для достижения экономического успеха достаточно гибко адаптироваться к подобному вектору. Однако на практике технологическое развитие никогда не подчинялось жестким закономерностям. В настоящее время также невозможно с точностью определить, какие перспективные идеи для развития могут появиться в будущем. Научно-технологический прогресс, подобно развитию живых систем, характеризуется динамической сложностью, тем не менее, в отличие от биологической эволюции, он поддается контролю со стороны индивидов, которые способны влиять на его направление. Такой контроль возможен только при наличии междисциплинарного мышления и понимания принципов разработки производственных и образовательных стратегий в концепции сложных динамических систем. Результаты исследований будут эффективными лишь при постановке задач с учетом категорий социальных и гуманитарных наук, выборе релевантных критериев, выходе за рамки устоявшихся представлений и извлечении уроков из кризисов.

С точки зрения стратегий развития, основанных на учете специфики сложных динамических систем, междисциплинарный охват должен присутствовать с самого начала реализации любого проекта, а не в ходе последующей «доработки». В любой научно-технологический проект необходимо привлекать представителей не только инженерных, но и гуманитарных дисциплин для изучения сопутствующих социальных аспектов, оценки создаваемых разработок на соответствие экономической, медицинской, экологической и технологической этике, поиска новых механизмов обмена идеями между

⁶ В 2012 г. — в качестве директора-основателя Мюнхенского центра технологий и общества при Мюнхенском техническом университете, организованного в рамках программы Excellence Initiative 2012 г., а ранее (в 1998 г.) — основателя и первого руководителя Института междисциплинарных компьютерных исследований при Аугсбургском университете, созданном для анализа влияния интернета на общество.

наукой и обществом. Проблемно ориентированные эмпирические исследования должны строиться на принципах междисциплинарности, проектной ориентации и открытости для общественного обсуждения в целях последующей выработки мер политики.

С ростом информированности повышается потенциал для вовлеченности общества в принятие решений по инфраструктурным и технологическим вопросам. В попытке регулирования этого процесса государства выработывали процедуры утверждения планов с четкой поэтапной структурой: подготовка плана разработчиком проекта, консультации, публичное представление, обсуждение, демонстрация результатов и утверждение плана. Однако участие общества нередко организуется в формате слушаний, при котором реализация проектов остается исключительно под контролем органов власти. Правило «преюдициальной силы» (*preclusive effect*) [Ketchum, 2016] исключает возможность подачи каких-либо апелляций по истечении определенного периода. Хотя объективные технологические, социальные и экономические условия могут меняться, подобный подход не оставляет возможности для адаптивного обучения и корректировок. Сложившаяся «линейная» процедура легитимизации нуждается в пересмотре с учетом происходящих глобальных трансформаций. Предстоит

определиться с установлением границ для применения партисипативного подхода, с тем чтобы не нарушалась работоспособность систем принятия решений и сохранялся общественный баланс. Политические структуры меняются под влиянием технологического и экономического развития, появления новых экологических трендов. Следует переосмыслить правила игры при выработке согласованных коллективных решений в контексте диалога всех ветвей власти с научными, деловыми кругами и широкой общественностью. Для будущих поколений ученых, инженеров, специалистов по ИКТ контакты с общественностью станут неотъемлемым аспектом их работы. Обучение навыкам подобной коммуникации следует ввести в образовательные программы университетов. Учет человеческого фактора — важный элемент технологического дизайна взаимодействия людей и машин в процессе развития искусственного интеллекта. Только междисциплинарные исследования способны дать ответы на «большие вопросы» в отношении перспектив этого технологического направления. Анализ каждого этапа проекта одновременно с технологической и организационной точек зрения, привлечение общественности к диалогу позволят охватить и учесть всевозможные социальные последствия и вызовы, увидеть неожиданные перспективные направления.

Библиография

- Acatech (2011) Cyber-physical Systems. Driving force for innovation in mobility, health, energy and production. Berlin: National Academy of Science and Engineering (ACATECH). Режим доступа: <https://www.acatech.de/publikation/cyber-physical-systems/download-pdf?lang=wildcard>, дата обращения 15.09.2020.
- Acatech (2012) Technology Futures. Anticipation — Creation — Assessment (English Summary). Berlin: National Academy of Science and Engineering (ACATECH).
- Al Dakheel J., Del Pero C., Aste N., Leonforte F. (2020) Smart buildings features and key performance indicators: A review // *Sustainable Cities and Society*. Vol. 61. Art. 102328. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102328>, дата обращения 19.09.2020.
- Alegre H., Vitorino D., Coelho S. (2014) Infrastructure value index: A powerful modelling tool for combined long-term planning of linear and vertical assets // *Procedia Engineering*. Vol. 89. P. 1428–1436. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.469>, дата обращения 06.08.2020.
- Bansraj D.S., Smit H.T.J., Volosovych V. (2018) Can Private Equity Act as Strategic Buyers? Evidence from Serial (Buy-and-Build) Strategies? Paper presented at the 2019 FMA European Conference, 12–14 June 2019, Glasgow, Scotland. Режим доступа: http://www.fmaconferences.org/Glasgow/Papers/Buy_and_Build_FMAEur_2019.pdf, дата обращения 04.07.2020.
- Bassett M., Wilkinson S., Mannakkara S. (2017) Legislation for building back better of horizontal infrastructure // *Disaster Prevention and Management*. Vol. 26. № 1. P. 94–104. DOI: 10.1108/DPM-03-2016-0054.
- Behymer K.J., Flach J.M. (2016) From Autonomous Systems to Sociotechnical Systems: Designing Effective Collaborations // *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*. Vol. 2. № 2. P. 105–114.
- Berg M. (1998) The politics of technology: On bringing social theory into technological design // *Science Technology and Human Values*. Vol. 23. № 4. P. 456–490. DOI: 10.1177/016224399802300406.
- Bezemek C. (2019) The 'Normative Force of the Factual': A Positivist's Panegyric // *The Normative Force of the Factual. Legal Philosophy Between Is and Ought* / Eds. N. Bersier-Ladavac, C. Bezemek, F. Schauer. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. P. 65–77.
- Biggs M. (2017) Self Fulfilling Prophecies // *The Oxford Handbook of Analytical Sociology* / Eds. P. Bearman, P. Hedström. Oxford: Oxford University Press. P. 294–314 DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199215362.013.13.
- Blum C., Zuber C.I. (2016) Liquid democracy: Potentials, problems, and perspectives // *Journal of Political Philosophy*. Vol. 24. № 2. P. 162–182. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/jopp.12065>, дата обращения 07.04.2020.
- Boons F., Ludeke-Freund F. (2013) Business models for sustainable innovation: State-of-the-art and steps towards a research agenda // *Journal of Cleaner Production*. Vol. 45. P. 9–19. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.007>, дата обращения 07.04.2020.
- Boy G.A. (ed.) (2017) *The handbook of human-machine interaction: A human-centered design approach*. Burlington, VT: Ashgate Publishing.
- Dean J. (2014) *Big data, data mining, and machine learning. Value creation for business leaders and practitioners*. Hoboken, NJ: Wiley.
- European Commission (2006) *European Technology Platform SmartGrids. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future*. Brussels: European Commission. Режим доступа: http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids_en.pdf, дата обращения 30.07.2020.
- Geisberger E., Broy M. (eds.) (2012) *Living in a Networked World. Integrated Research Agenda on Cyber-Physical Systems (agendaCPS)*. Berlin: National Academy of Science and Engineering (ACATECH). Режим доступа: <https://www.acatech.de/publikation/agendacps-integrierte-forschungsagenda-cyber-physical-systems/download-pdf?lang=en>, дата обращения 19.09.2020.

- Giaimo F., Andrade H., Berger C. (2020) Continuous experimentation and the cyber-physical systems challenge: An overview of the literature and the industrial perspective // *Journal of Systems and Software*. Vol. 170. Art. 110781. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110781>, дата обращения 27.08.2020.
- Glenn J.C., Gordon T.J. (eds.) (2009) *Futures research methodology — Version 3.0 (CD-ROM)*. Washington, D.C.: The Millennium Project. Режим доступа: <http://www.millennium-project.org/millennium/FRM-V3.html#toc>, дата обращения 22.11.2019.
- Godet M., Roubelat F. (1996) Creating the Future: The Use and Misuse of Scenarios // *Long Range Planning*. Vol. 29. № 2. P. 164–171. Режим доступа: [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(96\)00004-0](https://doi.org/10.1016/0024-6301(96)00004-0), дата обращения 22.08.2020.
- Häder M. (ed.) (2002) *Delphi Interviews. A Workbook*, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Hawkins W., Abdelzaher T. (2005) Towards feasible region calculus: An end-to-end schedulability analysis of real-time multistage execution // *Proceedings of the 26th IEEE International Real-Time Systems Symposium (RTSS '05)*. Washington, D.C.: IEEE Computer Society. P. 75–86. Режим доступа: <https://doi.org/10.1109/RTSS.2005.42>, дата обращения 19.09.2020.
- Isermann R. (2009) *Mechatronic Systems — A Short Introduction*. Springer Handbook of Automation / Ed. S.Y. Nof. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. P. 317–331.
- Jones A.J.L., Artikis A., Pitt J. (2011) The design of intelligent socio-technical systems // *Artificial Intelligence Review*. Vol. 39. № 1. P. 5–20. DOI: 10.1007/s10462-012-9387-2.
- Ketchum B.J. (2016) Keeping Tabs: When Will TTAB Decisions Have Preclusive Effect? Preclusive Effect of T.T.A.B. Likelihood of Confusion Decisions after B & B v. Hargis Industries // *Journal of Intellectual Property*. Vol. 15. № 1. P. 141–161.
- King A.S. (1973) Self-Fulfilling Prophecies in Organizational Change // *Social Science Quarterly*. Vol. 54. № 2. P. 384–393.
- Lee E.A., Seshia S.A. (2016) *Introduction to embedded systems: A cyber-physical systems approach*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Lozito G.M., Salvini A. (2020) Swarm intelligence based approach for efficient training of regressive neural networks // *Neural Computing and Applications*. Vol. 32. № 14. P. 10693–10704. DOI: 10.1007/s00521-019-04606-x.
- Mainzer K. (2007) *Thinking in Complexity. Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mankind (5th ed.)*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Mainzer K. (2019) *Artificial Intelligence. When do Machines Take Over?* Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Nelson R. (2018) *Modern Evolutionary Economics — An Overview*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Nelson R., Winter S.G. (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- NSF (2008) *Cyber-Physical Systems. Program Announcements & Information*. Arlington, VA: National Science Foundation.
- Pop O.-M. (2015) Self-Fulfilling Prophecies and Innovation Success. Режим доступа: <https://blog.hypeinnovation.com/self-fulfilling-prophecies-and-innovation-success>, дата обращения 28.09.2020.
- Rajkumar R., Lee I., Sha L., Stankovic J. (2010) Cyber-physical systems: The next computing revolution — Design automation // *Proceedings of the Design Automation Conference*. Piscataway, NJ: IEEE. P. 731–737. DOI: 10.1145/1837274.1837461.
- Ringland G. (2010) The role of scenarios in strategic foresight // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 77. № 9. P. 1493–1498. DOI: 10.1016/j.techfore.2010.06.010.
- Roth S. (ed.) (2015) *Non-technological and non-economic innovations: Contributions to a theory of robust innovation*. Kiel (Germany): ZBW — Leibniz Information Centre for Economics.
- Sa I., Corke P. (2014) Vertical infrastructure inspection using a quadcopter and shared autonomy control // *Field and Service Robotics: Results of the 8th International Conference*. Series: Springer Tracts in Advanced Robotics. Vol. 92 / Eds. K. Yoshida, S. Tadokoro. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. P. 219–232.
- Schiff J.L. (2007) *Cellular Automata: A Discrete View of the World*. New York: John Wiley & Sons.
- Schot J., Geels F.W. (2008) Strategic niche management and sustainable innovation journeys: Theory, findings, research agenda, and policy // *Technology Analysis and Strategic Management*. Vol. 20. № 5. P. 537–554. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/09537320802292651>, дата обращения 15.08.2020.
- Tantawi K.H., Sokolov A., Tantawi O. (2019) Advances in Industrial Robotics: From Industry 3.0 Automation to Industry 4.0 Collaboration // *Proceedings of the 4th Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-iCON 2019)*. Art. 9024658. Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9024658>, дата обращения 30.05.2020.
- van de Poel I. (2020) Embedding Values in Artificial Intelligence (AI) Systems // *Minds and Machines* (в печати, впервые опубликовано онлайн 01.09.2020). Режим доступа: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-020-09537-4>, дата обращения 14.08.2020.
- van der Heijden K. (1996) *Scenarios: The Art of Strategic Conversation*. New York: Wiley & Sons.
- van Kerkhoff L. (2014) Developing integrative research for sustainability science through a complexity principles-based approach // *Sustainability Science*. Vol. 9. P. 143–155.
- Wayne W. (2008) *Computers as Components: Principles of Embedded Computing Systems Design*. Amsterdam: Morgan Kaufmann.
- Wedde H.E., Lehnhoff S., van Bonn B., Bay Z., Becker S., Böttcher S., Brunner C., Büscher A., Fürst T., Lazarescu A.M., Rotaru E., Senge S., Steinbach B., Yilmaz F., Zimmermann T. (2007) Highly dynamic and adaptive traffic congestion avoidance in real-time inspired by honey bee behavior // *Mobilität und Echtzeit* / Eds. P. Holleczeck, B. Vogel-Heuser. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. P. 21–31. DOI: 10.1007/978-3-540-74837-3_3.

Неопределенность, знания и варианты будущего в Форсайт-исследованиях (на примере Индустрии 4.0)

Анджей Магрук

Старший преподаватель, a.magruk@pb.edu.pl

Белостокский технический университет (Bialystok University of Technology),
Польша, 45A, Wiejska Street, 15-351 Bialystok, Poland

Аннотация

Феномен неопределенности выступает ценным ресурсом исследований будущего, а не просто их характеристикой. Автор задается вопросом о методологической связи между степенью неопределенности, уровнями знаний и типами будущего применительно к Форсайту. Исследование опирается на результаты анализа и критику существующих источников как на основу логических построений. Предложенные автором типы будущего и градация неопределенности позволили разработать оригинальную шкалу уровней знаний. Тем самым статья охватывает три методологические области: неопределенность, Форсайт и знания. Сложную связь между ними автор анализирует сквозь призму их характеристик, что позволяет достичь значимого прогресса в развитии существующих концепций, отраженных в литературе.

По мнению автора, выводы из полученных в ходе исследования результатов могут способствовать заметному усложнению подходов к управлению будущим. С точки зрения Форсайт-методологии при управлении сложными системами (такими как Индустрия 4.0) следует определить, какими именно видами неопределенности можно управлять с помощью тех или иных методов Форсайта и какие из этих методов применимы к анализу различных типов будущего в зависимости от достигнутого уровня знаний. Полученные результаты могут оказаться полезны для методологического обеспечения проектов технологического Форсайта, а также в качестве дополнительного компонента при исследовании траекторий развития современных технологий, в частности, в рамках Индустрии 4.0.

Ключевые слова:

неопределенность; знания; будущее; Форсайт; метод; Индустрия 4.0

Цитирование: Magruk A. (2020) Uncertainties, Knowledge, and Futures in Foresight Studies — A Case of the Industry 4.0. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 20–33. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.20.33

Uncertainties, Knowledge, and Futures in Foresight Studies — A Case of the Industry 4.0

Andrzej Magruk

Assistant Professor, a.magruk@pb.edu.pl

Białystok University of Technology, 45A, Wiejska Street, 15-351 Białystok, Poland

Abstract

The main purpose of this publication is an attempt to treat phenomenon of uncertainty as the one of main research facility in future studies and not as the background for future research — by answering the following research question: “What is the methodical relation among the scope of the uncertainty phenomenon vs. levels of knowledge and types of the future in the foresight approach?”. The study uses the results of the analysis and criticism of the literature as the main research method. On this basis were performed deductive reasoning. Proposed by the author of the paper types of future and scope of uncertainty allowed to define the author’s scale of knowledge levels. This paper has attempted to draw together three methodological fields: uncertainty, foresight, and knowledge. Author analysed complex relations among above areas on the basis of their characteristic which are author’s extensions

of existing concepts available in the literature. In the author’s opinion conclusions from the results presented in the article can be a valuable contribution to the development of the area of management in the area of future management. In management of complex systems (such as Industry 4.0), from the foresight methodological point of view, it seems relevant to determine which specific uncertainties can be managed by which classes of foresight methods, and which foresight methods by what level of knowledge, will be appropriate for the analysis of a specific types of future. According to the author, the results of research presented in the publication may be used in creating research methodology of technological foresight projects and as a complementary element of research devoted to the issues of development of modern technologies, which include Industry 4.0.

Keywords:

uncertainty; knowledge; future; foresight; method;
Industry 4.0

Citation: Magruk A. (2020) Uncertainties, Knowledge, and Futures in Foresight Studies — A Case of the Industry 4.0. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 20–33.
DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.20.33

В начале прошлого столетия человечество пришло к осознанию того, что попытки рационализировать общественную жизнь порождают непредвиденные последствия и увеличивают неопределенность [Poli, 2017]. В 1970–1980-е гг. возникли новые подходы к изучению феномена неопределенности, особенно в области взаимодействия людей и развития сложных современных технологий (в частности, в экономике, энергетике, системном инжиниринге, менеджменте, компьютерных науках и в сфере искусственного интеллекта (ИИ)) [Smithson, 1989].

В современном мире неопределенность, возникающая на региональном, национальном и глобальном уровнях, нередко носит системный характер, будучи одним из важнейших аспектов социальной и экономической жизни, особенно в контексте управления будущим. Во многих развитых странах большой популярностью пользуется концепция «Индустрия 4.0» (*Industry 4.0*), характеризующаяся высоким уровнем неопределенности [Magruk, 2016] в силу своей новизны (впервые предложена в 2011 г.), инновационности (преобразование методов дизайна, производства, доставки и оплаты товаров [Hofmann, Rüsche, 2017]) и системного подхода (ранее не использованных масштаба и измерений). Так, развитие предпринимательства отмечено значительной неопределенностью с точки зрения вероятных последствий тех вызовов и возможностей, которые открываются в результате смещения границы между деятельностью людей и машин, включая выполняемые задачи и алгоритмы [Ansari et al., 2018]. Другой аспект неопределенности, изначально присущий Индустрии 4.0, — проблема достоверности данных, особенно «больших», генерируемых на протяжении всего процесса управления. Неопределенность сопровождает большие данные на каждом этапе их использования и имеет разные источники — от процесса сбора данных до неоднородности концепций и мультимодальности [Hariri et al., 2019].

Управление подобными системами требует сложных, инновационных исследовательских подходов (с акцентом на междисциплинарности [Соколов, Чулок, 2012]), а также разработки новых теорий менеджмента, ориентированных на будущее [Shepherd, Suddaby, 2017]. К числу таких подходов безусловно относится развитая междисциплинарная по своему характеру и проблемно-ориентированная Форсайт-методология, которая позволяет просчитывать различные сценарии будущего в зависимости от потребностей или желаемого результата [Jemala, 2010].

В конце XX в. Форсайт стал важным инструментом для решения долгосрочных проблем, связанных с риском и неопределенностью [Jenssen, 2010], которые порождены глобализацией и беспрецедентным технологическим прогрессом [Jemala, 2010].

Задача Форсайт-исследований состоит в выработке способов навигации между тревожной неопределенностью и непредсказуемостью будущего, с одной стороны, и потребностью в данных, информации и знаниях для его формирования — с другой [UNDP, 2018]. Тем не менее неопределенность пока не стала основным объектом исследований будущего, а рассматривается

лишь как их фон и контекст. Наша цель заключается в изменении такой перспективы и попытке представить неопределенность одним из ключевых аспектов исследований будущего. Для этого была предпринята оценка степени неопределенности применительно к разным уровням знаний и типам будущего, которые лежат в основе Форсайт-методологии. В отношении сложных систем (в данном случае Индустрии 4.0) необходимо определить, какие именно типы будущего и уровни знаний следует использовать для анализа неопределенности.

Методология

Основным методом исследования служат анализ и критика существующих публикаций, на базе которых осуществляется концептуальное моделирование.

Для понимания сути перемен, выявления причинно-следственных связей и планирования будущего в ходе Форсайт-исследований требуются соответствующие знания. Если выразить неопределенность через связь с желаемым результатом (что весьма характерно для Форсайт-исследований), то ее оценка будет более положительной, чем с точки зрения нежелательных последствий [Smithson, 1989]. Знания, полученные в ходе Форсайт-исследований, характеризуются высоким уровнем неопределенности и сложности, однако их качество зачастую оценивается в терминах надежности, а не точности прогнозирования каких-либо событий [Guimaraes et al., 2006].

Хотя, как было отмечено выше, феномен неопределенности в Форсайт-исследованиях чаще всего выступает лишь фоном, а не основным предметом, существуют области Форсайт-методологии, в которых рассматриваемая проблема заявлена более открыто [Magruk, 2017a], такие как сценарный анализ [Ringland, 1998; Kononiuk, Nazarko, 2014], «конус будущего» (*cone of the future*) [Amara, 1974; Hancock, Bezold, 1994; Kononiuk, Nazarko, 2014; Voros, 2017], «конус неопределенности» (*cone of uncertainty*) [Magnus, 2012] и стратегический Форсайт [Courtney et al., 1997; Courtney, 2001]. Эти концепты могут служить надежной основой для изучения неопределенности в качестве самостоятельного объекта Форсайт-исследований.

В современном мире неопределенность становится результатом сложного взаимодействия самых разных сил — технологических, социальных, политических, экономических и экологических [Ringland, 1998; Chodakowska, Nazarko, 2017].

Все теории знания разграничивают знание и незнание, а большинство выделяют также знание, ощущение неполного знания и незнание в смысле ошибочных убеждений [Smithson, 1989]. В таксономии незнания [Smithson, 1989] неопределенность выступает одной из нескольких его разновидностей (рис. 1). В настоящей статье использована иная перспектива — неопределенность рассматривается как предмет исследования в привязке к разным уровням знания (в отличие от незнания).

Неопределенность можно рассматривать и с многих других позиций. Целый спектр определений (табл. 1)

Рис. 1. Таксономия незнания



Источник: [Smithson, 1989].

и типологий разработаны для самых разных целей [Walker et al., 2003; Lindley, 2013; Jalonen, 2012; van der Sluijs et al., 2004; Funtowicz, Ravetz, 1990; Magruk, 2016; Bombola, 2014; Jędralska, Czech, 2011; Wawiernia, 2013]. Список можно дополнить за счет новых сфер, связанных с уровнями знания и типами будущего.

Для целей нашей статьи неопределенность рассматривается как проистекающая из двух источников. Первый — субъективный (эпистемологический) — представляет собой результат самостоятельного получения (недостатка) знаний, необходимых для принятия решений; такая неопределенность может быть снижена с помощью дополнительных исследований [Gawel et al., 2015]. Второй — объективный (онтологический, алеаторный) — выступает следствием стохастической природы объекта исследования. Подобная неопределенность не поддается снижению [Aven, 2010], поскольку лежит в плоскости таких категорий, как существование и его формы, сущность, субъект и его свойства, причинность, время, пространство, необходимость и возможность [Nja et al., 2017].

Самопознание, требуемое для принятия решений в условиях неопределенности, охватывает три аспекта, важных с точки зрения исследования будущего [Kaivo-oja et al., 2004]: 1) знание; 2) предсказуемость; и 3) время. Знание в ситуации неопределенности выступает производным от двух компонентов — самосознания и познания мира. Проявляется это следующим образом [Atherton, 2013; Bojarski, 1981] (рис. 2):

- исследователь уверен в том, что знает: высокий уровень предсказуемости;
- исследователь знает, что ему не хватает знаний: средний уровень предсказуемости;
- исследователь не знает, что именно ему известно, или затрудняется это выразить: очень низкий уровень предсказуемости;

- исследователь не знает, что не обладает необходимыми знаниями, и ошибочно полагает, что знает достаточно: «нулевой» уровень предсказуемости.

С расширением временного горизонта возникает корреляция между ростом неопределенности и снижением предсказуемости (рис. 3). На коротком горизонте предсказуемость высока, что позволяет использовать модели прогнозирования (F). В среднесрочной перспективе уровень предсказуемости и неопределенности требует использовать сценарии и методы моделирования (S). В случае отдаленного будущего крайне высокая неопределенность при попытке предсказать развитие событий вынуждает полагаться исключительно на надежды (H) [Kaivo-oja et al., 2004].

На отдаленных временных горизонтах сложность характеристик, структур и поведения исследуемых систем

Рис. 2. Цикл знания



Табл. 1. Некоторые интерпретации феномена «неопределенности»

Дисциплина	Определение	Ключевые представители
Экономическая теория	Неопределенность — субъективный показатель объективного риска; степень неопределенности — вероятность наступления некоего события	Аллан Виллетт (Allan Willett), Фрэнк Найт (Frank Knight)
Теория игр	Неопределенность возникает, когда известно лишь несколько вариантов развития событий, но неизвестна вероятность их наступления	Веслав Самецкий (Wiesław Samecki)
Квантовая физика	Неопределенность конституируется по принципу неоднозначности: возможности для одновременного и бесконечно точного измерения отдельных динамических величин фундаментально ограничены	Вернер Гейзенберг (Werner Heisenberg)
Теория систем	Неопределенность возникает из невозможности точно определить все состояния элементов больших динамических систем и их взаимосвязи в прошлом и будущем	Влодзимеж Боярский (Włodzimierz Bojarski), Ян Зеленевский (Jan Zieleniewski)
Форсайт	Важная характеристика Форсайта состоит в принятии фактора неопределенности, попытке его осознать и сделать инструментом осмысления будущего	Дана Митцнер (Dana Mietzner), Гуидо Ререг (Guido Reger), Анджела Уилкинсон (Angela Wilkinson)
Теория принятия решений	Разграничение детерминизма (уверенности), вероятности (объективной неопределенности) и нечеткости (субъективной неопределенности)	Мирослав Бережинский (Mirosław Bereziński), Джерзи Голубец (Jerzy Hołubiec)
Космология	Неопределенность возникает из сингулярности расширения Вселенной и коллапса массивных звезд	Альберт Эйнштейн, Эндрю Стромингер (Andrew Strominger), Малькольм Перри (Malcolm Perry)
Теория информации	Неопределенность следует определять как энтропию, возникающую в результате информационной перегрузки	Клод Шэннон (Claude Shannon)
Эпистемология (перспектива исследователя)	Неопределенность является прямым следствием непонимания исследователем когнитивных процессов и результатов измерения	Казимир Айдукевич (Kazimierz Ajdukiewicz)

Источник: составлено автором на основе [Janasz, 2009; Wawiernia, 2013; Samecki, 1967; Bojarski, 1981; Kononiuk, Nazarko, 2014; Bereziński, Hołubiec, 1981].

тем возрастает. Знания об этих аспектах становятся все более туманными, что усугубляет неопределенность [Magruk, 2017b].

Примером подобной сложной системы служит Индустрия 4.0 — предвестница четвертой промышленной революции и полного слияния реального мира с цифровой средой. Универсальность таких аспектов Индустрии 4.0, как интернет вещей, большие данные, межмашинное взаимодействие и киберфизические системы, интероперабельность, децентрализация и пол-

ная виртуализация, безусловно отразятся на развитии многих экономических, социальных, технологических и др. явлений. Вместе с тем, направление, сила и интенсивность этих перемен становятся все менее предсказуемыми. Так, не проработанная в полной мере концепция Индустрии 4.0 уже породила следующие ее поколения концепций — Индустрию 5.0 [Nahavandi, 2019] и Индустрию X.0 [Abood et al., 2017; Schaeffer, 2017]; это придает данной концепции высокий уровень неопределенности во многих отношениях — от степени разработанности до масштабов практического применения [Magruk, 2016].

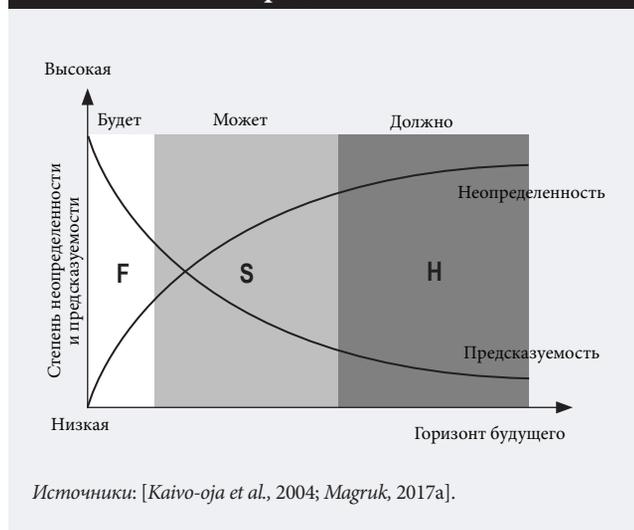
Возникновение неопределенности в контексте анализа будущего развития столь сложных систем, как Индустрия 4.0, определяется следующими факторами [Bojarski, 1981]

- множественность возможных структур, их высокая сложность и изменчивость;
- количество и сила связей внутри системы;
- недостаточное знание внешней среды;
- поведение управляющих системой лиц и институтов с точки зрения возможного нарушения ими известных правил;
- незнание новых потенциальных правил и сферы их действия;
- пределы временного горизонта.

К факторам неопределенности, специфичным для Индустрии 4.0, относятся следующие [Magruk, 2016; Cividino et al., 2019]:

- незнание новых потенциальных правил и сферы их действия;

Рис. 3. Связь предсказуемости с неопределенностью



- крайне активное взаимодействие всех субъектов, формирующих экосистему Индустрии 4.0;
- появление новых, ранее неизвестных бизнес-моделей и цепочек создания стоимости;
- интеграция новых ИТ-систем со старыми, не предназначенными для интернета вещей;
- создание рабочих мест для Индустрии 4.0, требующих новых компетенций, в том числе для роботов;
- увеличение сложности изготавливаемых деталей;
- цифровизация бизнес-процессов, выходящая за рамки отдельных предприятий и охватывающая «повсеместно всех», например, в рамках виртуальных парков.

В современную эпоху быстрых перемен неопределенность стала «новой нормой» [Schwartz, 2012]. Принятие решений в подобных условиях называют «постнормальной наукой» [Funtowicz, Ravetz, 1990]. Некоторые элементы данной концепции, характеризующие связь неопределенности и незнания [Aven, 2013], легли в основу нашего исследования.

Результаты исследования

В контексте изучения будущего и неопределенности (в частности, в Форсайт-проектах) целесообразным представляется использовать матрицу типов неопределенности, будущего и знаний (рис. 4), базовая структура которой в виде «конуса будущего» предложена Джозефом Воросом (Joseph Voros) [Voros, 2017], помимо прочего, опирающимся на работу [Hancock, Bezold, 1994]). В основу «конуса вариантов будущего и возможностей» (*cone of futures and possibilities*) легли концепты «конуса вероятности» (*cone of plausibility*) [Taylor 1990], «конуса вариантов будущего» и «матрицы незнания и неопределенности» (*ignorance and uncertainty matrix*) [Sardar, Sweeney, 2016; Candy, 2010], идея возможности, «конус света будущего» (*future light cone*) [Hawking, 1988], а также «конус неопределенности и возможностей» (*cone of uncertainty and possibilities*) [Magnus, 2012].

Чем отдаленнее временной горизонт, тем ниже качество и фундированность знаний (т. е. выше уровень незнания) и тем выше неопределенность — с точки зрения охвата и диапазона. Рост этого показателя, в частности в отношении структурной динамики наблюдаемой системы обуславливает разные типы будущего. В полностью детерминированной системе знание о ее состоянии на начальной стадии неопределенности позволяет с большой вероятностью предсказать развитие событий в будущем [Magruk, 2017b]. В недетерминированных системах прошлые и настоящие события определяют только распределение вероятности возможных в будущем состояний [Heller, 2016].

Проиллюстрированный выше подход (см. рис. 4) позволяет выявить типы неопределенности и, как следствие, управлять ею, изменяя перспективу исследования в соответствии с разными альтернативами, которые отражены в «конусе будущего» и формируют контекст изучения неопределенности. Ниже представлены характеристики ее типов применительно к уровням знаний, соответствующих различным типам будущего.

«Нулевая» неопределенность: номологическое знание vs прогнозируемое будущее

Это крайне редкая зависимость, в которой неопределенность находится на нулевом уровне, т. е. соответствует практически 100%-й уверенности и полному детерминизму (своего рода современная версия лапласовской концепции абсолютно детерминированной Вселенной [Magruk, 2017b]). О таком будущем говорят, что оно «настанет». Подобное представление тесно связано с появлением «черных слонов» (*black elephants*) [Sardar, Sweeney, 2016] — весьма вероятных и неоднократно предсказанных экспертами событий. В этих условиях знания вызывают полное доверие, носят номологический характер и основаны на фундаментальных законах, управляющих данной реальностью. Имеющееся знание характеризуется максимальной степенью осознанности. Его можно сравнить с идеями догматических философов, таких как Платон или Локк, которые искали абсолютные основания знания [Smithson, 1989].

Поверхностная неопределенность: простое знание vs спроецированное будущее

Данная разновидность неопределенности предполагает наличие некоей тенденции и может быть отчасти ограничена с помощью релевантных знаний и Форсайт-инструментов. Спроецированное будущее — типичный продукт простых прогностических исследований, основанных на экстраполяции данных о прошлом [Pieriegud, 2015]. Под «простым» понимается знание, известное конкретным лицам. Степень осознанности имеющегося знания находится на высоком уровне: известно, что вы знаете, в чем не уверены и чего не знаете. Незнание и неопределенность можно снизить за счет обучения, исследований, учета альтернативных точек зрения, постановки правильных вопросов и обработки имеющейся информации для формулирования гипотез, проливающих свет на наблюдаемые явления и процессы [Sardar, Sweeney, 2016].

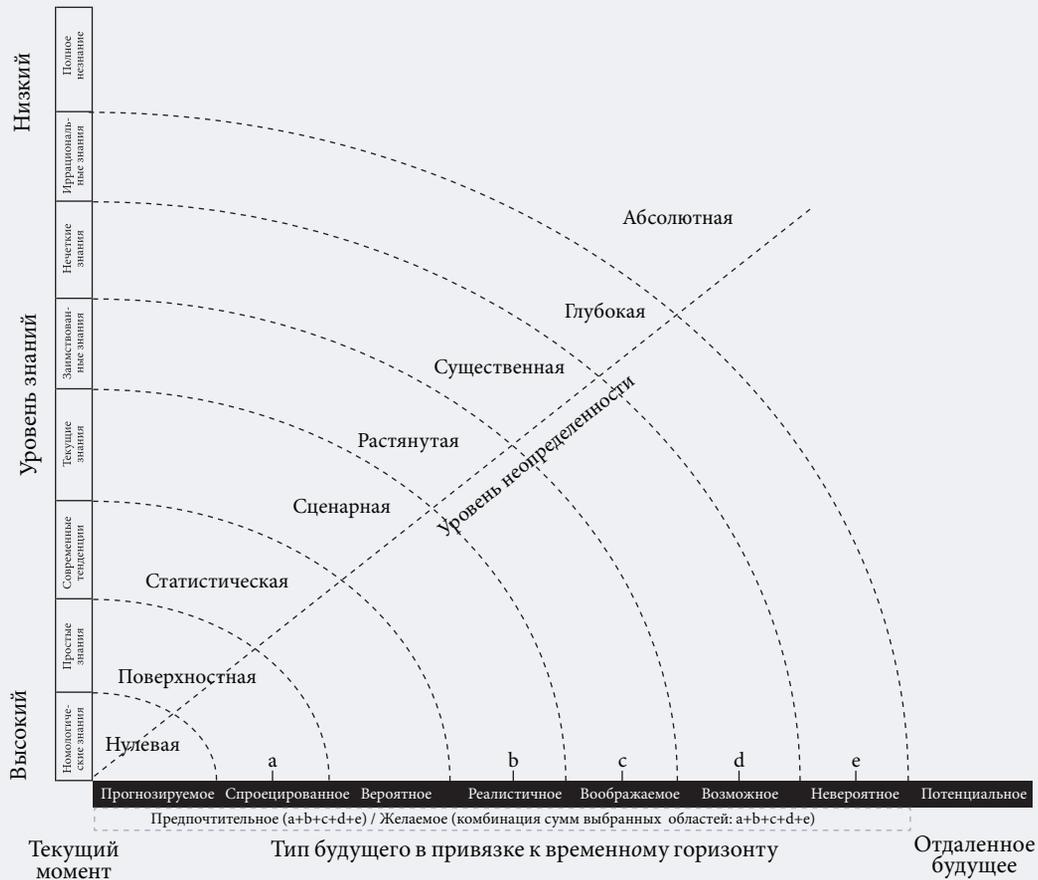
Статистическая неопределенность: текущие тенденции vs вероятное будущее

В данном случае неопределенность возникает из четко описанной функциональной связи. Уровень знаний тесно связан со степенью осознанности и информированности о текущих тенденциях и мегатрендах. При всей определенности последних, они всегда содержат некоторые элементы неопределенности. Все результаты (выраженные стохастически) и все вероятности известны [Refsgaard et al., 2012]. Такое будущее базируется на наших знаниях о нем, в которых мы вполне уверены [Larsen, 2006]. Примером статистической неопределенности служит неопределенность измерений, связанная с ошибкой выборки, неточностью или погрешностью [Walker et al., 2003].

Сценарная неопределенность: текущее знание vs реалистичное будущее

Знания основаны на актуальном уровне понимания мироустройства [Voros, 2017]. Весь спектр возможных вариантов будущего и их вероятностей здесь заведомо

Рис. 4. Матрица типов неопределенности, будущего и знаний



Источник: составлено автором.

неизвестен [Refsgaard et al., 2012]. Реалистичное будущее не предлагает прогноза развития событий, но описывает то, что может произойти [Voros, 2017; Walker et al., 2003]. Сценарная неопределенность связана с внешним (часто лишь формирующимся) окружением системы и тем влиянием, которое на нее оказывается [Walker et al., 2003]. Неопределенные сценарии допускают дискретный набор возможных следствий, однако механизмы, обуславливающие реализацию того или иного варианта, не вполне понятны, что затрудняет оценку их вероятности.

Расширенная неопределенность: заимствованное знание vs воображаемое будущее

В данном случае знания исходят из (наивного) убеждения, что предложенные кем-то решения будут соответствовать реальности. Неопределенность заключается в широком спектре альтернатив (почерпнутых из рекламы, корпоративных стратегий, популярных футурологических и научно-фантастических романов, фильмов, телепрограмм и других источников). Несмотря на столь значительный разброс, речь идет об ограниченном числе ключевых переменных. Воображаемое будущее похоже на «знакомое» (*familiar*) [Sardar, Sweeney, 2016]

и «привычное» (*used*) [Inayatullah, 2008] — из набора базовых концепций исследований будущего. Таковы чьи-то образы будущего, чье-то желаемое будущее или неосознанно заимствованные из научной литературы представления.

Существенная неопределенность: смутное знание vs возможное будущее

Определить общее направление перемен в настоящем невозможно. Будучи предельно туманными, подобные знания включают широкий спектр альтернатив и множество возможных траекторий. Вместе с тем мы можем понять, чего не знаем и что именно должны выяснить в будущем. Подобная неопределенность обусловлена общей запутанностью, хаосом и противоречивостью анализируемой информации и вызвана сложной проблемой: мы понимаем, что нам не хватает знаний; мы не знаем, чего именно не знаем, однако до некоторой степени можем это осознать [Sardar, Sweeney, 2016]. Грань между воображаемым и возможным будущим крайне зыбкая, причем различия основаны на том, что при создании образа воображаемого будущего мы опираемся на уже кем-то описанные мнимые примеры, а при фор-

мировании образа возможного будущего можем придумывать их сами.

Глубокая неопределенность: иррациональное знание vs невероятное будущее

Мы не знаем, чего не знаем, но ошибочно полагаем (основываясь на существующих парадигмах и способах познания, бытия и действия), что знаем достаточно. Такие представления выходят за рамки обыденного мышления, не позволяющего на них сфокусироваться или их обдумать. Эти знания требуют радикально новых способов осмысления. Неопределенность остается глубокой, поскольку направление, масштабы и эффект перемен носят неосознанный характер и отсутствует возможность выяснить состояние системы в силу полной неадекватности нашего мировоззрения или эпистемологии. Подобное невероятное будущее называют «непредусмотренным» [Sardar, Sweeney, 2016]. Не будучи немислимым (неожиданным или непредвиденным), оно скорее включает в себя практически бесконечное число альтернативных вариантов.

Абсолютная неопределенность: полное незнание vs потенциальное будущее

Знание находится на нулевом уровне (ситуация полного незнания) и относится к вещам, которые невозможно вообразить. «Полное незнание» нельзя отнести ни к одному из типов незнания [Smithson, 1989]. Оно выходит за рамки научного, логического, математического или иного «надлежащего» анализа. Однако тот факт, что мы не можем представить себе некое будущее, не исключает его реализации [Voros, 2017]. Абсолютная неопределенность порождена изначальной (онтологической) изменчивостью, которую невозможно снизить. Этот вид неопределенности отстаивали пирронисты — абсолютные скептики, отрицавшие существование чего-либо достоверного и точно известного, поскольку никто не воспринимает реальность адекватно и разумно [Smithson, 1989]. Потенциальное будущее остается неопределенным и «открытым», а не «фиксированным» или неизбежным [Voros, 2017].

Перечисленные категории неопределенности не всегда легко различить. Зачастую это вопрос удобства и оценки применительно к характеристикам исследуемой проблемы и наличия или отсутствия знаний в отдельно взятый момент [Walker et al., 2003].

Абсолютное будущее объекта исследования обусловлено совокупностью (суммой) всех событий (*a* или/и *b* или/и *b* или/и *b*/и *c* и/или *d* или/и *e*), с которыми человек может (но не обязательно должен) взаимодействовать. Если разделить предпочтительное будущее на подобласти *a*, *b*, *c*, *d* и *e* в привязке к соответствующим типам неопределенности и знаний, будущее становится предпочтительным только при определенной конфигурации факторов от *a* до *e*. В ходе Форсайт-исследования можно сформировать и другие комбинации факторов, определяющие желаемое будущее. В табл. 2 представлена классификация, основанная на выделении десяти методов Форсайта, которые ранее были описаны в лите-

ратуре [Magruk, 2011]. Для минимизации неопределенности в прогностических исследованиях необходимо учитывать специфику используемых методов (табл. 2), выбор которых в значительной степени зависит от типа рассматриваемого будущего и уровня обеспечиваемых ими знаний. Матрица методов, представленная в табл. 3, составлена на основе анализа характеристик различных методов Форсайта и богатого опыта участия автора в Форсайт-проектах.

Ключевым аспектом Форсайт-методологии выступает выбор эффективных методов формирования желаемого будущего [Magruk, 2013]. Представленные в табл. 3 результаты могут оказаться полезны для решения этой задачи в ситуации, когда известно, с каким будущим мы имеем дело. Помимо многочисленных факторов, влияющих на Форсайт-процесс, тип будущего может зависеть от целей исследования [Magruk, 2015]. Конкретные технологические направления, представленные в четвертой строке табл. 3, почерпнуты из «Таблицы подрывных технологий» (Table of Disruptive Technologies), составленной в рамках проекта Imperial Tech Foresight [Watson, Cupani, 2018]. Приведенные примеры технологий были ограничены временным горизонтом, установленным авторами цитируемого исследования, и наличием соответствующих знаний.

Технологии криптовалюты, упомянутые в первом столбце табл. 3, служат ответом на потребность четвертой промышленной революции в открытом безграничном платежном протоколе, одним из наиболее популярных форматов которого выступает биткойн [Gil-Pulgar, 2016]. Продуктивными Форсайт-методами в данном случае представляются интервью, экспертные панели, прогнозы гениев, анализ мегатрендов, эссе, обзор литературы. Первые три метода рекомендованы основателем и исполнительным председателем Всемирного экономического форума Клаусом Швабом (Klaus Schwab), по мнению которого, блокчейн и биткойны находятся «в сердце» Индустрии 4.0 [Gil-Pulgar, 2016]. Связка «нулевая неопределенность, номологическое знание и прогнозируемое будущее» представляется вполне корректной для данной технологии.

В число ключевых технологических компонентов Индустрии 4.0 наряду с носимыми устройствами (например, умными очками), приложениями дополненной реальности, системами распределенного бухгалтерского учета (блокчейн и др.) и аналитикой больших данных, входят также автономные транспортные средства, в том числе мультиагентные системы (второй столбец табл. 3). Согласно наукометрическим и кабинетным исследованиям (рекомендуемые Форсайт-методы этой группы) беспилотный транспорт важен для Индустрии 4.0 в двух отношениях: внутренние перевозки (например, роботы для разгрузки прицепов или комплектации деталей на «умных фабриках») и внешнее транспортное сообщение (например, автономные грузовики и дроны). Поверхностная неопределенность, характерная для этой части таблицы, отражает ряд описанных в литературе тенденций [Hermann et al., 2016; Hofmann, Rüscher, 2017; Lom et al., 2016].

Табл. 2. Классификация методов Форсайт-исследований

Класс	Форсайт-методы
Консультативные	Голосование, опросы, обследования, интервью, экспертные панели, эссе, конференции, семинары, общественные группы, мозговой штурм
Креативные	Джокеры, диаграммы связей, латеральное мышление, «колесо будущего», ролевые игры, деловые стратегические игры, синектический метод, спекулятивное письмо (<i>speculative writing</i>), визуализация, метафоризация, инверсия допущений
Прескриптивные	Деревьё релевантности, морфологический анализ, детализированные картины, картирование разногласий, картирование будущего, ретрополяция, матрица социально-ответственного инвестирования (<i>socially responsible investing, SRI</i>), анализ научной фантастики, инкастинг, прогнозы гениев, биографии будущего, теория решения изобретательских задач (ТРИЗ), история будущего, альтернативная история
Мульти-критериальные	Ключевые технологии, анализ исходных данных, анализ миграции, анализ shift-share, оценка охвата данных, факторный анализ, анализ корреспонденции, кластерный анализ, анализ чувствительности, аналитическая иерархия процессов, анализ затрат и результатов, приоритизация, простая мультиатрибутивная техника ранжирования (Simple Multi-Attribute Rating Technique, SMART), методология быстрых платформенных инноваций (Platform Rapid Innovation Methodology, PRIME), мультикритериальное принятие решений (Multiple-Criteria Decision-Making, MCDM)
Радарные	Наукометрия, вебометрия, патентный анализ, библиометрия, технологическое замещение, анализ S-кривой, картирование технологий, метод аналогий
Моделирование	Деревьё вероятности, экстраполяция трендов, анализ длинных волн, использование индикаторов, стохастическое прогнозирование, деревьё классификации, моделирование и симуляция, динамика систем, агентное моделирование
Диагностические	Объектная симуляция, анализ силового поля, словесный ромб, SWOT-анализ, STEEPVL-анализ, институциональный анализ, модель «демография – экология – управление – экономика – общество – технологии» (Demographics – Environment – Governance – Economics – Society – Technology, DEGEST), метод проб и ошибок, анализ требований, теория ограничений, управление проблемами, контрастный анализ технических объектов (ANaliza Kontrastowa Obiektow Technicznych (ANKOT) — польск., Contrastive Analysis of Technical Subjects)
Аналитические	Индекс «Состояние будущего» (SOFI), анализ заинтересованных сторон, анализ перекрестного воздействия, анализ эффекта трендов, структурный анализ, анализ мегатрендов, анализ критического воздействия, технологический барометр, анализ издержек и выгод, технологическая разведка, технологическая вахта, анализ устойчивости, сканирование окружающей среды, контент-анализ, анализ видов и последствий отказов (FMEA), анализ рисков, бенчмаркинг
Обследование	Веб-исследования, кабинетные исследования, оценка технологий, анализ социальных сетей, обзор литературы, слабые сигналы, ретроспективный анализ, макроисторический подход, анализ «зеркала заднего вида»
Стратегические	Технологические дорожные карты, позиционирование технологий, метод Дельфи, сценарный подход, оценка социального эффекта, скрининг робастных портфельных моделей (Robust portfolio models, RPM), технологическое сканирование, оценка множественных перспектив, анализ каузальных слоев, метод Гавайской школы Мапоа, практическое обучение

Источник: [Magruk, 2011].

Что касается третьего столбца табл. 3, связанного с веб-исследованиями, то, по данным ведущей европейской организации в сфере цифровых инноваций и предпринимательского образования EIT Digital и иных статистических исследований, компаньоны-аватары (например, чат-боты, инженерные ассистенты) все глубже проникают как на потребительский рынок, так и в промышленность. Растет интерес к использованию чат-ботов для поддержки совместной деятельности людей и машин в рамках производственных процессов (некоторые компании, например IBM, считают это шагом в направлении Индустрии 4.0 [Saracco, 2018; Jassova, 2019]). В рамках Индустрии 4.0 анализ данных, выполненный аватаром чат-ботом, поможет оперативно выявить возникающие сбои, а результаты такого анализа легко конвертируются в формат, понятный не только машине, но и людям [Voker, 2019].

Четырехмерные, или «умные», материалы (четвертый столбец табл. 3) создаются в ходе так называемого аддитивного производства и пока находятся на ранней стадии разработки («текущие знания» применительно к табл. 3). В отличие от трехмерных материалов, которые в настоящее время активно используются для развития Индустрии 4.0, четырехмерные получают дополни-

тельное измерение «времени/памяти». Использование подобных материалов в рамках Индустрии 4.0 обеспечивает такие полезные функции, как возможность реконфигурации печатной структуры и получение желаемых свойств материала с течением времени («текущие знания» применительно к табл. 3). К числу секторов, в которых могут применяться четырехмерные материалы (с учетом сценарной неопределенности), относятся производство медицинской техники и оборудования, швейная и ювелирная промышленность, энергетика, «мягкая» робототехника и космическая промышленность [Dilberoglu et al., 2017].

Концепция «роевой робототехники» (пятый столбец) базируется на применении множества (десятков и сотен) простых машин для выполнения сложных задач. На основе простых правил локального взаимодействия рои роботов формируют надежные, масштабируемые и гибкие стратегии коллективного поведения для координации совместных действий. Пробразом для роевой организации роботов (как и в случае биомимикрии [Passino, 2005]) обычно служат самоорганизующиеся природные системы — колонии муравьев, пчел, птиц, рыб и т. п. («заимствованные знания»). Потенциал роевой робототехники применительно

Табл. 3. Матрица Форсайт-методов в зависимости от типов будущего, неопределенности и знаний (с примерами технологий Индустрии 4.0)

ТИП БУДУЩЕГО	Время →								
	Прогнозируемое (а)	Спрогнозированное (а)	Вероятное (а)	Реалистичное (б)	Вообразимое (с)	Возможное (е)	Невероятное (е)	Потенциальное	Предпочитаемое/желаемое
УРОВЕНЬ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	Нулевая	Поверхностная	Статистическая	Сценарная	Расширенная	Существенная	Глубокая	Абсолютная	Комбинация видов неопределенности
УРОВЕНЬ (ОСОЗНАНОСТИ) ЗНАНИЙ	Номологические знания	Простые знания	Современные тенденции	Текущие знания	Заимствованные знания	Смутные знания	Иррациональные знания	Полное незнание	Совокупность экспертных знаний
ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИНДУСТРИИ 4.0	Криптовалюты	Беспилотная доставка	Компаньоны-аватары	Четырехмерные материалы	Роевая робототехника	Технологии улучшения человека	Искусственное сознание	?	Инновационные технологии
КЛАССЫ ФОРСАЙТ-МЕТОДОВ	ПРИМЕРЫ ФОРСАЙТ-МЕТОДОВ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ ТИПАМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ, БУДУЩЕГО И УРОВНЯМ (ОСОЗНАНОСТИ) ЗНАНИЙ								
Консультативные	Экспертные панели		Обследования	Конференции	Интервью	Семинары	Эссе	Экспертные панели	Комбинация выбранных методов, относящихся к разным классам
Креативные		Диаграммы связей	Колесо будущего	Метафоризация	Визуализация	Джокеры	Спекулятивное письмо		
Прескриптивные	Прогнозы гениев	ТРИЗ	Морфологический анализ	Деревья релевантности	Картирование будущего	Подробные картины	Альтернативная история, научная фантастика	Прогнозы гениев	
Мультикритериальные		Аналитическая иерархия процессов	Анализ охвата данных	Ключевые технологии	Кластерный анализ				
Радарные	Четырехмерные материалы	Наукометрия	Вебометрия	Картирование технологий				Метод аналогий	
Моделирование		Экстраполяция трендов	Деревья вероятности, стохастическое прогнозирование	Деревья классификации	Моделирование и симуляция		Анализ длинных волн	Динамика систем	
Диагностические		STEERPV	Анализ силового поля	SWOT, DEGEST	Объектная симуляция				
Аналитические	Анализ мегатрендов	Анализ перекрестного воздействия	Анализ эффекта трендов	Контент-анализ	Бенчмаркинг			Технологическая вахта, сканирование окружающей среды	
Обследование	Обзор литературы	Кабинетные исследования	Веб-исследования	Оценка технологий	Анализ соцсетей	Слабые сигналы	Макроисторический подход		
Стратегические		Технологическое сканирование	Метод Дельфи	Сценарный подход	Дорожные карты	MANOA	Скрининг розничных цен		

Источник: составлено автором.

к идее Индустрии 4.0 основан на модульных решениях, например, в виде машин, изменяющих свою форму, как в фильме «Терминатор» (вообразимое будущее), или программируемых материалов как альтернативы 3D-печати. Преимущество роевых роботов состоит в их автономности и возможности координировать выполнение поставленных задач. Если небольшая группа роботов выйдет из строя, это не повлечет за собой автоматического срыва всей задачи. Впрочем, данная идея

порождает множество проблем алгоритмического, технического и финансового характера. Невозможность централизованно контролировать роевых роботов и/или отсутствие у них доступа к глобальным базам знаний [Brambilla et al., 2013] также ставят под вопрос развитие этой технологии в контексте Индустрии 4.0 (растянутая неопределенность).

Технологии улучшения человека (шестой столбец) обеспечивают высокий уровень симбиоза машин и

живых организмов (например, подключение человеческого мозга к глобальным и иным базам данных через интернет). Некоторые визионеры предсказывают, что подобная интеграция станет возможной благодаря достижениям генетики, кибер-, нано- и биотехнологий, ИИ и других сегментов [McIntosh, 2010]. В этом аспекте концепция Индустрии 4.0 полностью соответствует идее «паутины вещей» (Web 4.0) [Muller, 2008]. Такая картина будущего предрекает [Sarowski, 2017]:

- высокоразвитый симбиоз и взаимодействие человека с машинами;
- сетевую интеграцию практически всех устройств, благодаря полной реализации концепции интернета вещей;
- новый тип коммуникаций как между людьми и предметами, так и напрямую между последними.

Значительная неопределенность, характерная для смутных знаний и потенциального будущего, сопряжена с идеей создания нового поколения (сверх)людей путем выхода на новый уровень эволюции. Сопряженная со множеством критических проблем в области безопасности, данная идея требует применения таких методов Форсайта, как джокеры, детализированные картины и слабые сигналы. Согласно этой концепции, человек сохранит свою значительную роль, несмотря на повсеместное проникновение технологий, как в концепции Индустрии 5.0 [Skobelev, Borovik, 2017; Guttman et al., 2017].

Под «искусственным сознанием» (*artificial consciousness*) понимается способность интеллектуальных машин конкурировать с человеческим разумом, что пока остается уделом научной фантастики. Речь идет о ситуации глубокой неопределенности, иррационального во многих отношениях знания и невероятного будущего. Этот подход поднимает следующие философские вопросы: могут ли компьютеры мыслить? является ли сознание исключительной прерогативой человека? может ли компьютерное оборудование воспроизводить сознание? (аспект, считающийся наименее доступным для ИИ [Chrisley, 2008]). Трудности при попытке ответить на такие вопросы вызваны тем, что это требует знаний из самых разных областей, включая информатику, нейрофизиологию, философию и религию [Buttazzo, 2001]. Релевантными поэтому оказываются такие методы Форсайта, как эссе, спекулятивное письмо, альтернативная история, анализ научной фантастики и макроисторический подход. В контексте развития Индустрии 4.0 искусственное сознание полностью соответствует идее пятого поколения интернета — «паутины мыслей» (*web of thoughts*), опирающейся на целый спектр технологий, включая коллективный разум, искусственный мозг, цифровую ауру, которые открывают путь целенаправленному адаптивному поведению автономных роботов как морфологическому выражению их материального субстрата [Cardon, 2006]. Роль человеческого фактора в данном случае сводится к нулю.

В последнем столбце табл. 3 приведены комбинации методов для соответствующих классов в зависимости от типа желаемого будущего, определяемого сочетани-

ем областей *a*, *b*, *c*, *d* и *e*. Разновидностью желаемого будущего выступает предпочтительное будущее как сумма всех областей ($a + b + c + d + e$). Другие комбинации (включающие две, три или четыре области) образуют желаемое будущее. Всего возможны 25 комбинаций типов будущего, однако общее число возможных вариаций Форсайт-методов огромно. Например, сочетание любых шести из 116 выделенных методов дает более 3 млрд комбинаций [Magruk, 2013].

Обсуждение

Выделенные исходя из анализа профильной литературы типы будущего (прогнозируемое, спроецированное, вероятное, реалистичное, воображаемое, возможное, невероятное и потенциальное) и уровни неопределенности (нулевая, поверхностная, статистическая, сценарная, расширенная, существенная, глубокая и абсолютная) позволили разработать оригинальную шкалу уровней знания: номологическое; простое; отражающее актуальные тенденции; основанное на современных знаниях; заимствованное; смутное (относящееся к будущим знаниям); иррациональное; полное незнание.

Предложенная матрица типов неопределенности, будущего и знаний имеет ряд отличий от модели Вороса:

- предложен новый тип будущего — «воображаемое будущее»;
- предпочтительное будущее сегментировано на подобласти *a*, *b*, *c*, *d* и *e* в зависимости от типов неопределенности и знаний; будущее становится предпочтительным только при определенной конфигурации факторов в виде сочетания (суммы) указанных областей (от *a* до *e*), а в других вариациях остается желаемым (в терминах Форсайт-исследований).

Столь схематичный подход позволяет дать убедительный (хотя и упрощенный) ответ на вопрос о том, какие уровни неопределенности и знания определяют выбор методов для Форсайт-исследования. Предложенная методология представляется перспективной по нескольким причинам. С одной стороны, она позволяет выполнять фундаментальные исследования и глубокий теоретический анализ, с другой — вносит вклад в развитие Форсайт-методологии в целом, позволяя эффективно выявлять новые сложные феномены в стадии формирования, такие как Индустрия 4.0. К другим областям, заслуживающим методологического анализа в контексте исследований будущего, неопределенности и знаний, относятся «интернет всего», Индустрия X.0, Индустрия/Web 5.0, «сильный ИИ» и др.

Заключение

Адаптация Форсайт-методов, относящихся к разным классам (и/или их комбинации), к конкретным типам будущего позволяет управлять неопределенностью, а не рассматривать ее лишь в качестве неявного фона Форсайт-исследований.

В статье предпринята попытка объединить три методологические области: неопределенность, Форсайт и знание. Сложная взаимосвязь между ними рассмотрена сквозь призму их характеристик, в чем и состоит оригинальный вклад в развитие представленных в литературе концепций. Выявленная тесная взаимосвязь свидетельствует о достижении поставленной задачи исследования.

Принципиальный аспект Форсайт-методологии состоит в выборе адекватных методов исследования для формирования желаемого будущего. Представленные в статье результаты позволят улучшить механизм выбора оптимальных Форсайт-методов в ситуации, когда известны тип будущего, уровень неопределенности и уровень знаний, с которыми мы имеем дело.

Библиография

- Соколов А., Чулок А. (2012) Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года: ключевые особенности и первые результаты // Форсайт. Т. 6. № 1. С. 12–25.
- Abood D., Quilligan A., Narsalay R. (2017) *Industry X.0 Combine and Conquer: Unlocking the Power of Digital*. Dublin: Accenture. Режим доступа: <https://www.accenture.com>, дата обращения 11.12.2019.
- Amara R. (1974) The futures field: Functions, forms, and critical issues // *Futures*. Vol. 6. № 4. P. 289–301. DOI:10.1016/0016-3287(74)90072-X.
- Ansari F., Erol S., Sihn W. (2018) Rethinking Human-Machine Learning in Industry 4.0: How Does the Paradigm Shift Treat the Role of Human Learning? // *Procedia Manufacturing*. Vol. 23. P. 117–122.
- Atherton J.S. (2013) Doceo. Knowing and not knowing. Режим доступа: <http://www.doceo.org.uk/tools/knowning.htm>, дата обращения 25.09.2019.
- Aven T. (2010) On how to define, understand and describe risk // *Reliability Engineering and System Safety*. Vol. 95. № 6. P. 623–631.
- Aven T. (2013) Practical implications of the new risk perspectives // *Reliability Engineering and System Safety*. № 115. P. 136–145.
- Bereziński M., Hołubiec J. (1981) Podejmowanie decyzji w warunkach niepewności informacyjnej [Decision making under conditions of information uncertainty] // *Metody modelowania i optymalizacji systemów energetycznych w warunkach niepewności* [Methods for modeling and optimization of energy systems in conditions of uncertainty] / Ed. W. Bojarski. Wrocław: PAN, Ossolineum. P. 64–78 (in Polish).
- Bojarski W. (1981) Zagadnienia nieokreśloności wielkich systemów i niepewności [Indeterminacy issues of great systems and uncertainties] // *Metody modelowania i optymalizacji systemów energetycznych w warunkach niepewności* [Methods of modeling and optimization of energy systems under uncertainty] / Ed. W. Bojarski. Wrocław: PAN, Ossolineum. P. 7–28 (in Polish).
- Boker A. (2019) Industry 4.0: How Chatbot Data Analytics are Helping to Shape the Internet of Things within Telecommunications. Режим доступа: <https://www.glassboxdigital.com/learn-about-chatbot-data-analytics/>, дата обращения 01.10.2019.
- Bombola P. (2014) Uogólniona niepewność zewnętrzna i wewnętrzna [General external and internal uncertainty] // *Ekonomia i Zarządzanie*. Vol. 6. № 1. P. 127–141 (in Polish).
- Brambilla M., Ferrante E., Birattari M., Dorigo M. (2013) Swarm robotics: A review from the swarm engineering perspective // *Swarm Intelligence*. Vol. 7. № 1. P. 1–41.
- Buttazzo G. (2001) Artificial consciousness: Utopia or real possibility? // *Computer*. Vol. 34. № 7. P. 24–30.
- Candy S. (2010) *The futures of everyday life: Politics and the design of experiential scenarios*. Honolulu, HI: University of Hawaii at Manoa.
- Cardon A. (2006) Artificial consciousness, artificial emotions, and autonomous robots // *Cognitive Processing*. Vol. 7. № 4. P. 245–267.
- Chodakowska E., Nazarko J. (2017) Environmental DEA method for assessing productivity of European countries // *Technological and Economic Development of Economy*. Vol. 23. № 4. P. 589–607.
- Chrisley R. (2008) Philosophical foundations of artificial consciousness // *Artificial Intelligence in Medicine*. Vol. 44. № 2. P. 119–137.
- Cividino S., Egidi G., Zamboni I., Colantoni A. (2019) Evaluating the Degree of Uncertainty of Research Activities in Industry 4.0 // *Future Internet*. Vol. 11. № 9. Article 196. P. 1–21. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/335765945_Evaluating_the_Degree_of_Uncertainty_of_Research_Activities_in_Industry_40/fulltext/5d7a43fca6fdcca980e1bbd6/Evaluating-the-Degree-of-Uncertainty-of-Research-Activities-in-Industry-40.pdf, дата обращения 24.01.2020.
- Courtney H. (2001) *20/20 Foresight: Crafting strategy in an uncertain world*. Boston, MA: Harvard Business Press.
- Courtney H., Kirkland J., Vigerie P. (1997) Strategy under Uncertainty // *Harvard Business Review*. Vol. 75. № 6. P. 67–79.
- Dilberoglu U.M., Gharehpapagh B., Yaman U., Dolen M. (2017) The role of additive manufacturing in the era of industry 4.0 // *Procedia Manufacturing*. Vol. 11. P. 545–554.
- Funtowicz S.O., Ravetz J.R. (1990) *Uncertainty and quality in science for policy*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer Science & Business Media.
- Gawel B., Rebiasz B., Skalna I. (2015) Teoria prawdopodobieństwa i teoria możliwości w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych [Probability theory and possibility theory in investment decision making] // *Studia Ekonomiczne*. Vol. 248. P. 62–79 (in Polish).
- Gil-Pulgar J. (2016) Bitcoin: Welcome to the Fourth Industrial Revolution. Режим доступа: <https://news.bitcoin.com/bitcoin-fourth-industrial-revolution/>, дата обращения 15.10.2019.
- Guimaraes Pereira A., von Schomberg R., Funtowicz S. (2006) Foresight knowledge assessment // *International Journal of Foresight and Innovation Policy*. Vol. 3. № 1. P. 53–75.
- Guttman U., Papst J., Merlo R., Kane D., Bieser G., Grob O. (2017) *Industry 4.0: What's Next. An SAP Point of View*. SAP White Paper. Режим доступа: <https://www.sap.com/documents/2017/05/bae613d3-b97c-0010-82c7-eda71af511fa.html>, дата обращения 23.01.2020.

- Hancock T., Bezold C. (1994) Possible futures, preferable futures // *Healthcare Forum Journal*. Vol. 37. № 2. P. 23–29.
- Hariri R.H., Fredericks E.M., Bowers K.M. (2019) Uncertainty in big data analytics: Survey, opportunities, and challenges // *Journal of Big Data*. Vol. 6. № 1. Article 44 (online). Режим доступа: <https://www.springerprofessional.de/content/pdfid/16778576/10.1186/s40537-019-0206-3>, дата обращения 24.01.2020.
- Hawking S.W. (1988) *A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes*. New York: Bantam Dell Publishing Group.
- Heller M. (2016) *Filozofia przypadku [Philosophy of Chance]*. Kraków: Copernicus Center Press (in Polish).
- Hermann M., Pentek T., Otto B. (2016) Design principles for industrie 4.0 scenarios // *Proceedings of the 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)*. Piscataway, NJ: IEEE. P. 3928–3937.
- Hofmann E., Rüsck M. (2017) Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics // *Computers in Industry*. Vol. 89. P. 23–34.
- Inayatullah S. (2008) Six pillars: Futures thinking for transforming // *Foresight*. Vol. 10. № 1. P. 4–21.
- Jalonen H. (2012) The Uncertainty of Innovation: A Systematic Review of the Literature // *Journal of Management Research*. Vol. 4. № 1. P. 1–47. DOI: 10.5296/jmr.v4i1.1039.
- Janasz K. (2009) Ryzyko i niepewność w gospodarce — wybrane aspekty teoretyczne [Risk and Uncertainty in Economy — Chosen Theoretical Aspects] // *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*. Vol. 14. P. 87–98 (in Polish).
- Jassova B. (2019) Chatbot Statistics Compilation 2019: The State of Market & Business Opportunities. Режим доступа: <https://landbot.io/blog/chatbot-statistics-compilation/>, дата обращения 29.09.2019.
- Jędralska K., Czech A. (2011) O naturze niepewności i jej interpretacjach [The nature of uncertainty and its interpretations] // *Master of Business Administration*. Vol. 19. № 3. P. 9–18 (in Polish).
- Jemala M. (2010) Evolution of foresight in the global historical context // *Foresight*. Vol. 12. № 4. P. 65–81.
- Jenssen S. (2010) *Foresight between uncertainty and convention: An ethnographic study of research policy foresight at the Research Council of Norway (PhD thesis)*. Oslo: University of Oslo.
- Kaivo-oja J.Y., Katko T.S., Seppala O.T. (2004) Seeking convergence between history and futures research // *Futures*. № 36. P. 527–547.
- Kononiuk A., Nazarko J. (2014) *Scenariusze w antycypowaniu i kształtowaniu przyszłości [Scenarios for anticipating and shaping the future]*. Warszawa: Wolters Kluwer (in Polish).
- Larsen S.C. (2006) The Future's Past: Politics of Time and Territory among Dakelh First Nations in British Columbia // *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*. Vol. 88. № 3. P. 311–321. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0459.2006.00224.x>, дата обращения 19.01.2020.
- Lindley D.V. (2013) *Understanding Uncertainty*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Lom M., Pribyl O., Svitek M. (2016) Industry 4.0 as a part of smart cities // *Proceedings of the 2016 Smart Cities Symposium Prague (SCSP)*, 26–27 May 2016 / Ed. M. Koukol. Piscataway, NJ: IEEE. P. 22–27.
- Magnus S. (2012) Exploratory or normative: New show. *Adventure future* // *Stephmag*. 27.02.2012. Режим доступа: <http://adventurefuture.wordpress.com/2012/02/27/exploratory-or-normative-new-show/>, дата обращения 14.10.2019.
- Magruk A. (2011) Innovative classification of technology foresight methods // *Technological and Economic Development of Economy*. Vol. 17. № 4. P. 700–716.
- Magruk A. (2013) Hybrid concept in foresight methodology. Paper presented at The XXIV ISPIM Conference — Innovating in Global Markets: Challenges for Sustainable Growth in Helsinki, Finland, 16–19 June 2013. Режим доступа: <https://search.proquest.com/openview/bc729a2c014ecc2e2b45d0704766d8eb/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1796422>, дата обращения 16.01.2020.
- Magruk A. (2015) The Most Important Aspects of Uncertainty in the Internet of Things Field — Context of Smart Buildings // *Procedia Engineering*. Vol. 122. P. 220–227. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.10.028.
- Magruk A. (2016) Uncertainty in the sphere of the industry 4.0 — potential areas to research // *Business, Management and Education*. Vol. 14. № 2. P. 275–291.
- Magruk A. (2017a) Concept of uncertainty in relation to the foresight research // *Engineering Management in Production and Services*. Vol. 9. № 1. P. 46–55.
- Magruk A. (2017b) Phenomenon of Uncertainty in the Process of Holistic Anticipation of Non-deterministic Reality // *Procedia Engineering*. Vol. 182. P. 434–442.
- McIntosh D. (2010) The transhuman security dilemma // *Journal of Evolution and Technology*. Vol. 21. № 2. P. 32–48.
- Muller N. (2008) *The Web Expansion. From Web of Things to Web of Thoughts*. Режим доступа: www.trendone.de, дата обращения 21.10.2019.
- Nahavandi S. (2019) Industry 5.0 — A Human-Centric Solution // *Sustainability*. Vol. 11. № 16. Article 4371. P. 1–13. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/335148344_Industry_50-A_Human-Centric_Solution, дата обращения 24.01.2020.
- Njå O., Solberg Ø., Sverre Braut G. (2017) Uncertainty — Its Ontological Status and Relation to Safety // *The Illusion of Risk Control. What Does it Take to Live With Uncertainty?* / Eds. G. Motet, C. Bieder. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. P. 5–21. Режим доступа: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-32939-0_2, дата обращения 19.12.2019.
- Passino K.M. (2005) *Biomimicry for optimization, control, and automation*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer Science & Business Media.
- Pieriegud J. (2015) Wykorzystanie megatrendów do analizy przyszłościowego rozwoju sektorów gospodarki [Using megatrends to analyse the future development of economic sectors] // *Megatrendy i ich wpływ na rozwój sektorów infrastrukturalnych [Megatrends and their impact on the development of infrastructure sectors]* / Eds. J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud. Gdańsk: Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową — Gdańska Akademia Bankowa. P. 8–25 (in Polish).
- Poli R. (2017) *Introduction to Anticipation Studies*. Vol. 1. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer International Publishing.

- Refsgaard J.C., Arnbjerg-Nielsen K., Drews M., Halsnaes K., Jeppesen E., Madsen H., Markandya A., Olesen J.E., Porter J.R., Christensen J.H. (2013) The role of uncertainty in climate change adaptation strategies — A Danish water management example // *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. Vol. 18. № 3. P. 337–359.
- Ringland G. (1998) *Scenario planning: Managing for the future*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Samecki W. (1967) *Ryzyko i niepewność w działalności przedsiębiorstwa przemysłowego [Risks and uncertainties in the activity of an industrial enterprise]*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne (in Polish).
- Saracco R. (2018) *Disruptive Technologies beyond 2030 for Human Machine Interactions*. Режим доступа: <https://cmte.ieee.org>, дата обращения 18.10.2019.
- Sardar Z., Sweeney J.A. (2016) The three tomorrows of postnormal times // *Futures*. Vol. 75. P. 1–13.
- Sarowski Ł. (2017) Od Internetu Web 1.0 do Internetu Web 4.0-ewolucja form przestrzeni komunikacyjnych w globalnej sieci [From Internet web 1.0 to Internet web 4.0 — the development of the communication space forms in the global network] // *Rozprawy Społeczne*. Vol. 11. № 1. P. 32–39 (in Polish).
- Schaeffer E. (2017) *Industry X.0: Realizing digital value in industrial sectors*. Munchen: Redline Verlag.
- Schwartz P. (2012) *Winning in an Uncertain Future through Scenario Planning // Delivering Tomorrow, Logistics 2050, A Scenario Study*, Bonn: Deutsche Post AG. P. 27–33.
- Shepherd D.A., Suddaby R. (2017) Theory building: A review and integration // *Journal of Management*. Vol. 43. № 1. P. 59–86.
- Skobelev P.O., Borovik S.Y. (2017) On the way from Industry 4.0 to Industry 5.0: From digital manufacturing to digital society // *Industry 4.0*. Vol. 2. № 6. P. 307–311.
- Smithson M. (1989) *Ignorance and uncertainty: Emerging paradigms*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer-Verlag.
- Taylor C.W. (1990) *Creating strategic visions*. Carlisle: Strategic Studies Institute, US Army War College, Carlisle Barracks.
- UNDP (2018) *Foresight Manual. Empowered Futures for the 2030 Agenda*. Singapore: UNDP Global Centre for Public Service Excellence.
- van der Sluijs J.P. (1997) *Anchoring amid uncertainty. On the management of uncertainties in risk assessment of anthropogenic climate change*. Den Haag: CIF-Gegevens Koninklijke Bibliotheek.
- Voros J. (2017) *Big History and Anticipation // Handbook of Anticipation. Theoretical and Applied Aspects of the Use of Future in Decision Making / Ed. R. Poli*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. P. 425–464. DOI: 10.1007/978-3-319-31737-3_95-1.
- Walker W.E., Harremoës P., Rotmans J., van der Sluijs J.P., van Asselt M.B., Janssen P., Krayen von Krauss M.P. (2003) *Defining uncertainty: A conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support // Integrated Assessment*. Vol. 4. № 1. P. 5–17.
- Watson R., Cupani A. (2018) *Table of Disruptive Technologies*. London: Imperial College. Режим доступа: <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/administration-and-support-services/enterprise-office/public/Table-of-Disruptive-Technologies.pdf>, дата обращения 15.12.2019.
- Wawiernia A. (2013) *Taksonomia niepewności [Taxonomy of uncertainty] // Zarządzanie i Finanse*. Vol. 11. № 1/3. P. 445–454 (in Polish).

Стратегии управления динамической сложностью

Елена Князева

Профессор, Школа философии, hknnyazeva@hse.ru

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, ул. Мясницкая, 20

Аннотация

Новые знания из области «науки о сложности» меняют сложившиеся представления о процессах развития, сопровождающихся неопределенностью, неустойчивостью, неоднозначностью и хаотичностью. В новой парадигме элементы «хаотичности» сложных систем и процессов, указывающие на состояние кризиса, рассматриваются не как исключительно негативные и дискретные, а как источники созидательного потенциала и обогащенный «материал» для проектирования альтернативных картин будущего. К таким элементам относятся эмерджентность, самоорганизация структур и процессов, циклы прямой и обратной связи, аттракторы перемен, точки бифуркации и др. Умелое управление сложностью, основанное на нелинейном подходе и целостном мышлении, позволяет безболезненно проходить кризисы, развилки, турбулентности и выходить на желаемые траектории развития.

В статье рассматривается кейс компании Shell с уникальными технологиями сценарного планирования, отличающимися беспрецедентной глубиной и охватом сканирования внешней среды с многочисленными сложными взаимосвязями, недоступными для идентификации в линейной логике. Компания разработала Форсайт развития энергетики в расширенном контексте, включая социальные, экологические, экономические, технологические факторы, с горизонтами до 2050–2100 гг. Подобная стратегия является частью мейнстримного тренда на изменение культуры отношения к будущему — восприятие его не как объекта исследования, а как «партнера». В альянсе с другими крупными игроками Shell готовит мировую экономику к переходу на новую модель, в приоритете которой — не увеличение потребления, а сохранение ресурсов и освоение новых источников для развития.

Ключевые слова: форсайт; нелинейность; неопределенность; партисипационное будущее; синергия; сложная система; холизм; эмерджентность, сценарное планирование, альтернативные варианты будущего

Цитирование: Knyazeva H. (2020) Strategies of Dynamic Complexity Management. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 34–45. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.34.45

Strategies of Dynamic Complexity Management

Helena Knyazeva

Professor, School of Philosophy, hknayzeva@hse.ru

National Research University Higher School of Economics, 20, Myasnitskaya str., Moscow 10100, Russian Federation

Abstract

The modern theory of complex systems changes our view of historical processes, accompanied by uncertainties, instabilities and ambiguities. The knowledge of this theory allows us to master a system or holistic thinking, and to understand the laws of functioning and growth of not just structural, but dynamic complexity. Uncertainties and chaotic elements that indicate any state of crisis are not only negative factors that we should beware of and not without fear to worry about them. We can learn to manage them and use them in

the way of renewal of social systems, producing innovations. The strategic vision of complex systems evolution becomes an effective tool for decision making and scenarios planning based on our participatory activities with alternative futures. The article examines the case of Shell Corporation, which has been using scenario thinking technologies since the early 1970s, which has given it incredible competitive advantages and incentives for rapid growth and transformation into an international energy giant.

Keywords: foresight; non-linearity; uncertainty; participatory futures; synergy; complex system; holism; emergence; scenario planning; alternative futures

Citation: Knyazeva H. (2020) Strategies of Dynamic Complexity Management. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 34–45. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.34.45

Современная теория сложности, или наука о системах (*systems science, systemics*) [François, 1999], дает концептуальные основания для понимания природы сложных динамических систем, которые определяются несколькими характеристиками. Прежде всего, это большое число элементов. Так, человеческий организм состоит из 230 типов клеток, а головной мозг имеет 80–90 млрд нейронов. Другой ключевой фактор — сложность связей между элементами. Система с особо сложными взаимосвязями может отличаться большей сложностью при меньшем числе элементов в сравнении с иной системой. Пример коммуникации двух людей с разным мировоззрением демонстрирует, что отношения между ними часто сложнее, чем поведение толпы, где индивидуальность теряется. Следующий атрибут сложности — поведение системы, режимы ее функционирования, трансформации в процессе развития. Он позволяет рассматривать систему как динамически сложную, проявляющуюся в неповторяющихся паттернах, пластичности, способности к адаптации, обучению и изменению поведения для увеличения шансов на выживание и успешное функционирование [Godfrey-Smith, 1996; Mitchell, 2009]. Иными словами, сложные системы отличаются нетривиальностью поведения, эмерджентностью, непредсказуемостью, неопределенностью, способностью к самоорганизации, циклической причинностью, цепями обратной связи, способностью малых изменений порождать драматические последствия [Erdi, 2008; Bakshi, 2017; Deaton, 2018; Kok, 2018; Nandram, Bindlish, 2017]. Динамичность системы предполагает изменение во времени и переключение между разными режимами функционирования. Одним из основных феноменов, связанных с динамикой поведения сложных систем, является холизм, которому присущи следующие свойства:

- динамические взаимодействия, обеспечивающие целостность и интегрированность системы;
- синергия — возможность получить эволюционный выигрыш от правильного, резонансно организованного взаимодействия элементов или подсистем;
- неотделимость системы от ее окружения, петли прямой и обратной связи между нею и более крупными системами, а в пределе — мир-системой.

Помимо перечисленных признаков сложная социальная система характеризуется взаимосвязью нематериальных (ментальных, когнитивных и др.) и материальных (экономических и др.) компонентов.

Простая сложность или сложная простота

Сложность и простота, хаос и порядок воспринимаются как противоположности лишь в упрощенном, абстрактном представлении. В действительности они переплетены тонкими многочисленными связями. В природных и социальных системах нет совершенной простоты или исключительной сложности, как нет и чистого хаоса (дезорганизации) либо тотального порядка. Для них характерен динамический (или детерминированный) относительный хаос, сопряженный с определенной степенью порядка (организации). Турбулентное течение воспринимается как хаотическое, обладая при

этом тонкой невидимой упорядоченной структурой. Напротив, упорядоченность и симметрия сопровождаются малыми случайными отклонениями и девиациями. По мнению Арно Спайра (Arnaud Spire), абсолютно симметричная система бесплодна и лишена способности к развитию. Плодотворно то, что лишено симметрии и находится в состоянии, далеком от равновесия [Spire, 1999]. Для характеристики сочетания сложности (*complexity*) с простотой (*simplicity*), неопределенности с определенностью применяют такие неологизмы, как *simplexity* и *perplexity*.

Эдгар Морен (Edgar Morin) дает этимологическое разъяснение понятия сложности, указывая, что «сложное» (в переводе с латинского *complexus*) буквально означает «то, что соткано, сплетено вместе» [Morin, 2002]. Отсюда вытекает первый базисный аспект сложности — холизм, а именно соединение частей или элементов с появлением целостности, которая обретает новые эмерджентные качества, не наблюдаемые в ее частях по отдельности. Нобелевский лауреат по физике (1969) Мюррей Гелл-Манн (Murray Gell-Mann) в книге «Кварк и ягуар» (*The Quark and the Jaguar*) развивает парадоксальное видение, в котором сложность структур микромира и мира живой природы сопоставимы. Мир кварков — мельчайших компонентов, образующих элементарные частицы, в доказательство существования которых он внес личный вклад, имеет много общего с миром ягуара, блуждающего в поисках добычи. Два полюса мира — простое физическое и сложное биологическое — тесно взаимосвязаны. Кварк символизирует базисные физические законы, которые управляют Вселенной, а ягуар — проявления окружающего мира в сложных адаптивных системах. Таким образом, кварк и ягуар выражают два аспекта природы — «простой» и «сложный» [Gell-Mann, 1995].

Гелл-Манн ввел термин «плектика» (*plectics*) для обозначения новой трансдисциплинарной предметной области, изучающей феномены из разных областей сквозь призму интеграции простого и сложного. Рассматриваются цепочки взаимосвязей простых базисных законов, управляющих поведением материи со сложными явлениями в их разнообразии, индивидуальности и развитии [Gell-Mann, 1996]. Понятие «плектика» (в переводе с греческого «складывать») наглядно демонстрирует свойство сложных систем в том смысле, что целое выглядит более простым (один объект вместо многих элементов), образуя сложно сплетенную ткань. Ален Бертоз (Alain Berthoz) развивает концепцию простой сложности или сложной простоты — *symplexité* [Berthoz, 2009], основанную на принципах селекции и предвосхищении на основе вероятностных оценок. В этом отношении она близка к подходам построения сценариев будущего. Особую роль играет принцип осмысленности, поскольку смысл определяет выбор цели развития. Овладение механизмами простой сложности (*symplexité*) позволяет эффективно функционировать и развиваться, так как по своей природе она предполагает, что будущее не предопределено [Berthoz, 2009]. Большинство современных методов описания сложных систем, редуцируя слож-

ность, сводят ее к простому. Устанавливаются законы для «упорядочивания» многообразия и изменчивости, определяются повторяющиеся образцы поведения в разнообразии. Сложные нелинейные функции по возможности представляются в линейных категориях, а динамика процессов экстраполируется в будущее, исходя из текущего состояния или прошлого опыта. Основатель синергетики как дисциплины Герман Хакен (Hermann Haken) разработал эвристичную модель параметров порядка, циклической причинности и принципа подчинения [Haken, 1977]. Для сложной системы достаточно определить немногие параметры порядка, которые характеризуют поведение системы как целого в динамике и связаны циклической причинностью: порождаются поведением элементов или подсистем, но, возникнув, подчиняют себе это поведение. Однозначное, детерминированное поведение системы на определенных стадиях развития возникает в результате выбора траектории в точке бифуркации, где малые влияния, флуктуации на уровне элементов могут определить дальнейшее русло развития системы как целого [Prigogine, 1989, 1997]. На этом пути из хаоса возникает порядок, из разнообразия — единство, которые длятся до следующей точки бифуркации. Ход истории природы и общества имеет вид каскада бифуркаций, а следовательно, будущее является принципиально открытым и непредсказуемым. Модель структур-аттракторов, разработанная Сергеем Курдюмовым, описывает относительно устойчивые структурированные состояния, на которые могут выходить сложные системы в процессе эволюции [Князева, Курдюмов, 2001]. Определение аттракторов как возможных будущих состояний упрощает описание сложной системы. Спектр структур-аттракторов не произволен, а дискретен, определяется внутренними свойствами сложной системы. Следовательно, не все пути в будущее возможны, а знание спектра аттракторов снижает неопределенность, поскольку указывает, какие его варианты реалистичны и достижимы.

Самоорганизация динамической системы как основа сценарного планирования в компаниях

Для того чтобы система могла самоорганизоваться, вначале она должна подвергнуться дезорганизации, под влиянием как случайных факторов, так и осознанных воздействий [Ashby, 1958]. Необходимым условием самоорганизации выступает разнообразие элементов системы. Этот принцип применим и к деловой активности: чем больше диверсифицирована деятельность компании или национальной экономики, тем она устойчивее к потрясениям. Уменьшение разнообразия системы увеличивает риски распада. Соответственно фокус на узкой специализации повышает вероятность ухода компании с рынка в случае его радикального преобразования. Динамическая устойчивость предприятия как системы означает сохранение целостности и стабильности в развитии. Она достигается благодаря непрерывным практикам созидательного разрушения, сознательному отказу от старых рамок для обретения

новой устойчивой основы. Для характеристики этого качества сложных систем исследователи предложили такие определения, как: «подвижное равновесие» [von Bertalanffy, 1932], «порядок через шум» (*order from noise*) [Prigogine, 1997], «организующая случайность» [Atlan, 1979] и «множественное единство» (*unitas multiplex*) [Morin, 1977]. Кроме того, Морен ввел понятие «плюриверс», отражающее концептуальный сдвиг в представлениях о природе Вселенной — от образа единого, уникального и однообразного мира («универса»), к представлениям о множестве альтернативных **сценариев развития** («плюриверс»).

Перечисленные термины иллюстрируют в разных ракурсах идею о том, что доля хаоса, разнообразие элементов, процессы с определенной степенью свободы поддерживают жизнь компаний, секторов, рынков и экономик как сложных систем. Различают сложноставные системы (*complicated systems*) и комплексные системы (*complex systems*). К первым относятся: компьютеры, технические устройства, производственные системы (совокупность оборудования), созданные по заданным алгоритмам. Их организованность определена извне, а функционирование в целом предсказуемо. Второй тип включает биологические системы, экономические и социальные структуры, характеризующиеся динамической сложностью, непредсказуемостью эволюции. Самоорганизация порождает новые формы, типы упорядоченных процессов и структур. Случайность и элементы беспорядка, мерой которого выступает энтропия, умножают разнообразие. Нелинейные связи между элементами приводят к быстрому усложнению их организации. Для самоорганизации сложных систем существуют определенные условия.

- **Открытость.** Способность обмениваться веществом, энергией и информацией с внешней средой. Напротив, в закрытых системах усиливаются дезорганизация и энтропия.
- **Неравновесность.** Большинство процессов в сложных системах подчинено механизму гомеостаза — возвращения при незначительных отклонениях в исходное состояние равновесия. Это выглядит как самоорганизация на грани хаоса, при котором возрастает риск разрушения системы, но одновременно — возможность многократного усложнения, появления каскадов новых форм и содержаний.
- **Нелинейность связей между элементами.** В «линейном» представлении система ведет себя предсказуемо, имеет одновариантный ход событий, а ее перспективы прослеживаются путем экстраполяции. Однако в реальности она чаще всего проходит через состояния неустойчивости и точки бифуркации, вблизи которых даже незначительные события, отклонения и флуктуации могут определить дальнейший путь. Минувя такие «развилки», система совершает «выбор пути» из большого спектра возможных траекторий. Нелинейность также означает смену темпа эволюции системы (от быстрого роста к стагнации или спаду либо наоборот), подверженность различным режимам функционирования, чувствительность к флуктуациям в состояниях не-

устойчивости. В ней возможны эмерджентные явления — возникновение новых, ранее не наблюдавшихся сложно организованных структур.

Динамическая сложность и эмерджентность

Развитие и самоорганизация сложной системы связаны со свойством эмерджентности [Sartenaer, 2016]. С онтологической точки зрения под эмерджентностью понимают возникновение нового явления, а с эпистемологической — трудности познания и прогнозирования поведения сложной системы. Эмерджентность означает непредсказуемость процессов, происходящих в системе, например когда события, первоначально едва заметные, усиливаются до грандиозных масштабов и существенно влияют на ее будущее («черных лебедей» и т. п.) [Taleb, 2010]. Непредсказуемость обусловлена неожиданными поворотами траекторий развития системы или сменой режимов ее функционирования (от быстрого роста к спаду активности либо наоборот). В этом смысле эмерджентность предстает как недетерминированная случайность, основание для открытого будущего с сопутствующими трудностями его предвидения. Она имеет структурные и процессуальные аспекты, которые неразрывно связаны. Структурное измерение заключается в том, что вновь образованное целое обретает свойства, не наблюдавшиеся у отдельных элементов. В подобном случае говорят об эмерджентных свойствах системы, которые не выводимы из характеристик ее элементов. На динамическом уровне системы возникает новизна и проявляется эффект **холизма**, который встречается в правильно организованных коллективах топ-менеджеров, слаженном оркестре, сыгранной спортивной команде и др.

Согласно иерархическому принципу любая система является элементом другой, более обширной и высокоорганизованной системы, также обладающей эмерджентными свойствами. Подъем по иерархии умножает эмерджентность. По степени сложности более высокоорганизованные уровни не могут опускаться до нижележащих. Но эмерджентность дает и обратный эффект: возникающая целостная структура трансформирует элементы таким образом, что они начинают проявлять прежде не присущие им свойства. В этом смысле часть может быть не менее сложной, чем вся система. Интеграция новых элементов преобразует систему на разных уровнях ее организации, и результат трансформации не предопределен. Характер изменений в системе обусловлен внутренними и внешними факторами, петлями прямых и обратных связей, соединяющими рассматриваемый уровень организации с вышестоящими и нижележащими слоями. Взаимную активность системы и среды, согласованное и взаимообусловленное возникновение новых качеств обоих субъектов называют «динамической коэмерджентностью» [Thompson, 2007].

Управление динамической сложностью

Новые научные знания о системах обогащают представление о возможностях управления динамическими сложными процессами и позволяют компаниям эффективно применять *сценарное планирование* для гибкого пересмотра стратегий развития, их адаптации к меняющемуся контексту и тем самым расширять свои перспективы. Этот процесс получил название стратегического рефрейминга [Wilkinson, 2014; Ramirez, Wilkinson, 2016]. Питер Сенге (Peter Senge) рекомендует компаниям и организациям осваивать принципы системного мышления как «пятую дисциплину» [Senge, 2006], не вписывающуюся в классическую дисциплинарную матрицу и выходящую на междисциплинарный уровень. Объединение научных дисциплин влечет за собой становление новой культуры мышления [de Rosnay, 1975] и позволяет обозначить ключевые концептуальные трансформации. Способам управления динамической сложностью посвящены многочисленные работы [Gharajedaghi, 2011; Gonzalez, 2013; Hodgson, 2020; Jackson, 2006, 2019; Keatin, Katina, 2019; Nijis, 2015; Robinson, 2005]. Приведем наиболее релевантные, на наш взгляд, положения, которые могут служить действенными основами для стратегий управления.

Новое восприятие хаоса. По-прежнему широко распространено представление о хаосе как нежелательном элементе, связанном с высокой неопределенностью¹. Классическая наука со времен Ньютона и Галилея рассматривала случайность как форму незнания. Считалось, что при глубоком исследовании любого сложного явления случайность исчезает и можно получить его детерминистическое описание. Согласно недавним исследованиям случайность, вариативность и изменчивость глубоко вплетены в реальность как объективные свойства эволюционных процессов [Mainzer, 2007a,b]. Разнообразие нередко достигается путем случайной комбинации элементов с уникальными характеристиками. Его поддержание считается необходимым условием сбалансированного развития любой системы. Определенную долю хаоса можно рассматривать как механизм самоорганизации и самодостраивания сложных систем, что позволит выйти на относительно простые структуры-аттракторы, тренды развития и соединить разные элементы или подсистемы в единое целое. Это дает возможность адаптироваться к меняющимся условиям окружающей среды, генерировать энергию для преодоления кризисов и находить выход из эволюционных тупиков. Синхронизируются темпы развития элементов и подструктур внутри сложной структуры, возникают новые эволюционные целостности. Элементы хаоса служат механизмом обновления сложных структур и организаций, источником инноваций.

Внешняя организация vs спонтанность. В определенных случаях система, компания и организация, складывающиеся самостоятельно и спонтанно, функци-

¹ В качестве меры хаоса, дезорганизации процессов в сложной системе часто рассматривают энтропию. Однако энтропийный подход имеет ограничения. Рост сложных структур, структурализация системы, как правило, сопровождаются возникновением порядка, организации на макроуровне и поддержанием процессов диссипации, рассеяния, дезорганизации на микроуровне.

онируют лучше и стабильнее, чем структуры, выстроенные внешними усилиями. В последние десятилетия становится востребованной управленческая модель, рассматривающая компании и организации как сложные системы, в которых стимулируются процессы самоорганизации, обеспечения синергии и разнообразия для выхода на оптимальные траектории развития.

Линейность vs нелинейность. Жесткий детерминизм основан на убеждении в линейном характере развития. Новые научные открытия опровергают подобную установку, указывая что мир организован в виде сложных систем, которым свойственно множество путей эволюции, отвечающих их внутренней природе. Если удастся выявить ограниченный набор возможных путей развития и создать для них математическую модель, возникает основа для *сценарного планирования*. Кроме того, развитие сложных систем не может быть однонаправленно прогрессивным, а подчиняется циклам. Быстрый рост и динамичное развитие перемежаются стадиями спада и стагнации, иногда деградации, упрощения.

Баланс энтропии с внешним управлением. Устойчивое развитие сложных систем не обеспечивается исключительно внешним управлением. Его необходимо балансировать с внутренним самоуправлением, самоорганизацией, спонтанностью и разнообразием. При нарушении баланса в любую сторону, например при доминировании исключительно стихийных, рыночных механизмов либо, напротив, контроля со стороны государства, возрастают риски неустойчивости и кризисов. Важно учитывать, что долю внутренней свободы и разнообразия (элементов хаоса) необходимо регулировать в зависимости от стадии эволюции. В период кризиса она должна возрастать, что будет способствовать выходу компании как сложной системы на новые траектории развития. В силу нелинейности поведения сложных систем на траектории их эволюции неизбежно возникают экстремальные точки — сингулярности, или, другими словами, кризисы. В подобном контексте кризис воспринимается как естественная составляющая «жизни» в сложных системах. Компаниям свойственно время от времени проходить через такие периоды, сопровождаемые усилением турбулентности, хаотических движений, проявлением иррациональных феноменов и процессов в социальном и культурном плане. Осознание этих неизбежностей позволяет превентивно учитывать их в стратегиях и воспользоваться возможностями для создания новых форм, структур, разного рода инноваций.

Целостное мышление. Наука о системах подчеркивает важность холистического, или системного видения — умения замечать целое за частями, распознавать как контекст ближайшего окружения, так и отдаленно развернутые конфигурации ситуаций, действовать на локальном уровне, исходя из глобального видения. Целостное представление и охват вплетаются в новую рациональность, становятся интеллектуальной и жизненной необходимостью. Все это недоступно для фрагментарного восприятия и мышления. Любые информационные факты обретают смысл, только будучи помещенными в определенный контекст [Morin, 1999].

Не менее значимый аспект *холизма* — понимание способов построения динамически устойчивых целостных структур. Правильная интеграция частей в целое приводит к тому, что все элементы начинают коэволюционировать (взаимно согласованно и гармонично развиваться), что приводит к ускорению прогресса образовавшихся целостных структур.

Малые резонансные воздействия. Наиболее релевантный способ управления динамической сложностью — применять к ней малые, но правильно организованные «мягкие действия» (*soft management*), способные произвести необходимый резонанс в правильное время и в правильном месте. Следует учитывать нелинейный характер связей между усилиями и эффектами. Значительные усилия могут оказаться безрезультатными, и напротив: малые и незначительные, но правильно организованные меры имеют потенциал высокой эффективности. Здесь работает так называемое правило «рычага» [Senge, 2006] или «эфемеризации» [Fuller, 1997], которое формулируется следующим образом: «незначительным можно вызвать значительное, но не всегда большим можно достичь и малого» и выражает нелинейный характер связей между управляющими воздействиями и их результатами. Значительные ресурсные затраты в управлении компаниями как сложными динамическими системами еще не гарантируют пропорциональный результат. Вместе с тем правильное и мягкое воздействие, примененное в определенной точке в подходящее время, может «раскачать» систему, пробудить ее дремлющий потенциал. Таким образом, решающую роль играют скорее не энергия и интенсивность действия, а его топология и «архитектура». Существуют определенные «конфигурации ситуаций» в компании и других социальных средах, где исключительно эффективными оказываются незначительные, но адресные стимулирующие меры. Знания из науки о сложных системах позволяют действовать предельно эффективно, в разы сокращать ресурсы, генерировать посредством резонансных воздействий желаемые и, что не менее важно, реализуемые процессы. Подобные действия приобретают синергетическую силу.

Нестабильность как ресурс. По мнению Ильи Пригожина, направление, по которому пойдет развитие после прохождения точки бифуркации, заранее не предопределено. Эта идея развивается в работе с метафорическим названием «Кость еще не брошена» (*To Die is not Cast*) [Prigogine, 2000]. Во времена турбулентности решающую роль играют правильно выстроенные стратегии. Обыгрывая эйнштейновскую метафору «игральной кости», Пригожин демонстрирует степень вмешательства случайности в процессы эволюции и возможность ее преобразования в целенаправленность. Если с позиции Альберта Эйнштейна все процессы в мире можно воспринимать как детерминистические, сведя вероятностное описание к безальтернативному, то, по убеждению Пригожина, случайность онтологически глубоко укоренена в мире. Развиваясь, сложные системы на разных уровнях организации мира проходят через фазы неустойчивости и бифуркаций, когда совершается выбор дальнейшего пути развития из широко-

го веера возможностей и альтернатив. Отсюда следует, что будущее в принципе не является предсказуемым, а носит открытый характер. Новые знания не оставляют фундамента для фаталистических убеждений, следовательно, фактор «судьбы» остается предметом индивидуального восприятия, но не научно доказанным феноменом. Жизнестойкость сложных систем определяется по их способности проходить бифуркации и извлекать новые возможности. Восприятие нестабильности и случайности как актива повышает готовность к освоению возникающего нового потенциала и повороту эволюции в предпочтительном направлении. Ряд ученых считают, что сам ход времени становится нелинейным и наделен точками бифуркации [Дириу, 2010], открывая возможность выбора будущего. Опираясь на состояния неустойчивости вблизи точек бифуркаций, можно определять дальнейший путь развития. При прохождении развилки среда становится чувствительной к коллективным и индивидуальным действиям, способным привести к становлению новых социальных, культурных, технологических и других паттернов порядка. На новом витке науки о сложных системах возникает стратегическая ориентация, основанная на таких установках, как:

- будущим можно управлять;
- будущее зависит от сегодняшнего выбора;
- текущие действия имеют значение для реализации предпочтительного образа будущего.

Конструирование предпочтительного будущего

Ведущие эксперты придерживаются конструктивистского подхода к познанию мира, выражая убеждение, что внешняя среда не является чем-то абсолютно независимым от наших действий [Le Moigne, 1994; Morin, 1999; Prigogine, 2000]. Среда создается и преобразуется при участии человека, переконструируется в интерактивном взаимодействии между объективной данностью и продуктом сознательного творчества, или проективного действия. Правило объективности, остающееся неизменным стандартом научного исследования, дополняется призмой проективности, т. е. намечаются разные направления развития событий, проводится интерпретация, оценивается вероятность реализации.

Конструктивистская эпистемология предполагает не только открытия и познания, но также изобретения и созидания. Согласно конструктивистскому подходу восприятие будущего исключительно как объекта познания выглядит непродуктивным. Гораздо эффективнее выстраивать партнерские отношения с ним. Конструировать сценарии будущего означает делать выбор, а следовательно, «со-изобретать» жизнь. Практики конструктивизма сегодня активно развиваются и обретают статус мейнстримных, охватывая различные социокультурные, социально-психологические, коммуникативные, психотерапевтические, управленческие инструменты, меры по усилению безопасности, принятию эффективных решений в условиях неопределенности, построению сценариев развития.

Конструктивизм в современном понимании означает не только сознательное конструирование реальности, включая социальные порядок и организацию в соответствии с ценностными предпочтениями индивидуального и коллективного субъектов, но и креативность общественных институтов, введение и распространение социальных инноваций, управление рисками развития, прохождение кризисов и последующий выход на желаемые траектории. Исходя из такого понимания сложных систем, в состоянии их неустойчивости при определении возможных путей развития решающую роль играют сознательные установки и ценностные предпочтения.

Неустойчивость может проявиться в двух типах стадий: бифуркации (ветвление траекторий) или экстремума (кульминации) развития сложной структуры. В обоих случаях система становится чувствительной к малым флуктуациям на микроуровне. Поэтому даже незначительное воздействие может вывести ее на один из возможных путей эволюции, к одному из спектра аттракторов. Резонансное возбуждение желаемых сложных структур позволяет сократить длительный и зигзагообразный путь эволюции к переходу на качественно новый уровень. Определив параметры порядка сложных систем, можно смоделировать, рассчитать или качественно определить для них возможные структуры-аттракторы и посредством малых, но топологически правильно организованных (резонансных) воздействий выводить процесс развития на желаемые траектории. К тому же появляется возможность активно вмешиваться в процесс конструирования сложных структур из относительно простых элементов в ходе их коэволюции — совместного сбалансированного развития. Один из принципов эволюционного холизма — топологически оптимальное соединение подсистем в усложняющиеся устойчиво эволюционирующие целостности с тем, чтобы произвести необходимый резонанс, ускорить прогресс образовавшейся единой сложной структуры и достичь предпочтительного будущего. В итоге новая интегрированная система приобретает более высокий темп развития, чем самая динамичная структура до объединения. Преимущество совместного развития — в экономии ресурсов всех видов. Помимо этого сложные системы не только обладают определенной глубиной памяти, но и способны «притягивать» будущее за счет аттракторов, заложенных во внутренних свойствах этих систем. Появляется возможность конструктивно использовать «притяжение будущего» при попадании в сферу действия определенного аттрактора.

Инструменты управления динамической сложностью

Достижение синергии. Синергия — результат эффекта холизма, когда возникающее целое становится больше суммы частей. Однако произвольные связи между любыми элементами невозможны. Следовательно, синергия является результатом удачно свершившейся самоорганизации. Этот феномен — логичное проявление эволюционного холизма, рассматриваемое

в качестве фундаментальной парадигмы XXI века [Laszlo, 2012, p. 80].

В социальном плане синергия проявляется в становлении целостности и кооперации, когда $1 + 1 > 2$, а также в холистической индивидуализации, при которой целое не подавляет и нивелирует индивидуальность, а дает ей «расцвести». В особых формах социального холизма эгоистические действия индивида парадоксальным образом усиливают социальный альтруизм и работают на коллективные интересы [Mandeville, 1997; Ruth, 1961; Luhmann, 1987].

Синергия проявляется в самореференциальном круге человеческого действия: «Я делаю, что ты хочешь, когда ты делаешь, что я хочу» [Luhmann, 1987]. В ее социальном и этическом смысле раскрывается «тайна» сборки субъектов в социальной среде, когда разделение труда или работа команды (*teamwork*) дает неоспоримое преимущество какой-либо социальной группе (либо государству) и выдвигает ее на ведущие рыночные, политические или геостратегические позиции. В оптимальных, правильно собранных социальных конструкциях с высокой синергией уровень агрессии, как правило, сводится к минимуму, а интенсивность сотрудничества достигает максимума. Подобные структуры характеризуются более высоким уровнем доверия и внутреннего разнообразия, децентрализацией и степенью ответственности. В предпочтительной модели общества, построенного на принципах самоорганизации, каждый индивид вносит вклад в коллективное поведение, которое действует как параметр порядка. В итоге срабатывают механизмы синергии, вовлекая в этот процесс все большее количество людей. В качестве основы такой модели целесообразно использовать принцип ответственности, широкую формулировку которого предложил Ганс Йонас (Hans Jonas) [Jonas, 1984]. В соответствии с этим принципом продолжительность существования самоорганизующегося общества зависит от того, насколько каждый член способен поступать так, как если бы он в рамках своей собственной деятельности нес ответственность за целое [Nakem, 1995].

Холистическое и креативное мышление как основа устойчивых позиций в будущем. К наиболее востребованным способностям все чаще относят креативность, создание «мягких» инноваций, визуализацию, нарративность, целостное мышление. Сегодня на фоне постоянных бифуркаций совершается переход от экстенсивной модели, базирующейся на ценностях потребления, к интенсивной, которая делает ставку на сплоченность, коммуникацию и осознанность [Laszlo, 2012]. Говорят также о наступлении концептуального века [Pink, 2005], идущего на смену информационному, когда происходит радикальный сдвиг акцентов, пересмотр ценностей — от доминирования в обществе чисто аналитического, линейного мышления к нелинейному, визуальному, образному. Особую значимость приобретают такие когнитивные навыки, как целостное видение, интуиция, эмоциональный интеллект и др. Компании с подобным кадровым потенциалом получают конкурентные преимущества. Становятся все более востребованными не просто профессиональ-

ные исполнительские функции, а навыки конструирования и дизайна. Помимо умения аккумулировать информацию ценится способность к ее критическому осмыслению через призму целостного мышления. Для обоснования собственных позиций одних объективных аргументов недостаточно, важно представить кейс из личного опыта. Серьезность отношения к выполняемой работе необходимо сочетать с игровым подходом [Pink, 2005]. Навыки владения высокими технологиями (*high tech*) постепенно уступают место способностям к концептуализации (*high concept*), проникновению в эстетические тонкости, погружению в нарративные сюжеты, адаптивности и толерантности к этическим нормам других культур (*high touch talents*). Понимание сложных систем позволяет гибко адаптироваться к переменам, проходить периоды турбулентности, точки бифуркации с позитивным настроем и готовностью воспользоваться открывшимися возможностями, чтобы повернуть вектор развития в новое русло. Крупные компании осваивают компетенции и знания о сложных системах, задают тренд для среднего и малого предпринимательства, применяя соответствующие инструменты в работе с усложняющимся и вариативным контекстом через **сценарное планирование**.

Практики сценарного планирования

В последние годы, по разным оценкам, для 65% компаний сценарное планирование [Wilkinson, Kupers, 2013] — успешно освоенная практика, которая обновляется и обогащается новыми подходами, позволяющими работать с динамической сложностью, охватывать несколько уровней задач, одновременно учитывая глобальный и локальный контексты со сложными, многослойными конфигурациями. Сценарное планирование предполагает нелинейный, всеохватывающий охват возможных перспектив и эффективное «сотрудничество» с будущим. Тенденция к выходу за пределы линейного мышления прослеживается почти во всех динамично развивающихся компаниях, так как линейному мышлению свойственны когнитивные искажения: акцент на знакомых процессах, пренебрежение слабыми сигналами, способными развернуть доминирующие тенденции и положить начало новому вектору развития. Ключевым становится понимание, что сложная система чувствительна к слабым сигналам в состоянии неустойчивости двух типов: при приближении к точке бифуркации, за которой следует разветвление возможных траекторий развития, либо в кульминационном состоянии — максимального роста или спада. При прохождении критической точки (сингулярности) режим меняется: рост сменяется падением или, напротив, за спадом следуют подъем, восстановление.

Выделяют пять позиций в восприятии будущего: ретроактивная (ориентирована на прошлое), инактивная (фокус на текущем), преактивная (предсказания будущего), про-активная, подразумевающая «создание» будущего, и интерактивная, предполагающая коллективное «сотрудничество» с ним [Ramírez, Wilkinson,

2016]. В настоящее время происходит сдвиг в этих установках — от проактивности к интерактивности. Предсказание будущего затруднительно из-за сложности и запутанности экономических и социальных процессов. Поэтому наиболее релевантным оказывается конструктивистский подход, основанный на тщательной работе с трендами. Принимаются во внимание слабые сигналы, возможно, превосходящие появление новых русел развития (*new strong trends*). Сценарное планирование осуществляется путем многочисленных итераций вероятностных прогнозов, подготавливаемых с привлечением глубоких экспертных знаний.

Кейс Всемирного совета по устойчивому развитию бизнеса (WBCSD)

Проецирование положений теории сложных систем на производственные процессы прослеживается на примере масштабного проекта WBCSD Vision 2050, реализуемого Всемирным советом по устойчивому развитию бизнеса (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD) [WBCSD, 2010]. Эта ассоциация объединяет около 200 ведущих компаний из 36 стран и из 22 секторов промышленности. Цель проекта — разработать комплекс действий, которые компаниям необходимо предпринять совместными усилиями для выхода к 2050 г. на качественно новую модель развития.

Меры определялись посредством сценарного планирования с применением знаний из теории сложных систем. Подготовлен стратегический документ «Видение 2050: новая повестка для бизнеса» (Vision 2050: The New Agenda for Business) [WBCSD, 2010], в составлении которого принимали участие 29 ведущих международных компаний из 14 отраслей. В рамках проекта сценарии комбинировались с выбором предпочтительного образа будущего, ретроспективным анализом и моделированием, что позволило построить дорожную карту с обозначением временных рамок принятия решений в крупных компаниях. При проведении исследования и подготовке документа возникли проблемы экспертизы, обусловленные по-прежнему распространенным линейным подходом к восприятию реальности. Они стали барьерами для синтеза разных методов и расширения фокуса на целостный охват глобальных, региональных и отраслевых контекстов и их трактовку. Данные ограничения удалось преодолеть с помощью метода ретроспективного анализа, который позволил мысленно проделать путь в обратном направлении: от желаемой ситуации в 2050 г. до настоящего. Как результат — были намечены 40 мер, которые необходимо принять для достижения нового уровня развития, и свыше 350 временных отметок, определяющих дорожную карту их реализации.

Комбинация сценариев позволила переосмыслить текущую ситуацию и традиционную экономическую модель роста, ориентированную на потребление. Вначале идентифицировались типовые линейные проекции глобальных мегатрендов на 2050 г., затем выявлялись нестыковки с реальными возможностями ресурсов планеты по обеспечению подобного развития. Таким образом, существующие представления о пер-

спективах роста, барьерах и рисках были откорректированы согласно реальному положению дел. В результате определены девять направлений, предполагающих параллельную реализацию, и новые «системные» решения, основанные на межсекторальном сотрудничестве, такие как переход к новой модели экономики без отходов, дизайна с замкнутым циклом для повторного использования материалов и упрощение перехода городов на сбалансированное развитие.

Стратегия WBCSD Vision 2050 выдвигает на первый план подходы и инструменты действий, адекватные усложняющемуся миру и позволяющие избежать трудностей путем комбинирования разных решений, привлечения широкого спектра участников и расширения охвата всевозможных перспектив.

Ценными уроками рассматриваемого кейса стали привлечение экспертов с различными точками зрения и работа с широким набором интерпретационных рамок для составления правдоподобных сценариев. Это позволило выявить ошибочность существовавших убеждений в линейном характере внешних перемен и возможностях сохранения непрерывного линейного роста [Wilkinson et al., 2013].

Составление сценариев, базирующихся на интуитивной логике, позволяет не только лучше оценить реальный эволюционный потенциал сверхсложного мира, но и выработать стратегии по адаптации к нему для достижения предпочтительного будущего. При этом осуществляется одновременно работа с тремя типами сложных систем [Spangenberg, 2020]:

- *ментальная модель (воспринимаемая реальность)* — отвечает за познание реальности и построение на этой основе рекомендаций;
- *компьютерная модель (виртуальная реальность)* — придает количественные измерения предположениям, порожденным ментальной моделью;
- *сверхсложное устройство мира (объективная реальность)* — нарушает конструкцию первых двух систем, демонстрируя неожиданное поведение.

Для составления действенных сценарных рекомендаций необходимо, чтобы все три типа систем имели сопоставимый уровень сложности. Если это условие не выполняется, возникают смешение и путаница понятий вероятности, неопределенности и незнания, а получившиеся в результате сценарии и основанные на них рекомендации будут ошибочными и введут в заблуждение или, в лучшем случае, окажутся бесполезными для принятия решений. Таким образом, обеспечение адекватного соответствия ментальных моделей, используемых разработчиками сценариев, стратегий и дорожных карт, нелинейному развитию мира — ключевой фактор успеха в работе с будущим [Spangenberg, 2020].

Уроки Shell

Многие компании — члены WBCSD использовали «Видение 2050» для разработки своих корпоративных стратегий. Среди них — компания Shell, обладающая уникальным опытом построения сценариев для сохранения конкурентоспособности и проектирования будущего, насчитывающим свыше 50 лет. Shell воспри-

нимает будущее не как объект исследования, а как «партинера», с которым ведется «взаимодействие» в партисипативном формате [Ramírez, Wilkinson, 2016].

Путь Shell к успеху начинался с конца 1960-х гг. со статуса аутсайдера энергетической отрасли [Laudicina, 2012] и поиска решений по прорыву на новый уровень. Компания одной из первых обратила внимание на разработки ведущих исследовательских организаций RAND и Института Хадсона (Hudson Institute), в частности на метод сценарного планирования [Jefferson, 2012]. Правильный выбор стратегического инструментария и его последовательная реализация позволили пройти с минимальными потерями глобальные потрясения и кризисы (ценовые колебания и коллапсы нефтяных рынков, вызванные геополитическими событиями в 1973, 1979, 1986 и 1991 гг.) и идентифицировать новые возможности.

Опираясь на знания из области сложных систем, Shell наложила эту концептуальную сетку на построение сценариев, что позволило осознать и интерпретировать слабые сигналы, выявить критические неопределенности и нелинейные повороты в бизнес-циклах. Пьер Вак (Pierre Wack) — основоположник сценарных практик Shell — сформулировал ключевые шаги по составлению сценариев [Wilkinson, Kupers, 2013]:

- выявление важнейших тенденций с последующей классификацией на предсказуемые и непредсказуемые;
- идентификация источников неопределенности, оказывающих наибольшее влияние на ход событий;
- формулирование набора возможных сюжетов и их исходов с углубленным анализом любых сценариев, правдоподобность которых не может быть опровергнута логическими рассуждениями;
- итеративное уточнение сценариев с фокусом на слабых сигналах и джокерах.

Подходы и акценты при реализации этих принципов не всегда были одинаковыми. На начальных этапах в 1970-х гг. построение сценариев основывалось на многократном итеративном осмыслении образов будущего (*re-perception and seeing of the future*) — создании интерпретационных рамок, предшествующих принятию решения. Успех сценарного планирования был предопределен тем, что сценарии изначально встраивались во все организационные процессы: разработку стратегий, управление рисками, стимулирование инноваций, развитие культуры лидерства [Wilkinson, Kupers, 2013]. В последнее десятилетие основной установкой в этой деятельности стали «сеяние» и «культивирование» будущего (*seeding the future*) — подбор инструментов для поддержки принятия решений с вовлечением широкого круга специалистов из разных областей. Сценарные сюжеты соотносятся с количественными моделями и увязываются с другими корпоративными процессами, включая разработку инновационных стратегий [Wilkinson et al., 2013]. Построение сценариев в Shell имеет ряд особенностей: они носят незавершенный характер с «открытым концом» (*open stories*), проходят многократные итерации в дискуссиях [Bentnam, 2014], чувствительны к слабым сигналам. Этот процесс со-

провождается уникальными методиками подготовки персонала.

Нелинейный подход позволил безошибочно спрогнозировать падение цен на нефть в начале 1980-х гг. и выработать эффективные контрмеры. После энергетического кризиса 1973 г. компания разработала сценарий «Бум и спад» (Boom & Bust), который открывал возможность «энергичного восстановления, содержащего семена собственного разрушения» [Wack, 1985]. Shell проявила редкую в то время степень гибкости. Не пытаясь спрогнозировать момент завершения общего кризиса и начала подъема, компания предпочла разработать комплекс превентивных мер. Восстановление цен на нефть после кризиса 1973 г. произошло очень быстро и получило название «эффект разжимающейся пружины». Экономика некоторых стран, включая США, выросла на 11–12% за 18 месяцев, что выглядело как моментальное формирование с нуля экономики размером с британскую. Такой отскок не говорит о выдающихся достижениях, а всего лишь отражает глубину «вмятины», которую получила мировая экономика в 1973–1975 гг. Основой быстрого нелинейного роста стал механизм положительной обратной связи, когда начальное увеличение экономических показателей способствовало дальнейшему ускорению их прироста. В теории сложных систем подобные процессы называются режимами с обострением, при которых рост происходит не по экспоненте, а еще быстрее — по гиперболическому закону. Впрочем, подобные неожиданности — не редкость для бизнес-циклов [Wack, 1985].

Теория сложности указывает на необходимость обращать внимание на предвестников радикальных перемен. Когда некоторая величина начинает меняться так, что циклы становятся все более короткими, а амплитуда изменений все больше, это предвещает поворотный пункт — кризис, смену режима развития. Такого рода процессы происходили в экономике в 1950-х гг., когда наблюдались фазы все большей амплитуды и сокращающейся длительности. Со стороны состояние системы пока еще выглядит прежним, однако ее раскачка свидетельствует о нарастающей неустойчивости и скором наступлении переломного момента в развитии.

Примечателен подход Shell к решению проблемы ментальных моделей — преодолению невосприимчивости лиц, принимающих решения, к информации, содержащейся в сценариях. Недостаточно просто составить картину неопределенностей, сформировать спектр возможных траекторий развития и представить модельные расчеты. Эти результаты не будут осознаны, если их не адаптировать к ментальным моделям адресатов [Wack, 1985]. Как следствие, возникает необходимость подготовки ментальной «почвы» для «посева» нелинейных знаний. Чтобы сценарии учитывались в принятии решений, они должны преобразовать внутренние паттерны восприятия реальности с учетом персональных когнитивных особенностей. Shell разработала феноменологический подход, связанный с исследованием восприятия реальности сквозь призму личного опыта. Процесс сценарного планирования дополняется критически важным блоком — работой с индивидуальными

особенностями перцептивного, ментального и практического опыта реципиентов методами нарративности, подразумевающими формирование реалистичных сюжетов будущего с привязкой к персональному опыту и стратегическому видению траекторий. Это позволяет критически переосмысливать сложившиеся представления об образах будущего и основанные на них стратегии [Cornelius et al., 2005]. Подобный подход оказался более действенным в плане изменения восприятия, чем простой сравнительный анализ сценариев и работа с цифровыми данными.

Еще один метод — «глубокое слушание» (*deep listening*) лиц, принимающих решения, при котором проводятся структурированные интервью. Метод позволяет выявлять ключевые проблемы респондентов, выбирать приемы для последующей адаптации восприятия.

Ряд эксклюзивных инструментов Shell позволили создать уникальный корпоративный климат с правильными конструктами, стимулирующий свободу обсуждений и принятие будущего «с открытым концом» [Wilkinson, Kupers, 2013]. В их основе лежит подход, при котором компания рассматривается как живой организм, чье развитие может быть заблокировано или, напротив, стимулироваться средой обитания. Среда, созданная Shell, благоприятствует быстрому формированию навыков улавливания слабых сигналов, конструированию новых трендов и развитию культуры синергичных дискуссий.

Заслуживает внимания проблема, заключающаяся в том, что внешний мир (объективная реальность) всегда остается более сложным и непредсказуемым, чем попытки адаптировать к работе с ним ментальные и компьютерные модели (системы воспринимаемой и виртуальной реальности). Элемент неопределенности и неожиданности в процессах объективной реальности присутствует неизменно и, кроме того, весьма значителен. Поэтому, несмотря на колоссальную многолетнюю практику сценариев, даже Shell не всегда удается вовремя уловить изменения во внешнем мире. По меньшей мере три решающих события не предполагались в глобальных прогнозных моделях, составленных Shell, а именно: финансовый кризис 2008 г., бум добычи сланцевого газа в США и решение Германии после ядерной катастрофы на Фукусиме ускорить переход на возобновляемые источники энергии [Wilkinson, Kupers, 2013]. И тем не менее даже из этих ситуаций Shell удалось выйти с относительно небольшими потерями благодаря своевременной продуманной политике реагирования.

В настоящее время корпорация Shell разрабатывает сценарии не только до 2050 г., но и до конца текущего столетия. Опираясь на новейшие продвижения в раз-

витии эволюционного, холистического, системного и сетевого подходов, а также на знание широкого культурного контекста для эффективного ведения бизнеса, компания создает сценарии не только для энергетического рынка, но и для экономики, геополитики, экологии, ресурсосбережения. Сегодня наблюдается усиление геополитического противостояния на разных уровнях и рост давления на нефтяные компании, обусловленный необходимостью решения экологических и социальных проблем. Принимая во внимание существующие и возникающие вызовы, Shell стремится сделать бизнес более гибким и клиенто-ориентированным, быстро реагирующим на происходящие в мире социальные и культурные изменения, дружественным по отношению к природе.

Заключение

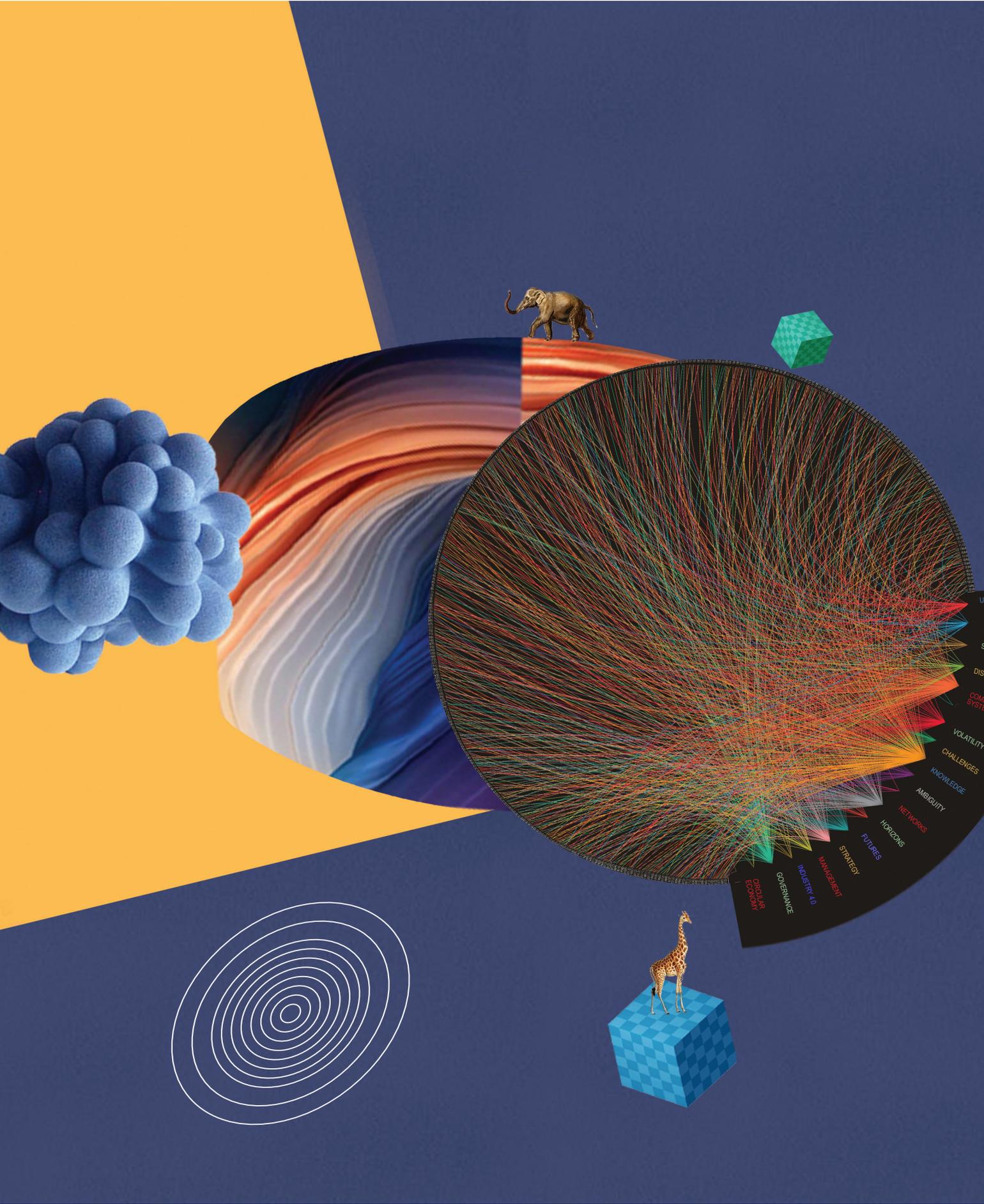
Результативность практик стратегического Форсайта и сценарного планирования обусловлена их ориентацией на достижения науки о сложных системах (*system science*). Представители этой дисциплины демонстрируют разную степень оптимизма в отношении будущего. Их позиция строится на двух ключевых аргументах. Индивид, располагающий соответствующими компетенциями, способен осознанно влиять на выбор путей дальнейшего развития в периоды неустойчивости при прохождении точек бифуркации. Флуктуации, незначительные изменения (применительно к истории — действия отдельных лиц) могут стать существенными и повернуть ход событий в новое русло. Степень оптимистичности в отношении будущего может различаться у разных ученых, но вряд ли стоит сомневаться в том, что в его созидании можно принимать активное участие. Специалисты описывают такую модель будущего четырьмя основными характеристиками: возможное (*possible*), вероятное (*probable*), предпочитаемое (*preferable*) и партисипативно формируемое (*participatory*) будущее, или, обобщенно, *4P futures*. Аналитики Shell указывают на необходимость в корне изменить отношение к будущему. Составление сценариев — попытка не предсказать будущее, а «сотрудничать» с ним. Будущее можно «схватить» только через совместное действие, через партисипационную активность, через переживание правдоподобного сценария как персональной истории, встроенной в глобальный контекст. Варианты перспективного развития можно просчитать, и выбор пути к наиболее благоприятному образу будущего, конструирование трендов в соответствии с гуманитарными ценностями — ответственность каждого члена общества.

Библиография

- Ashby W.R. (1958) Requisite variety and its implications for the control of complex systems // *Cybernetica*. Vol. 1. № 2. P. 83–99.
 Atlan H. (1979) *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant*. Paris: Editions du Seuil.
 Bakshi V. (2017) *Forward-looking Manager in a VUCA World*. Los Angeles: SAGE.
 Bentnam J. (2014) The scenario approach to possible futures for oil and natural gas // *Energy Policy*. Vol. 64. P. 87–92. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.019>, дата обращения 29.08.2020.
 Berthoz A. (2009) *La Simplicité*. Paris: Odile Jacob.

- Cornelius P., van der Putte A., Romani M. (2005) Three Decades of Scenario Planning in Shell // *California Management Review*. Vol. 48. № 1. P. 92–110. Режим доступа: <https://doi.org/10.2307%2F41166329>, дата обращения 29.08.2020.
- de Rosnay J. (1975) *Le Macroscopie. Vers une vision globale*. Paris: Éditions du Seuil.
- Deaton A.V. (2018) *VUCA Tools for a VUCA World: Developing Leaders and Teams for Sustainable Results*. Glenn Allen, VA: DaVinci Resources.
- Dupuy J.-P. (2010) *Le future bifurque-t-il? Vers une nouvelle science de la future // Bifurcations. Les sciences sociales face aux ruptures et à l'événement / Eds. M. Bessin, C. Bidart, M. Grossetti*. Paris: Éditions La Découverte. P. 373–386.
- Erdi P. (2008) *Complexity Explained*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- François C. (1999) *Systemics and Cybernetics in a Historical Perspective // Systems Research and Behavioral Science*. Vol. 16. P. 203–219. Режим доступа: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1743\(199905/06\)16:3<203::AID-SRES210>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1743(199905/06)16:3<203::AID-SRES210>3.0.CO;2-1), дата обращения 29.08.2020.
- Fuller R.B. (1997) *Synergetics: Explorations in the Geometry of Thinking*. New York: Macmillan.
- Gell-Mann M. (1995) *The Quark and the Jaguar. Adventures in the Simple and the Complex*. London: Abacus.
- Gell-Mann M. (1996) *Let's Call It Plectics // Complexity*. Vol. 1. № 5. P. 96.
- Gharajedaghi J. (2011) *Systems Thinking. Managing Chaos and Complexity: A Platform for Designing Business Architecture*. Burlington, MA: Morgan Kaufmann.
- Godfrey-Smith P. (1996) *Complexity and the Function of Mind in Nature*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gonzalez W.J. (2013) *The Sciences of Design as Sciences of Complexity: The Dynamic Trait // New Challenges to Philosophy of Science. The Philosophy of Science in a European Perspective / Eds. H. Andersen, D. Dieks, W.J. Gonzalez, Th. Uebel, G. Wheeler*. Vol. 4. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. P. 299–311.
- Haken H. (1977) *Synergetics. An Introduction*. Berlin: Springer.
- Haken H. (1995) *Erfolgsgeheimnisse der Natur. Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken*. Berlin: DVA. ISBN 9783548342207.
- Hodgson A. (2020) *Systems Thinking for a Turbulent World: A Search for New Perspectives*. New York: Routledge.
- Jackson M.C. (2006) *Creative Holism: A Critical Systems Approach to Complex Problem Situations // Systems Research and Behavioral Science*. Vol. 23. № 5. P. 647–657. Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/sres.799>, дата обращения 29.08.2020.
- Jackson M.C. (2019) *Critical Systems Thinking and the Management of Complexity: Responsible Leadership for a Complex World*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Jefferson M. (2012) *Shell scenarios: What really happened in the 1970s and what may be learned for current world prospects // Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 79. № 1. P. 186–197. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.08.007>, дата обращения 29.08.2020.
- Jonas H. (1984) *The Imperative of Responsibility: In Search of an Ethics for the Technological Age*. Chicago: University of Chicago Press.
- Keating C.B., Katina P.F. (2019) *Complex System Governance: Concept, Utility, and Challenges // Systems Research and Behavioral Science*. Vol. 36. № 5. P. 687–705. Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/sres.2621>, дата обращения 29.08.2020.
- Knyazeva H., Kurdyumov S.P. (2001) *Nonlinear Synthesis and Co-evolution of Complex Systems // World Futures*. Vol. 57. P. 239–261. DOI: 10.1080/02604027.2001.9972831.
- Kok J. (2018) *Leading in a VUCA World*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Laszlo E. (2012) *The Chaos Point. The World at the Crossroads*. London: Piatkus.
- Laudicina P.A. (2012) *Beating the Global Odds: Successful Decision-making in a Confused and Troubled World*. New York: Wiley.
- Le Moigne J.-L. (1994) *Le constructivisme*. Vol. 1. Paris: ESF éditeur.
- Luhmann N. (1987) *Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Mainzer K. (2007a) *Der kreative Zufall: wie das Neue in die Welt kommt*. München: C.H. Beck.
- Mainzer K. (2007b) *Thinking in Complexity: The Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mankind (5th ed.)*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Mandeville B. (1997) *The Fable of the Bees, and Other Writings*. Indianapolis, IN: Hackett Pub.
- Mitchell M. (2009) *Complexity. A Guided Tour*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Morin E. (1977) *La methode. La nature de la nature*. Paris: Editions du Seuil.
- Morin E. (1999) *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Paris: UNESCO.
- Morin E. (2002) *Le complexus, ce qui est tissé ensemble // La Complexité, vertiges et promesses / Ed. R. Benkirane*. Paris: Le Pommier. P. 5–35.
- Nandram S.S., Bindlish P.K. (eds.) (2017) *Managing VUCA through Integrative Self-management*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Nijs D.E.L.W. (2015) *Introduction: Coping with Growing Complexity in Society // World Futures*. Vol. 71. № 1. P. 1–7. DOI: 10.1080/02604027.2015.1087223.
- Pink D. (2005) *A Whole New Mind: Moving from the Information Age to the Conceptual Age*. New York: Riverhead Books.
- Prigogine I. (1989) *The Philosophy of Instability // Futures*. Vol. 21. № 4. P. 396–400. Режим доступа: [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(89\)80009-6](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(89)80009-6), дата обращения 29.08.2020.
- Prigogine I. (1997) *The End of Certainty — Time's Flow and the Laws of Nature*. New York: The Free Press.
- Prigogine I. (2000) *The Die is not Cast // Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation*. Vol. 25. № 4. P. 17–19.
- Ramirez R., Wilkinson A. (2016) *Strategic Reframing: The Oxford Scenario Planning Approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Robinson K. (2005) *Towards a Metaphysics of Complexity // Interchange*. Vol. 36. P. 159–177. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s10780-005-2352-0>, дата обращения 29.08.2020.
- Ruth V. (1961) *Patterns of Culture*. Boston: Houghton Mifflin.
- Sartenaer O. (2016) *Sixteen Years Later: Making Sense of Emergence (Again) // Journal for General Philosophy of Science*. Vol. 47. № 1. P. 79–103. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s10838-015-9312-x>, дата обращения 29.08.2020.
- Senge P.M. (2006) *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. New York: Doubleday/Currency.
- Spangenberg J. (2020) *System Complexity and Scenario Analysis*. Paper presented at the Ninth Biennial Conference of the International Society for Ecological Economics “Ecological Sustainability and Human Well-Being”, December 15–18, New Delhi, India. Режим доступа: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.543.4782&rep=rep1&type=pdf>, дата обращения 13.09.2020.
- Spire A. (1999) *La pensée — Prigogine, suivi de trois entretiens avec Gilles Cohen-Tannoudji, Daniel Bensaïch et Edgar Morin*. Paris: Desclée de Brouer.
- Taleb N.N. (2010) *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable (2nd ed.)*. New York: Random House.
- Thompson E. (2007) *Mind in Life. Biology, Phenomenology and the Sciences of Mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- von Bertalanffy L. (1932) *Theoretische Biologie*. Vol. 1. Berlin: Gebrüder Borntraeger.
- Wack P. (1985) *Scenarios: Shooting the Rapids // Harvard Business Review*. November–December Issue. P. 139–150.
- WBSCD (2010) *Vision 2050: The New Agenda for Business*. Geneva: World Business Council for Sustainable Development.
- Wilkinson A. (2014) *The Essence of Scenarios: Learning from the Shell Experience*. Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Wilkinson A., Kupers R. (2013) *Living in the Futures // Harvard Business Review*. Vol. 91. № 5. P. 118–127.
- Wilkinson A., Kupers R., Mangalagu D. (2013) *How Plausibility-based Scenario Practices are Grappling with Complexity to Appreciate and Address 21st Century Challenges // Technological Forecasting & Social Change*. Vol. 80. № 4. P. 699–710. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.10.031>, дата обращения 29.08.2020.

НОВЫЕ БИЗНЕС-МОДЕЛИ



Системные преобразования для бизнеса в контексте перехода к экономике замкнутого цикла

Ханс Висмет

Почетный профессор, факультет экономики (Department of Economy)^a, hans.wiesmeth@tu-dresden.de; президент^b; научный руководитель, Лаборатория международной и региональной экономики^c, hans.wiesmeth@urfu.ru

^a Дрезденский технический университет (Dresden Technical University), 01062 Dresden, Germany

^b Саксонская академия наук (Sächsische Akademie der Wissenschaften), Германия, Karl-Tauchnitz-Str. 1, 04107 Leipzig, Germany

^c Высшая школа экономики и менеджмента, Уральский федеральный университет, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

Аннотация

Переход к экономике замкнутого цикла часто связывается с бизнес-моделями, которые предусматривают отказ от традиционной концепции «срока службы» товаров в пользу нахождения новых способов их использования и применение принципов экологического дизайна при производстве продукции. Подобные системные изменения тесно связаны с иерархией приоритетов в управлении отходами — предотвращением их образования, переработкой и повторным использованием товаров, а также осуществлением для этого технологических и организационных инноваций. В статье описываются проблемы, с которыми сталкиваются компании в контексте перехода

к экономике замкнутого цикла, и иллюстрирующие их кейсы. Возникающие сложности обусловлены базовыми такими рыночными механизмами, как торговля отходами, квотами на выбросы и бывшей в употреблении продукцией. Особое внимание уделяется фактору социальной коалиции, который связан с извлечением выгод вследствие децентрализованного принятия решений субъектами рыночной экономики. В краткосрочной перспективе целенаправленная экологическая политика позволит решить некоторые из рассматриваемых проблем, но в более долгосрочном плане эффект социальной коалиции подлежит переориентации в целях успешной реализации принципов замкнутого цикла.

Ключевые слова: экономика замкнутого цикла, технологические инновации, иерархия отходов, эффект социальной коалиции, децентрализованное принятие решений, новые бизнес-модели

Цитирование: Wiesmeth H. (2020) Systemic Change: The Complexity of Business in a Circular Economy. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 47–60. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.47.60

Systemic Change: The Complexity of Business in a Circular Economy

Hans Wiesmeth

Professor Emeritus, Department of Economy^a, hans.wiesmeth@tu-dresden.de; President^b; and Research Supervisor, Laboratory of International and Regional Economics^c, hans.wiesmeth@urfu.ru

^aDresden Technical University, 01062 Dresden, Germany

^bSaxon Academy of Sciences and Humanities (Sächsische Akademie der Wissenschaften), Karl-Tauchnitz-Str. 1, 04107 Leipzig, Germany

^cGraduate School of Economics and Management, Ural Federal University, 19 Mira Street, Yekaterinburg, 620002, Russian Federation

Abstract

The transition to a circular economy is often associated with appropriate business models, which should, among other things, help to replace the conventional 'end-of-life' concept regarding commodities with restoration and environmental design. This systemic change appears to be closely linked to the waste hierarchy: prevention of waste, reuse of old commodities and recycling of waste. The paper shows that there are various problems for businesses to maintain the waste hierarchy in

the context of a circular economy. The intrinsic nature of environmental commodities and, in particular, societal path dependencies present some challenges. These societal path dependencies are related to the benefits of decentralized decision-making in a market economy. In the short term, appropriate environmental policies can help alleviate some of these problems, but in the long term, these societal path dependencies need to be reoriented. The paper contains practical examples of all the issues raised.

Keywords: circular economy; technological innovation; waste hierarchy; societal path dependencies; decentralized decision-making; new business models

Citation: Wiesmeth H. (2020) Systemic Change: The Complexity of Business in a Circular Economy. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 47–60. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.47.60

Новая модель экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ) вызывает все больший интерес деловых и политических кругов, так как обладает высоким потенциалом для создания инноваций, способствующих развитию новых рынков и решению проблем, связанных с сохранением ресурсов планеты. По подсчетам Ellen MacArthur Foundation, внедрение принципов ЭЗЦ может принести европейской экономике в обозримой перспективе до 1.8 трлн евро [MAF, 2020]. Бизнес рассматривается как ключевой субъект в извлечении преимуществ от подобного системного перехода к новой концепции. Известны многочисленные примеры эффективных бизнес-моделей, разработанных для данного направления, зачастую радикально инновационных. Они касаются совместного потребления товаров и услуг (шеринга), использования одноразовой упаковки продуктов питания, придания «новой жизни» отслужившим товарам, системы электрической мобильности и др. Ожидается, что переход к ЭЗЦ будет системным, глубоким и радикальным. Опираясь на преимущества единого рынка и потенциал цифровых технологий, такая модель может укрепить промышленную базу Европейского Союза (ЕС), способствовать созданию новых компаний, развитию малого и среднего предпринимательства. Подобный сбалансированный подход станет основой для повышения качества жизни, создания новых рабочих мест и формирования перспективных компетенций [European Commission, 2020].

Усиление вовлеченности бизнеса путем постоянного внедрения технологических инноваций считается необходимым условием перехода к более эффективной экологической политике [Lifset, Graedel, 2002] и источником многочисленных возможностей. Однако возникает вопрос о целесообразности полной передачи бизнесу всей ответственности за выполнение задач ЭЗЦ, принципы которой в настоящее время учитываются в стратегиях как развитых, так и развивающихся стран. Одним из лидеров в данной сфере считается Китай [Wiesmeth, 2020; Yuan et al., 2006; Zhu, 1998], где идея ЭЗЦ получила государственную поддержку по разным направлениям. Пример — создание экоиндустриальных парков, в задачу которых входило комплексное повышение эффективности использования природных и других ресурсов путем оптимизации отраслей, производств, создания новых технологий, модернизации оборудования и совершенствования управления [Yuan et al., 2006]. Большинство китайских исследователей сегодня ориентируются на этот подход. Для других развивающихся стран приводятся аналогичные рекомендации с поправкой на специфику приоритетов местного бизнеса.

ЭЗЦ открывает новые возможности для диверсификации экономики, создания стоимости, формирования соответствующих компетенций, развития предпринимательства [Preston et al., 2019]. Привлекательность модели в том, что придание бизнесу роли ключевого игрока в ее реализации позволит сэкономить значительные ресурсы государства и повысит ее легитимность в глазах общественности. Проявляет интерес к этой модели

и Россия [Plastinina et al., 2019; Wiesmeth, 2020]. Переход на нее нередко сопровождается радикальной трансформацией и оптимизацией одних отраслей и полным исчезновением других. Все больше компаний задумываются о перспективах собственных бизнес-моделей в условиях, когда «отходов больше не будет» [Wilts, 2016].

Современная экономическая деятельность далеко не всегда согласуется с принципами замкнутого цикла. Устаревшая электроника и пластиковые отходы продолжают экспортироваться в развивающиеся страны, где их «переработка» с помощью устаревших технологий наносит повсеместный урон. Другой пример — продажи подержанных автомобилей в страны, где отсутствуют условия для их надлежащего обслуживания. Кроме того, не все игроки придерживаются принципа экологической нейтральности, используя разнообразные камуфлирующие стратегии вроде «озеленения» для обхода принципа «загрязнитель платит». Например, автопроизводители могут прибегать к определенным уловкам, чтобы исказить данные о фактических выбросах автомобилей. Таким образом, развитые страны нарушают обязательства по смягчению последствий изменения климата.

Цель настоящей статьи заключается в выявлении основных точек системных изменений, необходимых для перехода к ЭЗЦ, оценке вклада бизнеса в соответствующие процессы и целесообразности переориентации на новые стратегии. При этом учитывается тот факт, что многие предприятия продолжают динамично развиваться в рамках существующей линейной системы, например, за счет добычи природных ресурсов [Wilts, 2019]. Исследовательский вопрос рассматривается в рамках многосложной системы стимулов, когда одни заинтересованные стороны поддерживают цели ЭЗЦ, а другие — нет.

«Экологические» товары воспринимаются как общественно полезные блага, позитивно влияющие на качество жизни. Однако препятствием для плавного перехода к новой модели оказывается эффект социальной колеи (*social path dependence*), влияние которого анализируется в контексте иерархии отходов. Анализ сопровождается примерами из разных областей, связанными с ЭЗЦ и барьерами, порождаемыми феноменом социальной колеи, преодоление которого требует системных изменений. Обсуждаются возможности интеграции новой модели в существующие структуры рыночной экономики, а также введения новых социальных норм для бизнеса в соответствии с принципами замкнутого цикла. Приводятся рекомендации по формированию ЭЗЦ и связанным с этим системным изменениям.

Определение и восприятие ЭЗЦ

Появлению концепции ЭЗЦ способствовали многие факторы, начиная с публикации Римским клубом в 1972 г. доклада «Пределы роста», в котором сформулированы принципы устойчивого развития [Meadows et al., 1972]. В экономической системе окружающая среда является, с одной стороны, источником природных

ресурсов, а с другой — получателем отходов [Pearce, Turner, 1989]. Истощение ее потенциала в обеспечении указанных функций влечет серьезный ущерб для многих отраслей, поскольку вынуждает реализовывать дорогостоящие проекты по очистке от загрязнений. Неконтролируемое захоронение загрязняет почвы и грунтовые воды, создает глобальную угрозу биоразнообразию и здоровью людей. Так, накопление пластиковых отходов уже привело к тому, что их элементы обнаружены в животных организмах, составляющих разные пищевые цепочки. Глобальные уровни антропогенных выбросов парниковых газов превышают ассимиляционный потенциал атмосферы и океанов, влияя на изменение климата. Страны различаются не только по природно-ресурсному и ассимиляционному потенциалу, но и по уровню экологического сознания населения. Эти различия обусловлены экономическим, географическим, климатическим и демографическим контекстами. Соответственно подходы к внедрению ЭЗЦ должны отвечать специфике каждой конкретной страны. Речь идет о масштабных системных изменениях и последствиях для бизнеса по таким аспектам, как торговля пластиковыми отходами и глобальные выбросы парниковых газов в разных регионах, независимо от уровня их развития. Модель ЭЗЦ предложили представители разных технических школ [MAF, 2020]. Так, «школа промышленной экологии» предполагает учет экологических аспектов уже на старте разработки продуктов и производственных процессов [Lifset, Graedel, 2002].

Исходя из специфики разных контекстов (географического, социального, экономического, ресурсного и т. п.) в отношении ЭЗЦ сложился широкий круг мнений. Выделяется не менее 100 различных подходов к данной концепции [Kirchherr et al., 2017]. Ключевые различия в ее трактовке связаны с интересами тех или иных сторон, отношением к иерархии отходов, готовностью использовать новые бизнес-модели. Если сфокусироваться на общих для всех подходов признаках, то ЭЗЦ определяется как система, основанная на бизнес-моделях, в которых концептуальные акценты смещаются от понятия «срока службы» к снижению потребления материалов или их повторному использованию, переработке и восстановлению в процессе производства, распределения и потребления [Kirchherr et al., 2017]. Многие подходы к ее формированию связаны с определенными бизнес-моделями, которые прописаны в программе Ellen MacArthur Foundation [MAF, 2013, 2020], Плане действий ЕС по созданию экономики замкнутого цикла (Circular Economy Action Plan) [EU, 2020], программе ООН «Зеленая экономика» [UN, 2020]. Во многих странах предпринимаются попытки создать «умные города», концепция которых, представляя колоссальный эволюционный потенциал, тесно связана с устойчивым развитием и ЭЗЦ [Albino et al., 2015; Frost & Sullivan, 2019].

Рассмотрим основные принципы ЭЗЦ, перспективные бизнес-модели и барьеры для ее реализации.

Формирование ЭЗЦ

Для восстановления и поддержания окружающей среды в любой экономической системе следует уделять внимание ее потенциалу к абсорбированию отходов. Как правило, оценка ассимиляционных возможностей природы — непростая задача, требующая приоритетного фокуса на предотвращении накопления отходов. Один из способов ее решения — продление срока службы продуктов за счет повторного использования. Переработка собранных и отсортированных отходов позволяет частично восстанавливать ресурсы (включая энергию), уменьшать их объем и сохранять ассимиляционный потенциал среды. Таким образом, на первый план выходит концепция иерархии отходов «3R» (*reduce, reuse, recycle* — сокращение объема, повторное использование, переработка), следование которой требует целостного, нелинейного мышления и системного подхода к изменениям¹. Рассмотрим роль бизнеса в реализации перехода к ЭЗЦ. Важным инструментом выступает «дизайн для окружающей среды» (*Design for Environment, DfE*), обеспечивающий экологическую нейтральность продукции, следование иерархии отходов, упрощение их переработки, экономию ресурсов за счет соответствующего дизайна товаров и правильного ресурсопользования.

Одной из ключевых задач в экономической системе является распределение ресурсов и товаров с учетом масштабов и характера производства (трудозатраты, степень нейтральности по отношению к окружающей среде и другие параметры). В подобном контексте системный подход обеспечивается децентрализацией экономических решений посредством механизмов ценообразования. Он стимулирует потребителей и производителей принимать экономические решения в отношении дефицитных ресурсов или товаров, исходя из собственных знаний. Ценообразование играет координирующую роль, обеспечивая рыночное равновесие и эффективность, по крайней мере при определенных условиях. Достижение обозначенных преимуществ имеет свою цену. Прежде всего, от любых действий ожидается соответствующая отдача. Потребитель или инвестор, вкладывая ресурсы, рассчитывает получить некое индивидуально «воспринимаемое» благо — пользу от потребления или производства товаров. Следовательно, децентрализованное принятие решений потребителями и производителями в рыночной экономике определяется задачей максимизации пользы или прибыли. Любые бизнес-модели замкнутого цикла должны соответствовать этой структурной установке. Однако простой перенос классического рыночного механизма на ЭЗЦ невозможен, прежде всего из-за внутренней природы товаров, актуальных для рассматриваемой модели. Отходы являются потенциальным «товаром», поскольку нахождение новых способов их применения взамен утилизации позволит изменить качество жизни и при определенных условиях повысить прибыльность. Тем не менее мотивация производителей к уменьшению объема отходов пред-

¹ О расширенных версиях концепции иерархии отходов (вплоть до 9R) см., например, [Kirchherr et al., 2017].

ставляет проблему. Каждый из них задается резонными вопросами: повысится ли отдача от приложенных усилий и сокращения собственного производства отходов, если другие игроки продолжают их генерировать? При соответствующих условиях сокращение производства отходов всеми актерами принесет всеобщую пользу.

В классической рыночной системе адекватное распределение торгуемых экологических активов (*environmental commodities*, далее — ТЭА), предусмотренное моделью замкнутого цикла, невозможно. Для его обеспечения требуется масштабная адаптация. Дефицит ТЭА, например сокращение выбросов парниковых газов, неодинаково воспринимается в разных странах. Для некоторых государств решение экологических проблем, таких как обеспечение чистых воздуха и воды, представляется более важной задачей, чем борьба с изменением климата. Разное восприятие приоритетности ТЭА может создать проблемы с их распределением. Отсутствие отдачи от усилий по предотвращению изменения климата порождает проблемы даже для промышленно развитых стран. Так, на долю Германии приходится не более 2% глобальных выбросов парниковых газов, но ее усилия по их сокращению не будут ощутимы без поддержки другими странами. Эти аспекты отражают лишь часть проблем ЭЗЦ. Не меньшую сложность представляет идентификация жизнеспособных бизнес-моделей для предотвращения образования отходов, которые отвечали бы интересам перерабатывающих их компаний. Неоднозначным выглядит императив приоритетности увеличения срока службы товаров, например электронного оборудования, для всех без исключения производителей. Различный уровень экологической компетентности может стимулировать международную торговлю товарами, имеющими отношение к экологии, такими как мусор или пластиковые отходы. Возможное решение — пересмотр существующих правил на уровне Всемирной торговой организации (ВТО), хотя большинство стран пока не уделяют внимание факторам, препятствующим переходу к ЭЗЦ. Решающим барьером в реализации системных изменений является эффект социальной колеи, влияющий даже на результативность политических инициатив, направленных на достижение этих целей. Для устранения проблемы следует стимулировать дискуссии о необходимости системных преобразований. Возникают «непреодолимые» вызовы для бизнеса, связанные с переходом к модели замкнутого цикла и предполагающие

«игру» на поле сложных систем. Рассмотрим последствия упомянутых структурных расхождений между классической рыночной экономикой и ЭЗЦ на основе анализа экономической деятельности, связанной с ТЭА. В табл. 1 показаны различия и общие характеристики этих экономических систем в отношении иерархии отходов.

Сложность ведения бизнеса и ее эффекты для окружающей среды

Возможные механизмы корректировки рыночной системы для использования ТЭА и «интернализации» воздействия на окружающую среду, в принципе, известны, включая налоги на загрязнение и торговлю квотами на выбросы. Они применяются в разных странах и позволяют компаниям реструктурировать деятельность таким образом, чтобы уменьшить эмиссию вредных веществ, тем самым снизив соответствующую налоговую нагрузку и расходы по выполнению условий квот на выбросы. В то же время решения не так просты, как могут показаться. В контексте подхода на основе «ценового стандарта» упомянутые налоги нацелены на снижение загрязнения до уровня утвержденных экологических норм. Общее количество квот на выбросы, доступных в определенный период, также ограничено. Подобные стандарты служат заменой показателям эффективности ТЭА (которые трудно просчитываются). В связи с новыми результатами научных исследований данные стандарты предстоит скорректировать. В частности, это относится к управлению отходами, например, в России, где растет «коэффициент полезного использования» для различных их видов [Wiesmeth, 2020]. При том что компании адаптировались к постоянно меняющимся условиям, вопрос, каким образом и насколько следует повышать стандарты, остается наиболее проблематичным.

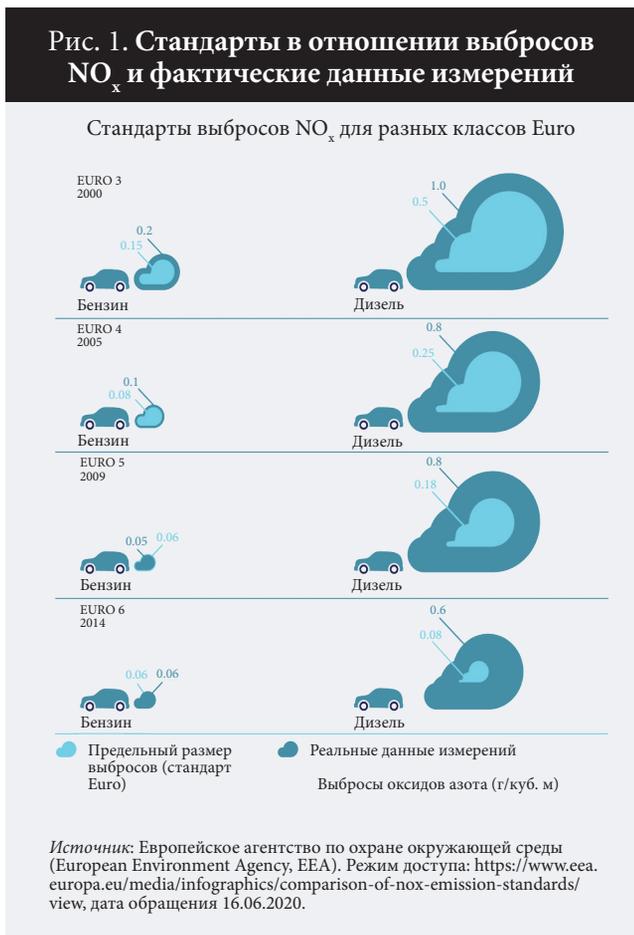
Повышение экологических стандартов

Поскольку производителям обычно известны меры по снижению загрязнения в контексте их деятельности, возникает информационная асимметрия. Политики сталкиваются с задачей выбрать оптимальное время для введения экологических стандартов и определить адекватную степень их корректировки. Ожидается, что производители добровольно будут использовать свои знания только в том случае, если это соответствует их интересам. Пример — ситуация с автомобильными

Табл. 1. Сравнение рыночной экономики и ЭЗЦ

Рыночная экономика		Контекст децентрализованного принятия решений характеризуется информационной асимметрией
Эффект социальной колеи в отношении децентрализованного принятия решений определяет выбор бизнес-модели	Иерархия отходов	
	Предотвращение образования отходов	
	Прибыльная повторная переработка	
Экономика замкнутого цикла		
Источник: составлено автором.		

Рис. 1. Стандарты в отношении выбросов NO_x и фактические данные измерений



выбросами NO_x. За последние десятилетия ЕС ужесточил стандарты в их отношении: для дизельных автомобилей с 0.5 г/км в 2000 г. до 0.08 г/км в 2014 г. На рис. 1 показаны расхождения между стандартами в отношении выбросов и фактическими данными, которые обусловили принятие новых процедур испытаний, предоставляющих более реалистичные результаты. Однако автопроизводителям сложно придерживаться стандартов, потому что спрос на более тяжелые авто-

мобили сохраняется, что повышает средние для автопарка показатели потребления бензина и дизельного топлива, а следовательно, — выбросов вредных газов. Разработка «устройств нейтрализации», использовавшихся для манипулирования результатами тестов на выбросы, привела к «Дизельгейту». Это явилось следствием того, что автопроизводители, несмотря на технические решения для снижения выбросов NO_x (в частности, путем добавления AdBlue — специального реагента для очистки выхлопных газов), не хотели обременять водителей необходимостью делать специальные остановки для пополнения запасов реагента, либо их не устраивала технология «насадки на трубу» (*end-of-the-pipe*). Динамика спроса на более тяжелые автомобили опередила разработку технологий для ощутимого снижения выбросов. Отсюда вытекает, что нормативные акты, даже предсказуемые, могут существенно влиять на ведение бизнеса в ЭЗЦ. Компании же не всегда добровольно готовы прибегать к системным изменениям с помощью соответствующего редизайна продукции. Более того, если усилия, направленные на снижение выбросов NO_x совпадают с мерами по смягчению последствий изменения климата и другими «Джокерами», такими как эпидемия коронавируса, можно ожидать особых трудностей.

Экологические стандарты и международная торговля

На международную торговлю все сильнее влияют экологические нормы, которые вводятся как в странах-экспортерах, так и у импортеров, что создает новый уровень сложности ввиду возможного государственного вмешательства в торговлю. Первая оценка экологических торговых барьеров, представленная в исследовании [Fontagné et al., 2001], показывает, что такие нормы потенциально затрагивают 88% мирового торгового оборота. На рис. 2 проиллюстрирован рост числа коммуникационных кейсов, имеющих отношение к проблемам окружающей среды (*environment-related notifications*) за последние десятилетия.

Рис. 2. Динамика числа коммуникационных кейсов, связанных с окружающей средой



Государство может использовать экологические стандарты в качестве инструментов для предотвращения или ограничения выхода компаний на рынок и тем самым для снижения конкурентного давления на национальную промышленность. Не всегда легко определить мотивы для принятия того или иного стандарта: защита окружающей среды, экономические причины либо то и другое. Кроме того, картину могут искажать различия в уровне экологического сознания: то, что не считается проблемой в отношении возможного загрязнения окружающей среды в одной стране, не обязательно будет приемлемым в другой. Не исключено, что и отношение населения с течением времени будет меняться. Так, Китай ранее импортировал значительные объемы пластиковых отходов: более 1.6 млн т в 2015 г. После запрета в 2018 г. импорта загрязненных отходов этот показатель снизился до значения менее 65 тыс. т. Новые правила, скорее всего, были приняты в результате сочетания экономических и экологических аспектов: рост экономического благосостояния способствовал развитию экологического сознания и повышению стоимости переработки этого типа отходов. Как следствие, компании понесли потери, причем не только те, кто торговал отходами и утилизировал их, но и разработчики определенных экологических технологий. Это указывает на риски ведения бизнеса в условиях потенциального вмешательства регулирующих органов. Кроме того, из-за расширения круга регулирующих мер экологические технологии в некоторых странах стали важным направлением бизнеса, особенно в США, Японии и Германии. По данным Министерства международной торговли США (International Trade Administration), мировые рынки экологических технологий, товаров и услуг в 2015 г. достигли 1.05 трлн долл., а объем экспорта — 47.8 млрд долл. [ИТА, 2017]. Доля Германии в мировой торговле «зеленой» продукцией составила в 2016 г. 16% и, как ожидается, в ближайшем будущем продолжит увеличиваться [GTAI, 2019]. Приведенные цифры говорят о растущем значении экспорта таких технологий, особенно в развивающиеся страны и государства с переходной экономикой. Однако текущий объем экспорта и его будущий потенциал зависят прежде всего от экологических норм в странах-импортерах. Если правила изменятся, рынки могут быть потеряны, как это недавно произошло в Китае после запрета импорта отходов.

Заслуживает внимания и продвижение экспорта определенных технологий, таких как электромобильность или «зеленый водород» в Германии. Согласно недавнему пресс-релизу Федерального министерства экономики и энергетики Германии² водородные технологии обеспечат стране «глобальное лидерство». Критически важно, что попытки добиться подобного статуса могут вызвать эффект технологической колеей в первую очередь в Германии. Благодаря сочетанию эко-

логических стандартов со стимулированием экспорта и фокусом на экономических аспектах альтернативные экологичные технологии могут быть вытеснены с рынка. Рассмотрим недавний кейс по продвижению электромобильности в Германии.

Продвижение электромобильности в Германии

Инициатива развития электромобильной индустрии ставила задачу добиться лидерства страны в разработке соответствующих технологий и укрепить ее позиции на китайском рынке электромобилей. В Китае стимулируются как покупка электромобилей, так и развитие необходимой инфраструктуры, в том числе зарядных станций. Поскольку китайские производители отстают от зарубежных конкурентов в отношении обычных транспортных средств, поддержка электромобильности также была нацелена на развитие национальной промышленности, конкурентоспособной на глобальном уровне [Heumann, 2020]. Прежде чем выйти на китайский рынок электромобилей, Германия должна была насытить внутренний рынок. Высокие экологические стандарты в сфере автомобильных выбросов оказались полезными, так как стимулировали развитие германских технологий. Как уже отмечалось, различные изменения, в частности спроса на более тяжелые транспортные средства, свидетельствуют, что соблюдать стандарты выбросов для автомобилей с обычным бензиновым либо дизельным двигателем будет чрезвычайно непросто, если вообще возможно. Поэтому правительство предложило «суперкредиты» для электромобилей: каждый проданный электромобиль учитывается как два транспортных средства с выбросами 0 г/км, что снижает средние показатели выбросов для всего автопарка. «Суперкредиты» постепенно сокращаются и в ближайшее время будут отменены. Предусмотрены и иные значительные субсидии: в течение двух лет на покупку электромобиля выделяется до 6 000 евро.

Пока неизвестно, в каком объеме вырастут продажи электромобилей в обозримой перспективе. Они все еще обладают определенными недостатками: слабо развита инфраструктура обслуживания, ограничен пробег, сохраняются высокие цены, несмотря на субсидированную поддержку производителей. В конце 2019 г. субсидии на электромобили в Китае были урезаны, что немедленно привело к снижению спроса на них [Heumann, 2020]. Возможным ответом правительства Германии на эти события является недавний переход к поддержке водородных технологий. В контексте формирования ЭЗЦ государство играет все более важную роль в отношении экологических стандартов и других регуляторных мер. Однако возникает риск для всех видов экономической деятельности, которые так или иначе связаны с экологией. Компаниям следует учитывать не только обычные фактические и потенциальные изменения на рынке, но и возможные, часто

² Режим доступа: <https://www.bmw.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2020/20200610-securing-a-global-leadership-role-on-hydrogen-technologies.html>, дата обращения 16.06.2020.

неожиданные, трансформации рамочных условий на национальном и международном уровнях. Это значительно усложняет бизнес-процессы в ЭЗЦ, особенно в странах, ориентированных на экспорт, и подчеркивает необходимость системных изменений, которые выйдут за рамки традиционных бизнес-моделей, ориентированных на децентрализованное принятие решений. Рассмотрим возможности применения тех или иных моделей в условиях ЭЗЦ.

Эффект социальной колеи и его природа

Разработка специальных бизнес-моделей для ЭЗЦ представляет большой интерес для крупных компаний [MAF, 2020]. Они выглядят многообещающим источником ощутимых финансовых, социальных и экологических преимуществ в сравнении с существующими, которые имеют ограниченный потенциал применения. Однако отсутствует комплексная структура, которая обеспечила бы любому предприятию возможность адаптировать модель нового типа [Lewandowski, 2016]. Бизнес, как правило, обладает знаниями, необходимыми для подбора адекватных бизнес-моделей, и не нуждается в сторонних консультантах. Но упомянутый выше подход пока не адаптирован к рыночной экономике, при том что он предложен школой промышленной экологии еще в начале текущего века и отводит технологиям доминантную роль в переходе к ЭЗЦ [Lifset, Graedel, 2002].

Проанализируем влияние эффекта социальной колеи на формирование модели замкнутого цикла. Напомним, что для нее, как и для традиционной рыночной модели, основными активами являются децентрализованное принятие решений, а также осознанное использование доступных знаний и информации.

Важную роль в переходе к ЭЗЦ играют технологические инновации, в частности регулируемые подходом DfE. Вопреки точке зрения, высказанной в работе [Lifset, Graedel, 2002], не все компании добровольно внедряют такие нововведения. Ключевую роль играет рыночный контекст, который должен благоприятствовать DfE [Gupt, Saray, 2015]. В большинстве случаев для мотивации бизнеса к использованию подобного подхода требуется соответствующее экологическое регулирование.

Концепция эффекта технологической колеи была представлена в 1980-е гг. в различных публикациях по альтернативным трактовкам «теории фирмы» [Stack, Garland, 2003]. Стремление сэкономить на масштабах может привести к выбору неоптимальных технологий с последующим закреплением их в статусе отраслевого стандарта. Это касается и экологических технологий: выбор той или иной системы управления отходами обычно ведет к возникновению эффекта технологической колеи, задающего вектор обновлений системы в дальнейшем. Аналогичным эффектом может способствовать и экспортная политика правительства как в странах-экспортерах, так и у импортеров.

Эффект социальной колеи немного сложнее, поскольку охватывает более широкий веер аспектов,

включая культурные и институциональные. Это касается общественного восприятия проблем и взглядов. Подобные социальные колеи имеют разные корни (исторические, религиозные), могут зависеть от локального контекста, географических, климатических и экономических условий. Форма организации бизнеса в стране также может играть роль социальной колеи — в том смысле, что существующие бизнес-модели препятствуют трансформации, укрепляя стабильность сложившейся системы. В свою очередь новые бизнес-модели стимулируют создание технологических инноваций и социальную трансформацию [Bidmon, Knab, 2018]. Примечательно, что если создание инноваций является налаженной практикой компании, ее существующие бизнес-модели могут стать одним из драйверов преобразований. Соответственно роль движущей силы в обеспечении перехода к ЭЗЦ возлагается на инновационные практики, в частности DfE. Однако существует проблема с отсутствием стимулов ввиду информационной асимметрии. В отношении формирования ЭЗЦ эффект социальной колеи сказывается не только на экологических инновациях, но и на всем спектре управления отходами и на всей их иерархии.

Восприятие отходов и деятельности по предотвращению их образования

Анализ основных принципов ЭЗЦ демонстрирует, что примерно 35–40% из 114 ее определений, представленных в исследовании [Kirchherr et al., 2017], исходят из иерархии отходов 3R. Вместе с тем на практике определения, упоминающие только повторное использование и переработку, встречаются почти столь же часто (25%), как и дефиниции, базирующиеся на структуре 3R. Причина в том, что если существующие бизнес-модели не скорректировать соответствующим образом, то простое сокращение объема отходов ограничит уровень потребления и экономический рост [Kirchherr et al., 2017]. Это говорит о наличии эффекта социальной колеи: убеждение общества в необходимости сохранения достигнутых темпов экономического роста в данном случае мешает осуществлению системных изменений. Если задача предотвращения образования отходов выйдет на первый план в управлении ими, то указанная мера окажется более радикальной, чем просто корректировка каждого из трех уровней иерархии при сохранении их текущей приоритетности [Wilts, 2012]. Существует взаимосвязь между физической инфраструктурой утилизации, группировками субъектов в сфере управления отходами и стимулами к предотвращению их образования.

На практике инфраструктура в большинстве стран, в том числе в Германии, обеспечивает сбор отходов, различные уровни их сортировки и мероприятия по переработке. Однако эти процессы не ориентированы на предотвращение образования отходов. Отсутствие внимания к данной задаче как приоритетной объясняется многими причинами, прежде всего расхождением в трактовках. Снижение отходов и предотвращение их образования часто отождествляются, хотя два этих понятия, несмотря на свою близость, не

идентичны. После 2000 г. объем твердых бытовых отходов в Германии существенно уменьшился, особенно за счет снижения объема мусора, образующегося при строительстве и сносе зданий; объем промышленных отходов увеличился, а бытовых — в целом остался неизменным [ВМУ, 2018]. Иными словами, общее снижение объема производимых отходов произошло вовсе не благодаря целенаправленным усилиям по сокращению бытового и промышленного мусора. К тому же с 2000 по 2017 г. количество выбрасываемой упаковки всех видов в Германии выросло в среднем на 19%, а пластиковой тары — на 74%³. Объем строительных отходов, образующихся при сносе зданий, мог уменьшиться скорее вследствие снижения масштабов строительства.

Для того чтобы предотвратить образование отходов, предстоит выйти на другой уровень и провести работу по изменению поведенческих паттернов, влияющих на этот процесс. Выделяются три основных направления: информирование о необходимости предотвращения образования отходов, более эффективное использование материалов и формирование устойчивого потребления [Corvellec, 2016]. В исследовании [Wilts, 2012] приведены различные индикаторы, но измерение прогресса в предотвращении отходов, в отличие от снижения их объема, остается сложной задачей. Еще одна причина пренебрежения к проблеме — сложившееся отношение к отходам у значительной части общества. «Мусор» обычно воспринимается как вещь, от которой нужно избавиться. Когда отходы оказываются на свалке или в других местах, например на перерабатывающем заводе, они исчезают из поля зрения и забываются. Раздельная утилизация мусора воспринимается как «подвиг». Люди в своей массе полагают, что, рассортировав мусор, сделали все необходимое для защиты окружающей среды [Engel, Szech, 2017]. Поскольку именно так в последние десятилетия развивалось управление отходами, соответствующее отношение укоренилось в ментальных паттернах.

Выход из подобной социальной колеи только начинается. Переработке отходов предстоит взять на себя ту роль, которую захоронение мусора на свалках играло в течение нескольких десятилетий. Это одна из причин, по которой предотвращение образования отходов отстает от их переработки, хотя последняя тоже помогает предотвратить вред, наносимый окружающей среде, и способствует восстановлению некоторых ресурсов. Структура систем управления отходами также ориентирована на данный аспект. Сбор и переработка максимально возможного количества отходов отвечают (и должны отвечать) интересам компаний, занимающихся их утилизацией в силу доходности такой деятельности. Устойчивые позиции этих компаний являются следствием эффекта социальной колеи [van Ewijk, Stegmann, 2016].

Решения для предотвращения образования отходов

Рассмотрим модели, которые расширяют потенциал ЭЗЦ и вносят вклад в системные преобразования. В «Директиве ЕС по отходам»⁴ приводятся меры по изменению структурных условий для образования отходов, которые должны реализовываться на стадиях проектирования, производства и распределения. В то же время помимо DfE не существует бизнес-моделей, которые были бы эффективными без внешнего регулирования, а ЕС пока не удалось добиться заметных успехов по предотвращению (или сокращению масштабов) выбрасывания упаковки [Tencati et al., 2016]. Даже DfE будет добровольно осуществляться только в том случае, если докажет свое преимущество для бизнеса. Одним из предназначений DfE, к которому постоянно и добровольно обращаются компании для снижения производственных затрат, является повышение ресурсной эффективности. Оно соответствует задачам ЭЗЦ, хотя приоритетная задача заключается в сокращении затрат для усиления конкурентоспособности. В этом смысле данную меру следует рассматривать в контексте косвенных эффектов: рост ресурсной эффективности снижает производственные затраты, что увеличивает спрос на продукцию и активы [Wiesmeth, 2020]. Популяризируя различные бизнес-модели, Ellen MacArthur Foundation обращает внимание на отмеченный косвенный эффект, который нивелирует влияние соответствующего DfE для предотвращения отходов [MAF, 2020]. Таким образом, ориентация на драйверы рыночной экономики (в данном случае — получение прибыли) ставит под угрозу достижение цели ЭЗЦ.

В какой степени ситуацию изменит (потенциально и реально) цифровизация, пока неизвестно. В настоящее время цифровая экономика динамично развивается, и в ближайшие годы ее темпы только усилятся. Очевидно, что формирование ЭЗЦ зависит от дальнейшего развития цифровых технологий. Например, робототехника может служить для повышения эффективности переработки отходов [Sarc et al., 2019]. Однако неясно, насколько это будет способствовать предотвращению их образования. Эффект цифровизации в отношении ЭЗЦ неоднозначен. Ограничения, введенные во время коронавирусного кризиса, выявили, что онлайн-покупки, которые в значительной степени способствуют росту использования упаковки, не заменят обычных магазинов: люди стремятся к прямым контактам. Возможно, цифровизация лишь незначительно (если вообще) сократит объем перевозок, что до некоторой степени компенсирует связанные с ней другие — менее экологически нейтральные — виды деятельности. Следовательно, существующие и потенциальные бизнес-модели не обязательно окажутся эффективными в переходе к ЭЗЦ. Необходимость получения прибыли либо ведет к игнорированию

³ Режим доступа: <https://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/level-of-packaging-consumption-in-germany-remains>, дата обращения 16.06.2020.

⁴ Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>, дата обращения 16.06.2020.

некоторых экологически нейтральных направлений DfE, или дает косвенный эффект — увеличение потребления и связанный с ним рост использования ресурсов. В любом случае, предотвращение образования отходов не является основной задачей бизнеса. Возникает вопрос о целесообразности ее достижения. Переработка отходов снижает экологический ущерб; для этого существует множество технологий, и постоянно возникают новые инновации. Именно такая позиция преобладает во многих странах, включая Россию. Нынешняя рыночная система, тесно взаимосвязанная с укоренившейся бытовой культурой, не способствует предотвращению образования отходов, но имеются серьезные причины не забывать об этом. Чем больше создается отходов, тем активнее они накапливаются. В итоге сбор всего произведенного мусора, в том числе пластиковых отходов, становится чрезвычайно дорогостоящим. Предотвращение образования отходов — единственный способ существенно сэкономить ресурсы, поскольку вторичная переработка зачастую означает получение материалов более низкого качества.

Повторное использование товаров в экономике замкнутого цикла

Продление срока службы использованных товаров помогает экономить ресурсы и предотвращает образование отходов. Известны многочисленные примеры успешного повторного использования и совместного потребления товаров, переросшие в устойчивые бизнес-модели, например востребованный сегодня каршеринг. Значительная их часть появилась в процессе цифровизации и может существовать только в цифровом контексте.

Рассмотрим некоторые из этих бизнес-моделей через призму эффекта социальной колей. Децентрализованное индивидуальное принятие решений, характерное для рыночной экономики, обеспечивает эффективность механизма ценообразования. Однако вне контекста рыночной системы запускаются такие механизмы, как «трагедия общих ресурсов»⁵ (*tragedy of the commons*) и «дилемма заключенных»⁶ (*prisoners dilemma*), в том числе в форме появления ТЭА. В результате для потребителей даже с высоким уровнем экологического сознания становится нормальным регулярно приобретать новейшие модели электронного оборудования, модные автомобили, одежду и т. п. Для обозначения стремительного роста потребления текстиля, вызванного снижением цен и изменением стиля жизни, применяется термин «быстрая мода»⁷. Компании склонны поддерживать подобное потребительское поведение, а промышленные предприятия потребляют для производства огромное количество природных ресурсов и в итоге «произво-

дят» столь же масштабные объемы использованных товаров и отходов. Остановимся подробнее на перспективах повторного использования электронного оборудования и других бывших в употреблении товаров.

Электронное оборудование. Большая часть подержанных электронных устройств «уходит» в развивающиеся страны. Из-за масштабных объемов такой продукции и размытости понятия «повторное использование» значительная их доля «перерабатывается» в странах-импортерах губительными для населения и окружающей среды способами [Sovacool, 2019]. Это дает возможность производителям избавляться от необходимости утилизации продукции за собственный счет, что ведет к снижению затрат на переработку. Вместе с тем исчезает и мотивация к применению DfE, одного из важных инструментов предотвращения образования отходов.

Таким образом, современные бизнес-модели производства электроники создают проблемы для перехода к ЭЗЦ. Экспорт подержанного оборудования в развивающиеся страны для повторного использования не обязательно соответствует принципам этой экономической модели. Если, например, бывшие в употреблении смартфоны покупают люди, не имеющие возможности приобрести новые, то стратегия повторного использования не влияет на установление сбалансированного подхода к производству новых гаджетов. В данном случае об экономии ресурсов и предотвращении образования отходов не может быть и речи [Zink, Geyer, 2017]. На рынках электронного оборудования присутствуют устройства, пригодные для повторного применения, но главным драйвером выступает спрос на новейшие модели, который обеспечивается непрерывным потоком технологических инноваций. Подобная ситуация не оставляет возможностей для повторного использования в полном соответствии с принципами ЭЗЦ.

Автомобили. Ситуация с подержанными автомобилями аналогична кейсу электроники. Рынки для них существуют давно и представляют интерес для автомобильного бизнеса. Однако повторное использование автомобилей также полностью соответствует принципам ЭЗЦ только при условии, что они эксплуатируются людьми, которые в противном случае купили бы новый. В остальных случаях происходит лишь неполная замена новых автомобилей, что слабо способствует экономии ресурсов и предотвращению образования отходов [Zink, Geyer, 2017]. Это относится к экспорту подержанных автомобилей в развивающиеся страны, где их утилизация ведет к росту загрязнения среды. Более того, отсутствие необходимости для производителей перерабатывать продукцию за свой счет ведет к сокращению их общих расходов, но одновременно снижаются и стимулы для применения DfE.

⁵ Конфликт интересов различных сторон в отношении совместно используемых ресурсов.

⁶ Отсутствие мотивации игроков к сотрудничеству, несмотря на взаимную заинтересованность. При этом каждый актер стремится максимизировать собственный выигрыш, не заботясь об интересах других.

⁷ Режим доступа: <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/resource-efficiency/textiles-in-europe-s-circular-economy>, дата обращения 16.06.2020.

Рис. 3. Классификация путей повторного использования и переработки текстиля



Источник: [Sandin, Peters, 2018, Fig. 1]. Режим доступа: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0959652618305985-gr1.jpg>, дата обращения 16.06.2020.

Из-за высокого спроса на новые модели и технологии возникает избыточное предложение использованных автомобилей. Попытки производителей увеличить продажи за счет государственных субсидий на новые автомобили в ходе кризиса коронавируса, вероятно, еще более усугубят ситуацию.

Текстиль. По данным Европейского агентства по окружающей среде (European Environment Agency, EEA), из 5.6 млн т текстильных отходов, образовавшихся в ЕС в 2013 г., лишь 20% было собрано для повторного использования либо переработки, 1.5 млн т отходов экспортировано за пределы ЕС, а остальное утилизировано⁸. Примечательно, что магазины и даже международные рынки для реализации подобной продукции существуют уже давно. Однако, учитывая тенденцию «быстрой моды», развивающиеся страны могут быть наводнены старой одеждой, что, возможно, приведет к новым экологическим проблемам (как и в случае со старой электроникой).

На рис. 3 приведена классификация способов повторного использования и переработки текстильных изделий. Отсюда видно, что рынки вторичного текстиля становятся востребованными все в большей мере.

Влияние эффекта социальной колеи на вторичные товары

Оценивая роль эффекта социальной колеи, в первую очередь следует учитывать децентрализованную структуру экономических систем. Как потребители, так и производители принимают экономические решения, исходя из индивидуальных предпочтений, активностей и знаний. Благодаря действию таких механизмов, как «трагедия общих ресурсов», потребители равнодушны к экологическим проблемам. Более того, в последние десятилетия экономический рост продолжал подпитывать спрос на все виды товаров. Поэтому общая ориентация на новейшие модели ведет к усилению отмеченной закономерности. Аналогично «дилемма заключенных» вынуждает производителей ограничивать природоохранную деятельность и сосредотачиваться на экономическом контексте. В подобных случаях повторное использование товаров зачастую означает продажу вторичной продукции покупателям, которые не хотят или не могут позволить себе новые вещи. Это способствует росту продаж новых товаров, что стимулирует экономику, но не соответствует концепции повторного использования отходов с учетом их иерархии. Подтверждение тому — статистика меж-

⁸ Режим доступа: <https://www.eea.europa.eu/media/infographics/textile-waste/view>, дата обращения 16.06.2020.

дународной торговли вторичными товарами, которая нередко основывается на принципе сравнительных преимуществ, в силу чего может представлять взаимный интерес для стран — экспортеров и импортеров. Упомянутый принцип применим и к экологическим контекстам, но с оговоркой: при наличии сравнительного преимущества у менее экологически «сознательных» стран. К таковым чаще всего относятся развивающиеся государства — импортеры товаров, так или иначе загрязняющие окружающую среду, включая бывшие в употреблении электронное оборудование, автомобили и текстиль. Однако подобный способ ведения бизнеса в целом может не соответствовать задачам ЭЗЦ и не способствует системным изменениям.

Как видим, преодоление проблемы социальной колеи — непростая задача, по крайней мере в контексте перехода к ЭЗЦ. Шеринг-экономика, по-видимому, продолжит развиваться, в том числе за счет цифровизации. Тем не менее пока трудно оценить, насколько описываемые бизнес-модели, основанные на децентрализованных решениях потребителей и производителей, соответствуют задачам ЭЗЦ. Кроме того, международная торговля регулируется соответствующими соглашениями и правилами ВТО, в частности, в отношении экологических вопросов. Любым попыткам осуществить серьезные изменения будут противодействовать те или иные коллаборации развитых и развивающихся стран.

Переработка товаров в ЭЗЦ

Если предотвращение образования отходов и вторичное использование товаров пока не играют решающей роли в формировании ЭЗЦ, то переработка во многих странах превратилась в прибыльный бизнес, масштабную индустрию, которая обеспечивает рабочие места и способствует переходу к новой модели. Для управления отходами предусмотрена иерархия приоритетов, в которой на первом месте стоит предотвращение образования отходов, а следом идут их повторное использование и переработка. Практика же показывает, что экологические стандарты устанавливаются только для сбора и переработки различных видов отходов, а предотвращению их образования не уделяется внимания⁹. Сложившаяся ситуация обусловлена эффектом социальной колеи: результативность переработки отходов легко измерить, эта деятельность гарантирует рабочие места и открыта для технологических и иных инноваций. Возможность получения прибыли обуславливает использование бизнес-моделей, которые могут способствовать переходу к ЭЗЦ.

Эффект социальной колеи вносит свои коррективы. Если благодаря прямым или косвенным субсиди-

ям переработка определенных видов отходов становится прибыльной, ее масштабы должны возрастать. Любой альтернативный сценарий в большинстве стран будет восприниматься как проблема. Иными словами, «колея» требует, чтобы перерабатывалось как можно больше отходов. В результате деятельность по предотвращению их образования скорее сворачивается, а не активизируется. Тем самым нарушаются цели иерархии отходов, а задачи ЭЗЦ и реализации необходимых системных изменений остаются недостижимыми. Одним из следствий эффекта социальной колеи является то, что некоторые компании, например производители напитков, увеличивают долю продукции в одноразовой упаковке, ссылаясь на превосходные методы утилизации пустой тары (пример — инициатива компании Coca Cola «World Without Waste»)¹⁰. Подобные стратегии обусловлены эффектом социальной колеи в потребительском и производственном секторах. Они ведут к децентрализованным, оптимальным лишь для конкретных субъектов решениям, которые определяются либо «трагедией общих ресурсов» (для потребителей), либо «дилеммой заключенных» (для производителей).

Другой аспект относится к смене акцентов в отношении DfE. Смещение фокуса с предотвращения образования отходов на их переработку сопровождается переходом от DfE к «дизайну для переработки» (*Design for Recycling, DfR*). Компании по управлению отходами, в частности, немецкая Green Dot¹¹, продвигают DfR на том основании, что подобная модель обеспечивает производство экологически нейтральной упаковки. Это представляется некоторым отклонением от первоначальной цели DfE: с позиции ЭЗЦ такой подход — не столько предотвращение образования отходов, сколько переработка. Контекст вполне ясен: эффект социальной колеи вынуждает компании по управлению отходами развивать бизнес в данном направлении, что имеет определенные последствия для деятельности многих производителей и перехода к ЭЗЦ.

Заключение

Переход к модели замкнутого цикла порождает дополнительные вызовы для компаний в связи с необходимостью учитывать новые сложные требования и правила. Несмотря на наличие многочисленных жизнеспособных бизнес-моделей для такой экономики, в большинстве случаев они остаются лишь немасштабируемыми успешными примерами. Тот факт, что трансформация экономики и осуществление системных изменений требуют внешней поддержки, указывает на наличие эффекта социальной колеи, которую предстоит «перенаправить». Однако смену вектора не удастся осуществить с помощью бизнес-моделей рыночной

⁹ Например, это относится к российскому федеральному проекту «Формирование комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами». Режим доступа: <https://bit.ly/30dJuRG>, дата обращения 16.06.2020.

¹⁰ Режим доступа: <https://www.coca-colacompany.com/faqs/what-is-world-without-waste>, дата обращения 16.06.2020.

¹¹ Режим доступа: <https://www.gruener-punkt.de/en/sustainable-packaging/about-design4recycling.html>, дата обращения 16.06.2020.

экономики, в основе которых лежат децентрализованные решения, связанные с эффектом социальной колеи. Переход к цифровой и шеринговой моделям, безусловно, полезен, но не позволит полностью избавиться от описанных выше эффектов. Соответственно, сложность ведения бизнеса в ЭЗЦ останется неустрашимым фактором ввиду конфликта приоритетов: с одной стороны соблюдение принципов иерархии отходов с фокусом на предотвращении их образования, а с другой — реализация бизнес-интересов. К сожалению, учет и решение исключительно технологических проблем, касающихся различных аспектов управления отходами и достижения сбалансированного развития, не помогут достичь поставленных целей. Следует на каждом уровне учитывать человеческий фактор, включая различные косвенные последствия и эффект социальной колеи. Возможным ответом на данную дилемму видится замена децентрализованного принятия решений иным механизмом распределения, например «технологическим лидерством» (*technological leadership*) [Lifset, Graedel, 2002]. Но с учетом вышеизложенных соображений это не решит главную проблему и к тому же сделает невозможным применение знаний, которыми обладают индивидуальные потребители и производители.

Предпринятый анализ основных характеристик системных изменений, необходимых для успешного перехода к ЭЗЦ, позволяет заключить, что ключевой барьер состоит в децентрализованном принятии решений. Он создает «трагедию общих ресурсов» и «дилемму заключенных» в ситуациях, когда экономическая деятельность связана с использованием ТЭА. Одно из возможных решений — управлять эффектом социальной колеи с помощью соответствующих экологических норм, например «Комплексной экологической политики» (*Integrated Environmental Policies*) [Wiesmeth, 2020]. В качестве альтернативы рыночному механизму подобная политика может влиять на децентрализованные решения в поддержку перехода к ЭЗЦ. Такие инициативы требуют тщательной проработки, чтобы исключить лоббирование интересов и реализацию недостаточно нейтральных с экологической точки зрения решений для обхода правил. Как показывает практика, это довольно сложная задача [Wiesmeth, 2020]. Подобная политика может помочь в краткосрочной перспективе, но в долгосрочной для осуществления системных изменений нужно адаптировать эффект социальной колеи и разработать адекватные социальные нормы.

Работа выполнена в рамках договора № 02.A03.21.0006, постановление Правительства РФ № 211.

Библиография

- Albino V., Berardi U., Dangelico R.M. (2015) Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives // *Journal of Urban Technology*. Vol. 22. № 1. P. 3–21. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>, дата обращения 05.09.2020.
- Bidmon C.M., Knab S.F. (2018) The three roles of business models in societal transitions: New linkages between business model and transition research // *Journal of Cleaner Production*. Vol. 178. P. 903–916. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.198>, дата обращения 05.09.2020.
- BMU (2018) Waste Management in Germany 2018. Berlin: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Режим доступа: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/abfallwirtschaft_2018_en_bf.pdf, дата обращения 26.06.2020.
- Corvellec H. (2016) A performative definition of waste prevention // *Waste Management*. Vol. 52. P. 3–13. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.051>, дата обращения 05.09.2020.
- Engel J., Szech N. (2017) Little Good is Good Enough: Ethical Consumption, Cheap Excuses, and Moral Self-Licensing (GEABA Discussion Paper 17-28). Frankfurt: German Economic Association of Business Administration. Режим доступа: http://www.geaba.de/wp-content/uploads/2017/07/DP_17-28.pdf, дата обращения 05.09.2020.
- European Commission (2020) Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe. Brussels: European Commission. Режим доступа: https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf, дата обращения 26.06.2020.
- Fontagné L., von Kirchbach F., Mimouni M. (2001) A First Assessment of Environment-Related Trade Barriers (CEPII Working Papers 2001-10), Paris: CEPII. Режим доступа: <https://ideas.repec.org/p/cii/cepiddt/2001-10.html#download>, дата обращения 26.06.2020.
- Frost & Sullivan (2019) Smart cities. Frost & Sullivan Value Proposition. Mountain View, CA: Frost & Sullivan. Режим доступа: <https://ww2.frost.com/wp-content/uploads/2019/01/SmartCities.pdf>, дата обращения 26.06.2020.
- GTAI (2019) German Trade and Invest. Environmental technologies in Germany. Fact sheet issue 2019/2020. Berlin: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. Режим доступа: <https://www.gtai.de/resource/blob/64490/603917f069008c31cbf0e732983b0427/fact-sheet-environmental-technologies-en-data.pdf>, дата обращения 26.06.2020.
- Gupt Y., Sahay S. (2015) Review of extended producer responsibility: A case study approach // *Waste Management and Research*. Vol. 33. № 7. P. 595–611. Режим доступа: <https://doi.org/10.1177/0734242X15592275>, дата обращения 26.06.2020.
- Heymann E. (2020) E-mobility: Remaining a niche phenomenon for now — At least without subsidies. Frankfurt: Deutsche Bank. Режим доступа: https://www.dbresearch.com/PROD/RPS_EN-PROD/PROD0000000000503906.pdf, дата обращения 26.06.2020.
- ITA (2017) U.S. Department of Commerce — International Trade Administration. ITA environmental technologies top markets report. Washington, D.C.: International Trade Administration. Режим доступа: https://legacy.trade.gov/topmarkets/pdf/Environmental_Technologies_Top_Markets_Report2017.pdf, дата обращения 26.06.2020.
- Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. (2017) Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions // *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 127. P. 221–232. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>, дата обращения 26.06.2020.
- Lewandowski M. (2016) Designing the Business Models for Circular Economy — Towards the Conceptual Framework // *Sustainability*. Vol. 8. Art. 43. Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/su8010043>, дата обращения 26.06.2020.

- Lifset R., Graedel T.E. (2002) *Industrial Ecology: Goals and Definitions // A Handbook of Industrial Ecology / Eds. R.U. Ayres, L.W. Ayres.* Cheltenham: Edward Elgar Publishing. Режим доступа: <https://doi.org/10.4337/9781843765479.0000>, дата обращения 26.06.2020.
- MAF (2013) *Towards the Circular Economy.* Cowes (UK): Ellen MacArthur Foundation. Режим доступа: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>, дата обращения 26.06.2020.
- MAF (2020) *What is Circular Economy.* Режим доступа: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy>, дата обращения 26.06.2020.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W. (1972) *The Limits to Growth.* New York: Universe Books.
- Pearce D.W., Turner R.K. (1989) *Economics of natural resources and the environment.* Baltimore, MD Johns Hopkins University Press.
- Plastinina I., Teslyuk L., Dukmasova N., Pikalova E. (2019) *Implementation of Circular Economy Principles in Regional Solid Municipal Waste Management: The Case of Sverdlovskaya Oblast (Russian Federation) // Resources.* Vol. 8. Art. 90. Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/resources8020090>, дата обращения 26.06.2020.
- Preston F., Lehne J., Wellesley L. (2019) *An Inclusive Circular Economy: Priorities for Developing Countries.* London: Chatham House. Режим доступа: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2019-05-22-Circular%20Economy.pdf>, дата обращения 26.06.2020.
- Sandin G., Peters G.M. (2018) *Environmental impact of textile reuse and recycling — A review // Journal of Cleaner Production.* Vol. 184. P. 353–365. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.266>, дата обращения 26.06.2020.
- Sarc R., Curtis A., Kandlbauer L., Khodier K., Lorber K.E., Pomberger R. (2019) *Digitalisation and intelligent robotics in value chain of circular economy-oriented waste management — A review // Waste Management.* Vol. 95. P. 476–492. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.035>, дата обращения 26.06.2020.
- Sovacool B.K. (2019) *Toxic transitions in the lifecycle externalities of a digital society: The complex afterlives of electronic waste in Ghana // Resources Policy.* Vol. 64. Art. 101459. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101459>, дата обращения 26.06.2020.
- Stack M., Gartland M.P. (2003) *Path Creation, Path Dependency, and Alternative Theories of the Firm // Journal of Economic Issues.* Vol. 37. № 2. P. 487–494. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/4227913>, дата обращения 26.06.2020.
- Tencati A., Pogutz S., Moda B., Brambilla M., Sacia C. (2016) *Prevention policies addressing packaging and packaging waste: Some emerging trends // Waste Management.* Vol. 56. P. 35–45. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.06.025>, дата обращения 26.06.2020.
- UN (2020) *Green Economy.* Geneva: United Nations. Режим доступа: <https://www.unenvironment.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/green-economy>, дата обращения 26.06.2020.
- Van Ewijk S., Stegemann J.A. (2016) *Limitations of the waste hierarchy for achieving absolute reductions in material throughput // Absolute Reductions in Material Throughput, Energy Use and Emissions.* Vol. 132. P. 122–128. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.051>, дата обращения 26.06.2020.
- Wiesmeth H. (2020) *Implementing the Circular Economy for Sustainable Development.* Amsterdam: Elsevier. Режим доступа: <https://www.elsevier.com/books/implementing-the-circular-economy-for-sustainable-development/wiesmeth/978-0-12-821798-6>, дата обращения 26.06.2020.
- Wilts H. (2012) *National waste prevention programs: Indicators on progress and barriers // Waste Management and Research.* Vol. 30. P. 29–35. Режим доступа: <https://doi.org/10.1177/0734242X12453612>, дата обращения 26.06.2020.
- Wilts H. (2016) *Germany on the Road to a Circular Economy? Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.* Режим доступа: <https://library.fes.de/pdf-files/wiso/12622.pdf>, дата обращения 26.06.2020.
- Yuan Z., Bi J., Moriguchi Y. (2006) *The Circular Economy: A New Development Strategy in China // Journal of Industrial Ecology.* Vol.10. № 1–2. P. 4–8. Режим доступа: <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>, дата обращения 26.06.2020.
- Zhu D. (1998) *The circular economy and Shanghai's countermeasures // Social Sciences.* Vol. 10. P. 13–17. Режим доступа: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10019327337/en/>, дата обращения 26.06.2020.
- Zink T., Geyer R. (2017) *Circular Economy Rebound // Journal of Industrial Ecology.* Vol. 21. № 3. P. 593–602. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>, дата обращения 26.06.2020.

Индустрия 4.0 как фактор конкурентоспособности компаний в условиях постпереходной экономики

Марта Гётц

Доцент, Департамент бизнеса и международных отношений (Department of Business and International Relations),
m.gotz@vistula.edu.pl

Университет Вислы (Vistula University), Польша, ul. Stokłosa 3, 02-787 Warszawa, Poland

Барбара Янковска

Доцент, Департамент международной конкурентоспособности (Department of International Competitiveness),
barbara.jankowska@ue.poznan.pl

Познаньский университет экономики и бизнеса (Poznań University of Economics and Business), Польша, ul. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, Poland

Аннотация

В условиях рыночной волатильности и сокращения жизненного цикла продукции современные производители сталкиваются с необходимостью наращивания затрат, ускорения и локализации производственных процессов. Ответ на эти вызовы предлагает четвертая промышленная революция, или Индустрия 4.0 (И4.0). Он состоит в увеличении скорости вывода продуктов на рынок через трансформацию цепочки поставок в высокоадаптивные интегрированные сети. Потенциальный эффект внедрения И4.0 для конкурентоспособности (в частности, дочерних структур иностранных компаний) и характер модернизации глобальных цепочек создания стоимости, частью которых являются компании, рассмотрены на четырех

конкретных примерах. Показано, что в эпоху И4.0 конкурентные преимущества бизнеса могут зависеть как от трансформации отдельных отраслей, так и от изменения отношений между партнерами. Эти результаты соответствуют представленным в литературе выводам о неопределенности и сложности цифровой экономики в целом и подтверждают наличие проблем с точной оценкой предполагаемых выгод. И4.0 основана на борьбе за лидерство, в которой конкурентоспособность повышается в первую очередь за счет улучшения качества продукции, а не снижения затрат. Одновременно И4.0 способствует появлению групп тесно взаимосвязанных, интегрированных друг с другом компаний вплоть до стирания четких границ между ними.

Ключевые слова: Индустрия 4.0; цифровые технологии; экономика постпереходного периода; обрабатывающая промышленность; кейс-анализ; конкурентоспособность; жизненный цикл продукции

Цитирование: Götz M., Jankowska B. (2020) Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post-Transition Economy. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 61–78. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.61.78

Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post-Transition Economy

Marta Götz

Associate Professor, Department of Business and International Relations, m.gotz@vistula.edu.pl
Vistula University, ul. Stokłosy 3, 02-787 Warszawa, Poland

Barbara Jankowska

Associate Professor, Department of International Competitiveness, barbara.jankowska@ue.poznan.pl
Poznań University of Economics and Business; al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, Poland

Abstract

Manufacturers face increased cost pressure and market volatility. Product life cycles are getting shorter. Production has to be faster and increasingly local. The acceleration of “time-to-market” could happen thanks to the solutions of Industry 4.0 (I4.0), with supply chains morphing into highly adaptive networks with integrated entities. In this paper, we seek to exemplify the potential impact of I4.0 adoption on the competitiveness of the firms (being foreign subsidiaries among others) and ask about the nature of modernization as part of the global value chain in which the enterprise operates. Our research based on four case studies

reveals that the competitive advantage of a firm could be modified in the era of Industry 4.0 as a result of a sector’s transformation and changing relationships with partners. These findings correspond with the literature stressing the uncertainty and complexity of the digital economy in general, as well as difficulties with the precise measuring of the expected benefits. The fourth industrial revolution emphasizes “the race to the top” giving priority to quality rather than cost reduction as a method of improving competitiveness and, since it implies the emergence of connected companies, truly linked with each other, the disappearance of clear boundaries between them.

Keywords: Industry 4.0; digital technologies; post-transition economy; manufacturing; case study; competitiveness; product life cycle

Citation: Götz M., Jankowska B. (2020) Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post-Transition Economy. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 61–78.
DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.61.78

Рыночная турбулентность и сокращение жизненного цикла многих продуктов заставляют производителей оптимизировать расходы, ускорять и локализовывать производственные процессы. Ответом на данный вызов являются новые бизнес-модели, основанные на принципе «производство как услуга» (*manufacturing as a service*, MaaS) [Aquilante et al., 2016] и решения Индустрии 4.0 (И4.0). Благодаря им цепочки поставок преобразуются в высокоадаптивные интегрированные сети, как следствие — сокращается время вывода продукции на рынок. Текущая технологическая революция отличается тем, что трансформация промышленности происходит «снизу», по инициативе общества. Ее основные драйверы — развитие социальных сетей и «умных» устройств, породивших феномен всеобщей «подключенности», которая проникает и в промышленный сектор [Schuh et al., 2014]. Прирост на 10% числа подключений к интернету вещей (*internet of things*, далее — ИВ), одной из ключевых технологических новаций И4.0, обеспечивает увеличение общей факторной производительности на 0.23 п.п., а потенциальный среднегодовой вклад ИВ в экономический рост оценивается на уровне 0.99% в 2018–2030 гг. [Edquist et al., 2019].

В статье рассматриваются активность обследованных компаний в применении технологий И4.0, глубина понимания ими этой концепции и потенциальный эффект от внедрения И4.0 для их конкурентоспособности. Особое внимание уделяется характеру модернизации глобальных цепочек создания стоимости, в которых эти компании участвуют.

Предпосылки Индустрии 4.0

Концепция И4.0 описывает интеллектуальную производственную сеть, в которой физические производственные операции интегрируются с цифровыми технологиями, машинным обучением и большими данными, формируя целостную экосистему взаимосвязанных компаний, фокусирующихся на обрабатывающем производстве и управлении цепочками поставок¹. Данный термин (в оригинале — *Industrie 4.0*) был впервые предложен в 2011 г. на одной из промышленных выставок в Ганновере (Германия). В отдельных регионах мира используется другая терминология, например «промышленный интернет» (*Industrial Internet*) в США, «Интернет+» в КНР [Wang et al., 2016]. В основе концепции лежат четыре ключевых понятия: киберфизические системы (*cyber-physical systems*), ИВ, интернет услуг (*internet of services*) и «умные» фабрики (*smart factories*) [Hermann et al., 2015]. С технологической точки зрения И4.0 сводится преимущественно к цифровизации и автоматизации. Указанные процессы определяют трансформацию современных бизнес-моделей, начало которой положило развитие цифровых цепочек создания стоимости [Lasi et al., 2014]. Первым шагом на этом пути стало внедрение компаниями девяти ключе-

вых для И4.0 технологий: больших данных и аналитики, автономных роботов, моделирования, горизонтальной и вертикальной системной интеграции, промышленного ИВ, кибербезопасности, облачных технологий, аддитивных 3D-технологий, дополненной реальности [Rüßmann et al., 2015].

Внедрение «умных» технологий в производственные процессы воплощается в холистических цифровых моделях продуктов и фабрик [Lasi et al., 2014; Lucke et al., 2008]. Примеры представлены в табл. 1.

В ответ на вызовы цифровизации компании разрабатывают эффективные бизнес-модели. Например, изучение свыше 200 крупных и средних предприятий в Словении выявило шесть подобных моделей [Štemberger et al., 2019]. Наиболее успешной из них оказалась связка бизнес- и информационно-технологических (ИТ) направлений, при которой цифровая трансформация реализуется менеджментом компании совместно с ИТ-отделом. Подобная модель возможна только при условии координации деятельности всех участников процесса. И4.0 как многомерная система создания стоимости включает разнообразные управленческие, организационные, технологические и производственные факторы, взаимосвязи между которыми четко прослеживаются и классифицируются [Nosalska et al., 2019]. Ее распространение трансформирует современные бизнес-модели, побуждает компании к пересмотру контекста деятельности и стратегического потенциала [Kagermann et al., 2013]. Требуются усилия по преобразованию как внутренних бизнес-процессов, так и отношений с внешней средой. В силу своей многомерности И4.0 имеет различные проявления; ее понимание остается размытым, а перспективы развития сопровождаются высокой неопределенностью, в условиях которой возможны самые разные сценарии [Culot et al., 2020]. Для описания этих процессов и управления ими строятся холистические цифровые бизнес-модели, опирающиеся на технологии виртуальной (*virtual reality*, VR), дополненной реальности (*augmented reality*, AR) или цифровых двойников (*digital twins*). Цифровая трансформация не ограничивается исключительно сферой производства, а распространяется на более широкий подход к управлению кадрами и менеджменту. В силу комплексного характера цифровых технологий И4.0 особое значение приобретает взаимосвязанность между структурой отрасли и деятельностью компаний, благоприятствующая успешному внедрению таких решений [Kagermann et al., 2013; Rüßmann et al., 2015]. Существующие «границы» компаний и возможность их «переустановки» также определяются способностью контролировать цифровые структуры и доступностью данных [Leih et al., 2015].

Информационные активы и цифровые системы контроля чаще всего являются результатом той или иной формы интеграции и выходят за пределы конкретной компании. Предложенные для описания этого феномена концепция «открытой бизнес-модели» [Chesbrough,

¹ Режим доступа: <https://www.epicor.com/en/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>, дата обращения 15.10.2020.

Табл. 1. Цифровые модели производства и управления предприятиями

Инструменты	Литература
Программные приложения для планирования и регламентации этапов производства (например, системы планирования ресурсов предприятия (<i>enterprise resource planning</i> , ERP))	[Lasi et al., 2014]
Системы автоматизации и управления внутренней логистикой (технологии радиочастотной идентификации RFID и др.)	
Решения в области разработки продуктов и услуг	[Lucke et al., 2008]
Инструменты управления жизненным циклом продукции (<i>product-lifecycle-management</i> , PLM)	[Tchoffa et al., 2016]
Мобильные (беспроводные) устройства программирования и эксплуатации машин и оборудования	[Drath, Horch, 2014]
Цифровые средства производства (планшеты, смартфоны и др.)	[Drath, Horch, 2014].
<i>Источник:</i> составлено авторами.	

2006] и смежные с ней, включая сети или платформы [Zott et al., 2011], формируют новые представления о «границах» компаний. Пересматриваются классические отношения продавца и покупателя, которые теперь воспринимаются как элементы целостной системы, сети для совместного создания и извлечения стоимости в рамках партнерства.

Уровень сложности производственных сетей обусловлен плотностью и масштабом взаимосвязей, нелинейностью последних и быстро меняющимися позициями участников сетей, что требует гибкого (*agile*) подхода и «бережливого» (*lean*) менеджмента. В рамках модели И4.0 конкурентоспособность и преимущества возникают не столько из собственных активов (в отличие от подхода «компания как совокупность ресурсов»), сколько из характеристик цифровой экосистемы, частью которой она является. При этом возможно извлечь максимальные преимущества как за счет эффективности, так и на основе инновационной деятельности. В первом случае они связаны с оптимизацией предоставления товаров и услуг (повышение скорости доставки, гибкости, снижение цен), во втором возникают из предложения улучшенных продуктов с новыми свойствами.

Теоретические подходы к анализу конкурентоспособности фирм

По мнению экспертов Всемирного экономического форума [WEF, 2019], компании-первопроходцы, внедряющие технологии И4.0 раньше других, получают наибольшую выгоду. Их конкурентные преимущества намного превзойдут затраты, связанные с ранним внедрением инноваций И4.0. Учитывая природу, ключевые особенности и тенденции, характеризующие И4.0, заслуживают внимания источники превосходства, описанные в теориях организации отрасли (ТОО) (*industrial organisation*, I/O), ресурсного подхода (РП) (*resource-based view*, RBV) и глобальных цепочек стоимости (ГЦС) (*global value chains*, GVC).

Теория организации отрасли

В контексте данной теории эффективность компании прежде всего определяется секторальной средой и специфическими факторами, задающими интенсивность

конкуренции, по принципу «структура — поведение — результат» (СПП) (*structure-conduct-performance*, S-C-P) [Bain, 1956; Mason, 1939]. Другой фактор — взаимосвязь между структурой отрасли и результатами деятельности компаний [Bain, 1956], состоянием спроса и предложения [Stead et al., 1997, p. 4], обусловленного среди прочего технологическими аспектами. Влияние И4.0 на структуру отрасли и поведение игроков можно оценить посредством аналитической модели пяти конкурентных сил и концепции «цепочки стоимости» [Porter, 1979]. Первая в косвенной форме отражает ограничения и возможности интеграции, которая базируется на автоматизации, облегчает выполнение компаниями сложных задач и следование более гибким стратегиям. Концепция «цепочки стоимости» рассматривает компанию как звенья во взаимозависимых процессах реализации основных и вспомогательных видов деятельности, а отрасль в целом — как сеть создания стоимости путем предоставления клиентам полезной продукции (обе сферы трансформировались в результате цифровизации).

Ресурсный подход

Данная перспектива продуктивна с точки зрения концептуализации механизма воздействия И4.0 на конкурентоспособность предприятий [Barney, 1991; Barney, Arikan, 2005; Wernerfelt, 2013]. В основе РП лежит теория, рассматривающая компанию как совокупность неоднородных ресурсов [Penrose, 1959; Teece, 2017], необходимых для достижения преимущества перед конкурентами [West et al., 2014]. Эти преимущества добываются и удерживаются с помощью набора ресурсов, описываемых аббревиатурой VIRO (*valuable, inimitable, rare and organised* — ценные, неповторимые, редкие и организованные). Специфика той или иной отрасли предопределяет совокупность активов, необходимых для более высокой производительности [Amit, Schoemaker, 1993].

Глобальная цепочка стоимости

Концепция ГЦС характеризует процессы фрагментации, затрагивающие все больше стран и производственных сетей, появления глобальных потребителей и поставщиков [Lee, Gereffi, 2015]. Под влиянием цифровизации меняется характер взаимодействия компаний и партнерства между ними. Одними из ключевых

аспектов в рамках ГЦС становятся совместимость и способность контрагентов своевременно осуществлять необходимые изменения. Раскрыть природу соперничества и партнерства на рынке в условиях И4.0 помогает упомянутая выше классическая модель пяти конкурентных сил [Porter, 1979]. В растущем объеме публикаций, посвященных ГЦС, основное внимание уделяется вкладу модернизации в постепенное повышение уровня добавленной стоимости [Éltető et al., 2015]. Объектами модернизации чаще всего выступают продукция, процессы, функционал и межотраслевое взаимодействие [Humphrey, Schmitz, 2002]. Эти четыре направления нередко взаимосвязаны, пересекаются или выступают производными друг друга. Нарращиванию прибыли в рамках цепочки стоимости, кроме того, способствует экономия на масштабах. Агрегирование заказов и увеличение продаж могут обернуться «снижением уровня» (*downgrading*) продукции, т. е. ростом объема производства продуктов с более низкой добавленной стоимостью.

Конкурентные преимущества в контексте Индустрии 4.0

Развитие технологий И4.0 предполагает увеличение производительности труда в промышленности и повышение эффективности компаний в целом, что требует от них пересмотра стратегических приоритетов.

Еще в середине 1980-х гг. прогнозировалось, что информационная революция преобразит отраслевую структуру экономики за счет радикального изменения статуса и возможностей производителей, их поставщиков, клиентов, конкурентов и потенциальных новых игроков [Porter, Millar, 1985]. Расширяются перспективы лидерства в конкуренции, трансформируются структура цепочки стоимости, ресурсы и компетенции, которыми располагают компании. Ключевые эффекты подобной трансформации спустя десятилетия по-прежнему остаются актуальными [Porter, Heppelmann, 2015]. Технологии И4.0 вынуждают игроков модернизировать стратегический потенциал и ускорять сам процесс модернизации. Одним из распространенных инструментов И4.0 является моделирование, которое посредством виртуального тестирования позволяет оценивать и прогнозировать производительность систем, с трудом поддающихся анализу. В результате компании могут повысить свою эффективность за счет интеграции сбора данных, их обработки и управления. Открывается возможность отслеживать потребности клиентов и выполнять заказы в режиме реального времени. И4.0 изменит порядок доставки и хранения компонентов, их движения в процессе производства и дистрибуции продукции. Экономить время и избегать узких мест помогают технология радиочастотной идентификации RFID и интеллектуальные приложения, использующие информацию от пользовательского сообщества. Тем самым внутренняя и внешняя логистика компании становится источником существенных выгод [Skapinyecz et al., 2018]. Цифровизация наряду с логистикой преобразует производственные операции

с предзаказанными компонентами и сырьем, способствует оптимизации всей цепочки стоимости, помогая учитывать потребности клиентов, обусловленные появлением ИВ и социальных сетей.

Интернет формирует цифровую экосистему, которая объединяет поставщиков, производителей, клиентов, связана с концепцией «умной» фабрики и оптимизированными сетями создания стоимости в режиме реального времени. «Умные» предприятия демонстрируют большую адаптивность к постоянно меняющимся условиям, а благодаря облачным вычислениям превращаются в автоматизированные, оптимизированные, высокоэффективные интегрированные комплексы. Таким образом, И4.0 способствует появлению виртуальных, горизонтально интегрированных сетей создания стоимости. Анализ больших данных позволяет реорганизовать деятельность компаний в сфере продаж и маркетинга, а на более ранних стадиях — определять задачи, объем и направления исследований и разработок (ИиР). По оценке PricewaterhouseCoopers, около 70% респондентов пользуются анализом данных для улучшения отношений с клиентами [PwC, 2016]. Аддитивные технологии изготовления прототипов и отдельных компонентов методом 3D-печати позволяют дополнить разработку новых продуктов в соответствии с потребительскими предпочтениями и отзывами, отраженными в гигантском массиве собираемых компаниями данных. Появляется возможность снизить затраты за счет сокращения запасов и соответствующей корректировки закупочной деятельности, производственных процессов и внутренней логистики. Эти операции могут стать более эффективными в рамках цепочки стоимости, что имеет решающее значение с точки зрения нормы прибыли и повышения конкурентоспособности. AR-технологии объединяют информацию о реальном физическом мире с генерируемыми с помощью компьютера виртуальными данными, показывают оптимальные способы выполнения тех или иных задач, например складских операций и технического обслуживания [Craig, 2013; Schmalstieg, Hollerer, 2016]. В итоге облегчается принятие решений и оптимизируются цепочки стоимости.

Анализ больших данных позволяет идентифицировать потребности клиентов, исследовать рынок, моделировать и тестировать новые продукты, а 3D-печать упрощает создание прототипов, способствуя сокращению цикла разработки и ускорению вывода новой продукции на рынок [Qin et al., 2016; Rubera et al., 2016]. Решения И4.0 существенно расширяют возможности создания прототипов за счет соединения технологий 3D-печати с методами CAD/CAM-проектирования и гибкой машинной обработкой [Qin et al., 2016]. Конкурентоспособность компаний напрямую связана с эффективностью и преимуществами, полученными в результате инновационной деятельности. В условиях И4.0 конкурентные преимущества, основанные на эффективности, обеспечивают лишь минимальный порог входа на рынок и, как правило, носят временный характер.

Устойчивые позиции в рамках И4.0 достигаются за счет знаний и инноваций. От компаний требуется мо-

дернизация действующей модели сотрудничества с поставщиками и клиентами. Потенциал технологий И4.0 раскрывается полностью, если отношения с деловыми партнерами принимаются в расчет на каждом этапе создания стоимости — от ИиР, закупок и производства до продаж, маркетинга и послепродажного обслуживания. Речь идет о внедрении интегрированных информационных систем при сохранении ключевой роли сотрудников, обладающих необходимыми навыками для управления, производства и обслуживания систем И4.0, включая знания в области ИВ, робототехники, блокчейна и производственных технологий. Решения И4.0 интегрируют операционную деятельность компаний, интенсифицируют внутренние информационные потоки, оптимизируют взаимодействие со всеми участниками цепочки стоимости. Стимулирование обмена внутрикорпоративной информацией (между подразделениями) имеет решающее значение для интеграции данных, процессов и технологий в режиме реального времени, позволяет стандартизировать различные процедуры и методы организации работы [Gërvalla, Ternai, 2019]. Внутренняя интеграция имеет вертикальную природу, поскольку связана с распределением ресурсов, и реализуется путем соединения производства с системами управления и низкоуровневыми программируемыми логическими контроллерами (*programmable logic controllers*) — машинными регуляторами, датчиками и т. п. Интеграционный аспект можно соотносить с ресурсным, лежащим в основе концепции РП, поскольку углубленная вертикальная интеграция активов делает их более эксклюзивными, усиливая конкурентное преимущество.

Другой фактор укрепления позиций компаний — горизонтальная интеграция цепочки стоимости и внешних партнерств. Они перестают быть самостоятельными единицами, но встраиваются в сети вместе с другими организациями. Отношения с внешними партнерами при использовании ИТ-решений повышают гибкость и активность каждого участника процесса создания стоимости, что также отражается на их конкурентоспособности, которая усиливается за счет управления угрозами в сфере кибербезопасности и, по мере возможности, их нейтрализации. В число технологий И4.0 входят машинные контроллеры, датчики, производственные линии и другие соединенные устройства, использующие общие стандарты и протоколы связи. Такая связность помимо выгод несет и новые риски. Менеджеры ГЦС могут реорганизовывать и диверсифицировать подобные цепочки либо развивать отдельные их сегменты. Модернизация инициируется аффилированными игроками по логике «снизу вверх» и управляется ведущим участником ГЦС, действующим по принципу «сверху вниз» [Lee, Gereffi, 2015].

Вместе с тем управление может быть прерогативой как производителя, так и клиента [Gereffi, Korzeniewicz, 1994]. По мере усложнения производственных сетей для описания многих ГЦС перестала быть релевантной простая дуалистическая модель. Более адекватному их отражению служат предложенные в работе [Gereffi et al., 2005] пять типов управления: рыночный (*market*), модульный (*modular*), реляционный (*relational*), кэптив-

ный (*captive*) и иерархический (*hierarchical*). Первый тип осуществляется через трансакции, основным регулирующим механизмом которых выступает цена, при этом какое-либо формальное сотрудничество между участниками не предусмотрено [Gereffi et al., 2005]. Второй предполагает, что продукты или услуги имеют сложную блочную структуру, поставщики производят их самостоятельно и несут за них полную ответственность (либо используют аутсорсинг), а при их предоставлении руководствуются спецификациями клиентов. Третий характеризуется сложным взаимодействием ведущей компании и поставщиков, сопряженным с обменом неявными знаниями в форме их перетока (*spillover*). Центральное звено ГЦС контролирует виды деятельности, в ходе которых создается максимальная доля добавленной стоимости, и определяет спецификации продуктов [Cattaneo et al., 2013]. При четвертом типе ключевое предприятие активно направляет и отслеживает деятельность поставщиков. Единственный ведущий игрок ставит более мелких участников в весьма уязвимое положение. При этом ведущие субъекты стремятся повысить эффективность своих цепочек поставок и, следовательно, заинтересованы в модернизации поставщиков. Пятый тип проявляется в вертикальной интеграции, при которой одни компании управляют другими. Он особенно эффективен в случае сложных продуктов, кодифицировать спецификации которых и найти компетентных поставщиков оказывается чрезвычайно трудно [Cattaneo et al., 2013].

Отдельный исследовательский интерес представляет влияние новых подрывных технологий И4.0 на географическую конфигурацию ГЦС в странах — получателях прямых иностранных инвестиций (ПИИ) с индустриальной экономикой переходного типа [Szalavetz, 2017a]. Основной вызов состоит в последствиях появления новых производственных технологий для ведущего игрока ГЦС: сохранении существующих производственных мощностей и их модернизации за счет технологий И4.0 (стратегия консервации), консолидации и концентрации производственной деятельности в определенной локации (выбор), частичной диверсификации деятельности, создании новых производственных мощностей либо передаче отдельных задач на аутсорсинг (реконфигурация). Как показал опрос компаний в Венгрии, в краткосрочной перспективе стратегия консервации, по-видимому, превалирует над более рискованными сценариями выбора локации и реконфигурации. Вместе с тем остается открытым вопрос о средне- и долгосрочном реформатировании архитектуры ГЦС, что потребует реформирования национальных систем образования. Неспособность подготовить достаточное число квалифицированных работников и привести учебные программы в соответствие потребностям рынка труда может помешать внедрению И4.0 и повлечь за собой уход экономической деятельности в другие страны. Индустриальным экономикам угрожает не технологический прогресс И4.0 как таковой, они могут проиграть от цифровой трансформации в силу нехватки человеческого капитала в сочетании с ригидностью образовательной системы [Szalavetz, 2017b].

Методология

При том, что И4.0 привлекает все большее внимание исследователей, а число посвященных соответствующей тематике работ неуклонно растет, влияние цифровой трансформации на конкурентоспособность компаний в контексте международного сотрудничества пока не получило исчерпывающего освещения. Не затрагиваются эти вопросы и в докладах о различных аспектах И4.0 и в массивных базах данных консалтинговых агентств и частных компаний: Siemens, BCG [Lorenz et al., 2015], McKinsey [Breunig et al., 2016], польской ASTOR [Zieliński, 2016] или инициативы Przemysł 4.0².

Цель нашего поискового эмпирического исследования — продемонстрировать потенциальный эффект внедрения И4.0 для конкурентоспособности компаний и проанализировать характер модернизации ГЦС, частью которых они являются. Для этого изучаются вероятные драйверы внедрения И4.0, оцениваются масштабы продолжающейся трансформации. Исследовательские вопросы предопределили набор используемых приемов и методов [Collis, Hussey, 2014], важнейшим из которых стал анализ конкретных ситуаций (кейсов), позволяющий соединить выводы предыдущих работ с новыми данными [Andriopoulos, Slater, 2013]. Рассмотрение кейсов выявляет множество аспектов, в том числе выходящих за пределы рассматриваемых феноменов, и нередко проливает свет на скрытые и неочевидные, но существенные их стороны [Mowday, Sutton, 1993; Cappelli, Shere, 1991]. Подобный подход побуждает исследователей изучать объект в естественных условиях и выдвигать новые, практически и эмпирически обоснованные идеи [Miles, Huberman, 1994]. Качественное академическое исследование должно быть поисковым, описательным и аналитическим (предиктивным) в отношении своего объекта [Blumberg et al., 2011]. В ходе нашего обследования были проанализированы четыре кейса: компании Viacon Polska, Amica, Kompania Piwowarska (КР) и Unilever. Такой выбор представляется оправданным, учитывая междисциплинарный характер И4.0. Избранный подход обладает некоторыми чертами количественного за счет применения структурированной анкеты, а также пятибалльной шкалы Лайкерта при оценке респондентами различных явлений. Кроме того, применялись нарративные техники с элементами сравнительного метода и множественного анализа. Поисковый характер исследованию придает ориентация на изучение контекста внедрения решений И4.0, углубить понимание которых позволят конкретные ситуации [Siggelkow, 2007]. Для описания контекста каждой из них использовались вторичные данные о влиянии И4.0 на компании в новых отраслевых условиях с опорой на официальные сведения (опубликованные преимущественно на их сайтах), но в большей степени — на первичные сведения, собранные в ходе прямых интервью с сотрудниками. Выбор ситуаций для анализа

обусловлен задачами исследования. Формирование целевой выборки продиктовано необходимостью отразить различия во внедрении технологий и решений И4.0 между предприятиями из разных секторов, в той или иной степени связанных с иностранным капиталом. Важными факторами остаются также происхождение капитала и расположение штаб-квартир в зависимости от уровня готовности страны к И4.0 и соответствующей вовлеченности компаний в эти процессы.

Сценарий интервью предполагал обсуждение неопределенности, сложности и многогранности, характеризующих И4.0. Ее распространение — многомерный процесс, задействующий множество игроков (звеньев ГЦС) и разнообразные технологии. Указанные черты И4.0 зачастую вызывают затруднения у обследованных компаний, в частности, в связи с непредсказуемостью действий партнеров и конкурентов. Определены и другие рамочные условия успешного внедрения цифровых технологий, смежные с И4.0.

Кейс-анализ: переход к Индустрии 4.0 с точки зрения изучаемых компаний³

В табл. 2 представлено общее описание вызванных И4.0 изменений в деятельности рассматриваемых компаний. В табл. 3–6 обобщается специфика этих изменений по каждому отдельному случаю.

ViaCon

Группа ViaCon⁴, основанная в Швеции и Норвегии в 1986 г., специализируется на производстве стальных и пластиковых труб, конструкций из оцинкованных плит для строительства мостов и туннелей, производстве геотекстиля, георешеток и геокомпозитов, которые среди прочего применяются для дренажа и фильтрации почвы, а также сеток для армирования битумных и асфальтовых дорожных покрытий. Вся продукция производится в соответствии с международными стандартами ISO 9001: 2008, ISO 14001: 2004 и OHSAS 18001; некоторые продукты имеют знак CE. ViaCon носит статус производителя оригинального оборудования (*original equipment manufacturer*, OEM), котируется на фондовой бирже с преобладающей долей иностранного капитала. Компания экспортирует продукцию и торгует на внешних рынках через субсидиарные предприятия, созданные в разных странах, будучи дочерней структурой транснациональной корпорации. В Польше действуют три компании группы: ViaCon Sp. z o.o., ViaCon Polska Sp. z o.o. и ViaCon Construction sp. z o.o.

ViaCon проводит активную цифровую трансформацию, а сотрудники этого и остальных обследуемых предприятий постоянно используют цифровое оборудование, облачные и мобильные технологии, большие данные и социальные сети. Наиболее динамичными и характерными для И4.0 компания считает системы кли-

² Режим доступа: <https://przemysl-40.pl/>, дата обращения 29.10.2020.

³ Представленные данные, основанные на результатах нашего опроса, следует рассматривать как авторскую интерпретацию ответов респондентов, не обязательно совпадающую с официальной позицией компаний.

⁴ Режим доступа: <http://viacon.pl/en>, дата обращения 29.10.2020.

Табл. 2. Общая характеристика изменений, обусловленных И4.0 и затрагивающих различные аспекты деятельности компаний

Аспект	Описание
Уровень развития И4.0 (РП)	Внедрение новых технологий (как правило, носящее неоднородный, постепенный, фрагментарный, но общий для всех игроков характер), способное изменить порядок использования ресурсов персоналом и администрацией и тем самым повлиять на конкурентные преимущества компаний
Ожидаемые эффекты/выгоды (РП)	Освоение новых продуктов и процессов, ведущее к росту эффективности, порождающее новые / более весомые конкурентные преимущества (оптимизация распределения и использования ресурсов)
Риски и вызовы (РП)	Осознание необходимости капиталовложений и обучения персонала для повышения эффективности управления в целях усиления конкурентоспособности на базе имеющихся ресурсов в контексте И4.0
Изменение отраслевого ландшафта (ТОО)	Непредсказуемость поведения партнеров по отрасли из-за И4.0, осознание как возможностей, так и барьеров, неуверенность в том, насколько целесообразно копировать стратегию партнеров в отношении И4.0
Отношения с отраслевыми партнерами (ТОО)	Неопределенность перспектив государственной поддержки, активное давление со стороны партнеров к продвижению по цепочке стоимости и интенсификации взаимосвязей
Реструктуризация цепочки стоимости и новые возможности для международной экспансии благодаря И4.0 (ГЦС + РП + ТОО)	Плюрализм мнений об инициаторах цифровой трансформации, осознание потенциала И4.0 по оптимизации международного бизнеса

Источник: составлено авторами.

ентской поддержки (CRM) и планирования ресурсов предприятия (ERP). ViaCon применяет лишь несколько из девяти решений И4.0: сбор и обработку больших данных, кибербезопасность, облачные вычисления. Автономные роботы, моделирование (виртуальное зеркало), горизонтальная и вертикальная системная интеграция, промышленный ИВ, аддитивное производство трехмерных объектов и дополненная реальность пока не нашли своего применения. В связи с внедрением И4.0 ViaCon планирует изменить структуру занятости, что подтверждают ответы «согласен / полностью согласен» на соответствующие вопросы. В компании признают, что испытывают проблемы в области кибербезопасности и защиты прав на изобретения. Ее сотрудники относят к преимуществам И4.0 сокращение расходов, повышение эффективности и ускорение выполнения отдельных процессов. Компания стремится интегрировать свою цепочку стоимости, отмечает необходимость дальнейшего снижения затрат, наличие защитных правовых механизмов в рамках И4.0, но также рассчитывает на поддержку правительства в борьбе с возникающими рисками. Специальные сотрудники ViaCon заняты мониторингом И4.0, решением связанных с этим проблем и разработкой стратегии преодоления соответствующих вызовов. Действуют курсы по автоматизации производственных процессов, оптимизируются административные процедуры (документооборот). Компания отмечает нехватку кадров, обладающих необходимыми для И4.0 навыками, потребность в инвестициях в ИиР и иные проблемы (приобретение новых машин, инструментов, оборудования).

По мнению сотрудников ViaCon, поставщики компании испытывают затруднения в реорганизации производственных процессов, интеграции в ГЦС, но связывают их преодоление с И4.0. Нередко речь идет о давлении, направленном на сокращение цепочки стои-

мости. Представители ViaCon считают, что И4.0 подталкивает клиентов к поискам новых каналов поставок в силу опасений утратить экономические преимущества, открывает возможности для увеличения продаж и повышения конкурентоспособности. В ViaCon убеждены, что альтернативные производители (конкуренты) реорганизуют свою деятельность и бизнес-модель в надежде стимулировать инновации с помощью решений И4.0. Наконец, И4.0 позволяет компании совершенствовать продукцию и процессы, т. е. повысить эффективность за счет новых технологий. Похоже, что давление со стороны партнеров вынуждает ViaCon переходить к более наукоемким видам деятельности. Компания расширяет функционал, пытается выйти на глобальные рынки, осваивает новые направления бизнеса. В ViaCon воспринимают все эти изменения преимущественно как собственные инициативы, но отмечают и роль ключевого производителя в цепочке стоимости, обладающего необходимыми знаниями и опытом, и клиентов (закупщиков), контролирующих каналы сбыта и в значительной мере диктующих маркетинговую стратегию фирмы. Отношения ViaCon с партнерами формируются по модульному принципу, при котором поставляемая продукция отвечает спецификациям субподрядчика. В ViaCon категорически не согласны с предложенным утверждением о том, что взаимодействие компании с партнерами носит иерархический характер: сотрудничество происходит в рамках внутренней сети без участия внешних поставщиков. Респонденты разделяют мнение о том, что автономные роботы позволяют «репатриировать» производственные процессы, большие данные открывают новые перспективы в исследованиях рынка и помогают принимать более взвешенные инвестиционные решения, а аддитивное производство создает возможность сократить цепочку стоимости. В целом ViaCon не слишком интересуется поведением дру-

Табл. 3. Изменения, обусловленные Индустрией 4.0 и затрагивающие различные аспекты деятельности группы ViaCon

Аспект	Содержание
Уровень реализации И4.0 (РП)	Системы поддержки клиентов (CRM) и планирования ресурсов предприятия (ERP) испытывают наибольшее влияние И4.0 Используются лишь несколько из девяти решений И4.0 (сбор и обработка больших данных, кибербезопасность, облачные вычисления); не применяются автономные роботы, моделирование (виртуальное зеркало), горизонтальная и вертикальная системная интеграция, промышленный ИВ, аддитивное производство трехмерных объектов и дополненная реальность
Ожидаемые эффекты/выгоды (РП)	Совершенствование продуктов и процессов в результате внедрения технологий И4.0 ведет к снижению затрат, повышению эффективности, сокращению времени на выполнение некоторых операций
Риски и вызовы (РП)	Планируется изменить структуру занятости в связи с И4.0 Отмечено наличие проблем в сфере кибербезопасности и защиты прав на изобретения Специальные сотрудники заняты мониторингом вызовов И4.0, разработана стратегия их преодоления Действуют курсы по автоматизации производства Оптимизируются административные процедуры (документооборот) Выявлены нехватка кадров, обладающих навыками работы в условиях И4.0, потребность в инвестициях в ИиР, приобретении новых машин, инструментов и оборудования в связи с И4.0
Изменение отраслевого ландшафта (ТОО)	Поставщики испытывают затруднения в реорганизации производственных процессов или интеграции в ГЦС, для которой И4.0 открывает новые возможности; ощущается давление в сторону сокращения цепочки стоимости И4.0 вынуждает клиентов искать новые каналы поставок в силу опасений утратить экономические преимущества И4.0 открывает возможности для наращивания продаж и укрепления конкурентоспособности Конкуренты реорганизуют свои производственные процессы и бизнес-модели в расчете на то, что И4.0 позволит им улучшить показатели инновационной деятельности
Отношения с отраслевыми партнерами (ТОО)	Предпринимаются попытки создать собственную цепочку стоимости Осознается необходимость снижения затрат Формируются защитные правовые механизмы в рамках И4.0. Высказывается надежда на поддержку государства в преодолении соответствующих вызовов Давление со стороны деловых партнеров побуждает к переключению на более наукоемкие виды деятельности, диверсификации, выходу на мировой рынок и освоению новых направлений бизнеса
Реструктуризация цепочки стоимости и новые возможности для международной экспансии благодаря И4.0 (ГЦС + РП + ТОО)	Все перемены воспринимаются преимущественно как исходящие от самого предприятия Инициатива по изменению исходит от ключевого производителя в цепочке стоимости, который обладает необходимыми знаниями и опытом, а также от клиентов, контролирующих каналы сбыта и диктующих маркетинговую стратегию компании Отношения с партнерами строятся по модульному принципу: фирма поставляет продукцию согласно спецификациям субподрядчика Иерархические отношения с партнерами уступают место новому формату: сотрудничество происходит в рамках внутренней сети фирмы без внешних поставщиков В компании разделяют тезис о том, что автономные роботы обеспечивают «репатриацию» производственных процессов, большие данные помогают глубже исследовать рынок и принимать более взвешенные инвестиционные решения, а аддитивное производство позволяет сократить цепочку стоимости

Источник: составлено авторами.

гих игроков в контексте И4.0, а отсутствие ресурсов для обучения персонала необходимым навыкам не рассматривается как проблема. Ситуация клиентов, также существенно затронутых И4.0, компании хорошо известна, о положении поставщиков она осведомлена в меньшей степени. По мнению представителей компании, конкуренты не видят в цифровизации угрозы своим бизнес-моделям, с их ситуацией в ViaCon знакомы хуже. Реализация И4.0 позволит развиваться и совершенствовать деятельность по многим направлениям.

Amica S.A.

Основанная в 1945 г. в маленьком городке недалеко от Познани, сегодня Amica S.A. остается крупнейшим польским производителем бытовой техники, одной из самых известных компаний, котирующихся на Варшавской фондовой бирже⁵. Будучи OEM-компанией и конечным пользователем с преобладающей долей отечественного (польского) капитала, Amica со штатом свыше 250 человек относится к категории крупного бизнеса. Почти 70% продаж компании приходится на

⁵ Режим доступа: <https://www.amica.pl/en/page/15-Company>, дата обращения 29.10.2020.

Табл. 4. Изменения, обусловленные Индустрией 4.0 и затрагивающие различные аспекты деятельности компании Amica S.A.

Аспект	Содержание
Уровень реализации И4.0 (РП)	<p>Внедрены все четыре основные технологии И4.0: большие данные, облачные вычисления, мобильные технологии и социальные сети</p> <p>Четыре используемые фирмой системы (поддержки клиентов (CRM), планирования ресурсов предприятия (ERP), управления производственными процессами (MES) и энергопотреблением (EMS)) подвержены влиянию И4.0</p> <p>Из десяти решений И4.0 используются шесть: сбор и обработка больших данных, автономные роботы, горизонтальная и вертикальная системная интеграция, промышленный ИВ, кибербезопасность и облачные вычисления</p>
Ожидаемые эффекты/выгоды (РП)	<p>Внедрение технологий И4.0 обеспечивает снижение затрат, повышение эффективности и сокращение времени на выполнение некоторых операций</p> <p>Предполагается улучшить продукцию фирмы и усовершенствовать производственные процессы</p>
Риски и вызовы (РП)	<p>Разрабатываются планы по изменению структуры занятости в связи с И4.0</p> <p>Предпринимаются попытки решить проблемы в сфере кибербезопасности и защиты прав на изобретения</p> <p>Специальные сотрудники заняты преодолением вызовов И4.0, разработана соответствующая стратегия</p> <p>Действуют курсы по автоматизации производства</p> <p>Оптимизируются административные процедуры (документооборот)</p> <p>Выявлены нехватка кадров, обладающих навыками для работы в условиях И4.0, и потребность в инвестициях в ИиР</p> <p>Недостаток средств для обучения персонала навыкам И4.0 не рассматривается как проблема</p>
Изменение отраслевого ландшафта (ТОО)	<p>Ведется мониторинг подходов конкурентов к И4.0</p> <p>Деятельность осуществляется в отраслях с коротким жизненным циклом продукции</p> <p>Низкая осведомленность о поставщиках (частый выбор варианта «затрудняюсь ответить» в соответствующих вопросах) при уверенности, что они, скорее всего, не затронуты проблемами реорганизации производственных процессов</p> <p>Ожидается сокращение цепочек стоимости</p> <p>Клиенты вынуждены искать новые каналы сбыта из-за И4.0 в силу опасений утратить экономические преимущества</p> <p>Осознаются возможности повысить конкурентоспособность благодаря И4.0</p> <p>Конкуренты реорганизуют свои производственные процессы, воспринимают цифровизацию как угрозу текущим бизнес-моделям и осознают необходимость инвестировать в инновационную деятельность</p> <p>И4.0 рассматривается как расширяющая возможности улучшить инновационные показатели</p>
Отношения с отраслевыми партнерами (ТОО)	<p>Предпринимаются попытки усовершенствовать собственную цепочку стоимости</p> <p>Ощущается внешнее давление, побуждающее к снижению затрат</p> <p>Выражаются сомнения в целесообразности государственной поддержки для ответа на потенциальные угрозы И4.0</p> <p>Давление со стороны партнеров подталкивает к наращиванию наукоемкости, т. е. к диверсификации видов деятельности (выход на глобальный рынок или развитие новых направлений бизнеса)</p>
Реструктуризация цепочки стоимости и новые возможности для международной экспансии благодаря И4.0 (ГПС + РП + ТОО)	<p>Изменения рассматриваются как исходящие от ключевого производителя в цепочке стоимости, обладающего необходимыми знаниями и опытом, а взаимодействие с партнерами основано на простом рыночном принципе взаимоприемлемых цен</p> <p>Инициатива по изменению исходит от самой компании и клиентов, которые контролируют каналы сбыта и в значительной мере диктуют маркетинговую стратегию предприятия</p> <p>Отношения с партнерами носят модульный характер, при котором поставляемая продукция отвечает спецификациям субподрядчика</p> <p>В компании разделяют убеждение в том, что автономные роботы обеспечивают «репатриацию» производства, большие данные помогают глубже исследовать рынок и принимать более взвешенные инвестиционные решения, а ИВ оптимизирует производственные процессы, снижая тем самым потребность в прямых иностранных инвестициях</p>

Источник: составлено авторами.

экспортные рынки, 30% — на внутренний. Amica реализует продукцию под разными торговыми марками в зависимости от региона. Ее стратегия основана на формировании сильных и узнаваемых в отдельно взятой стране брендов. Компания стремится войти в тройку ведущих производителей кухонной техники в Европе, доведя выручку от продаж до 1.2 млрд евро к 2023 г.

В Amica применяют четыре основные технологии И4.0: большие данные, облачные вычисления, мобильные технологии и социальные сети. Дальнейшее движение в этом направлении затрагивает используемые системы клиентской поддержки (CRM), планирования ресурсов предприятия (ERP), управления производственными процессами (MES) и энергопотребления (EMS).

Из девяти традиционных решений И4.0 Amica использует шесть (обработку больших данных, автономных роботов, горизонтальную и вертикальную системную интеграцию, промышленный ИВ, кибербезопасность, облачные вычисления) и отслеживает стратегии конкурентов в данной сфере. Компания действует в отраслях с коротким жизненным циклом продукции, планирует изменить структуру занятости в связи с И4.0 и собирается решать проблемы в области кибербезопасности и защиты прав на изобретения при максимальном использовании возможностей по снижению затрат, повышению эффективности или сокращению времени выполнения некоторых операций. Предпринимаются шаги по оптимизации цепочки стоимости и минимизации издержек. Представители Amica сомневаются в целесообразности государственной поддержки для ответа на потенциальные угрозы И4.0 и не видят проблемы в нехватке финансирования для обучения сотрудников соответствующим навыкам. В штате компании есть специалисты по выявлению и преодолению вызовов, сопряженных с И4.0, разработана стратегия ответа на них, действуют курсы по автоматизации производственных процессов, оптимизируются административные процедуры. В Amica отмечают дефицит сотрудников, обладающих необходимыми для И4.0 навыками, и потребность в инвестициях в ИиР. О поставщиках компании известно немного (частый выбор варианта «затрудняюсь ответить» в соответствующих вопросах), кроме факта, что они не испытывают проблем с реорганизацией производства, качеством инфраструктуры и необходимостью сократить цепочки стоимости. Что касается клиентов, то в Amica полагают, что из-за И4.0, возможно, придется искать новые каналы сбыта, а также обеспокоены возможной утратой экономических преимуществ, хотя и признают возможности для повышения конкурентоспособности. Соперники компании в настоящее время реорганизуют свои производственные процессы и бизнес-модели, воспринимают цифровизацию как угрозу статусу-кво и осознают целесообразность инвестиций в инновационную деятельность, по-видимому, рассчитывая нарастить соответствующий потенциал. В Amica внедрение технологий И4.0 рассматривают как инструмент совершенствования своих продуктов и процессов. Давление со стороны партнеров побуждает к увеличению диверсификации деятельности и повышению наукоемкости. Представители компании не согласились с утверждением, что изменения инициируются ключевым производителем в цепочке стоимости, который обладает необходимыми знаниями и опытом, и что взаимодействие с партнерами основано на простом рыночном принципе взаимоприемлемых цен. Здесь считается, что изменения инициируются самой компанией и клиентами, которые контролируют каналы сбыта и в значительной мере диктуют маркетинговую стратегию фирмы. Отношения с партнерами носят модульный характер, при котором поставляемая продукция отвечает специ-

фикациям субподрядчика. По мнению представителей Amica, автономные роботы позволяют «репатриировать» производства, большие данные открывают новые возможности по исследованию рынка и помогают принимать более взвешенные инвестиционные решения, а ИВ способствует оптимизации процессов и снижению зависимости от прямых иностранных инвестиций.

Kompania Piwowarska

Основанная в 1999 г. путем слияния Tyskie Browary Książce и Lech Browary Wielkopolski, Kompania Piwowarska⁶ (KP) стала одной из самых современных, технологически развитых пивоваренных компаний в Польше. Под ее управлением в настоящее время находятся три пивоварни с богатой историей: Tyskie Browary Książce (основана в 1629 г.), Dojlidy Browery в Белостоке (1768) и Lech Browary Wielkopolski в Познани (1895). Благодаря традиционной рецептуре, натуральным ингредиентам, высочайшим гигиеническим требованиям и квалифицированному персоналу продукция высоко ценится как внутри страны, так и за рубежом. В 2009 г. 100% акций KP приобрела SABMiller, а спустя восемь лет у компании вновь сменился владелец; сегодня она входит в состав японской Asahi Group. Будучи OEM-компанией с преобладающей долей иностранного капитала, KP со штатом свыше 250 человек относится к категории крупного бизнеса и котируется на Токийской фондовой бирже в составе материнской группы. Продукция KP экспортируется напрямую другим компаниям и торгуется на иностранных рынках (через дочерние предприятия Asahi Group), в частности в Великобритании, США, Германии, Канаде и по лицензии — во Франции и Нидерландах. KP использует цифровое оборудование и четыре из девяти основных технологий И4.0: большие данные, облачные вычисления, мобильные технологии и социальные сети. В наибольшей степени этими процессами затронуты системы поддержки клиентов (CRM), планирования ресурсов предприятия (ERP), управления производственными процессами (MES) и энергопотреблением (EMS). Внедряемые технологические решения включают сбор и обработку больших данных (полуавтономные производственные и упаковочные линии и т. д.), горизонтальную и вертикальную системную интеграцию, промышленный ИВ (частично), кибербезопасность и облачные вычисления. Компания не планирует менять структуру занятости из-за И4.0, а ее представители выразили сомнение, что И4.0 позволит снизить производственные издержки. На помощь государства в преодолении вызовов И4.0 в KP не рассчитывают и не инвестируют в соответствующие ИиР. KP отслеживает реакцию конкурентов на И4.0, сталкивается с проблемами в сфере кибербезопасности и защиты прав на изобретения. Ее представители признают, что внедрение И4.0 может способствовать повышению эффективности и сокращению времени на выполнение отдельных операций. Испытывая внешнее давле-

⁶ Режим доступа: <http://en.kp.pl>, дата обращения 29.10.2020.

Табл. 5. Изменения, обусловленные Индустрией 4.0 и затрагивающие различные аспекты деятельности Kompania Piwowarska

Аспект	Содержание
Уровень реализации И4.0 (РП)	Наибольшее влияние И4.0 испытывают системы поддержки клиентов (CRM), планирования ресурсов предприятия (ERP), управления производственными процессами (MES) и энергопотреблением (EMS) К числу новых внедренных технологических решений относятся сбор и обработка больших данных (полуавтономные производственные и упаковочные линии и т. д.), горизонтальная и вертикальная системная интеграция, промышленный ИВ (частично), кибербезопасность и облачные вычисления
Ожидаемые эффекты/выгоды (РП)	Совершенствование продуктов и процессов благодаря новым технологиям, которые обеспечивают рост эффективности Выражаются сомнения в преимуществах от снижения затрат за счет И4.0 Возможность получения преимуществ от повышения эффективности в результате И4.0, сокращения времени на выполнение отдельных производственных операций
Риски и вызовы (РП)	Планы по изменению структуры занятости в связи с И4.0 отсутствуют Вследствие давления И4.0 инвестиции в ИиР не наращиваются Отмечаются проблемы в области кибербезопасности и защиты прав на изобретения Оптимизируются административные процессы (документооборот) Зафиксированы дефицит кадров с навыками работы в условиях И4.0 и нехватка финансирования для обучения им персонала Отмечена целесообразность увеличения инвестиций в приобретение новых машин, инструментов, оборудования Специальные сотрудники заняты мониторингом и преодолением вызовов И4.0 Действуют курсы по автоматизации производства
Изменение отраслевого ландшафта (ТОО)	Ведется мониторинг подхода конкурентов к И4.0 Поставщики испытывают трудности, вызванные качеством инфраструктуры, давлением к интеграции в ГЦС и сокращению цепочки стоимости Клиенты могут испытывать потребность в новых каналах сбыта из-за И4.0 в силу опасений утратить экономические преимущества И4.0 открывает возможности для наращивания продаж и повышения конкурентоспособности Конкуренты реорганизуют свои производственные процессы и бизнес-модели и осознают целесообразность инвестиций в инновационную деятельность в связи с И4.0, которая позволит повысить соответствующие показатели
Отношения с отраслевыми партнерами (ТОО)	Государственной поддержки для преодоления вызовов И4.0 не ожидается Предпринимаются попытки усовершенствовать цепочку стоимости Ощущается давление к снижению затрат Отмечено наличие защитных правовых механизмов, связанных с И4.0 Давление со стороны партнеров вынуждает фирму переходить к более наукоемким видам деятельности и выходить на глобальный рынок
Реструктуризация цепочки стоимости и новые возможности для международной экспансии благодаря И4.0 (ГЦС + РП + ТОО)	Компания не считает, что ее взаимодействие с партнерами основано на принуждении, деятельность контролируется более сильным игроком, а отношения носят иерархический характер: сотрудничество происходит в рамках внутренней сети фирмы без участия внешних поставщиков Большие данные помогают глубже исследовать рынок и принимать более взвешенные инвестиционные решения ИВ позволяет повысить эффективность производства и тем самым снизить потребность в прямых иностранных инвестициях, а аддитивное производство способствует сокращению цепочки стоимости Автономные роботы не воспринимаются как ресурс «репатриации» производственных процессов

Источник: составлено авторами.

ние, побуждающее к снижению затрат, они пытаются интегрировать цепочку стоимости в сеть и практикуют защитные правовые механизмы, связанные с И4.0. Специальные сотрудники отвечают за мониторинг и преодоление вызовов, сопряженных с И4.0, действуют учебные курсы по развитию автоматизации производственных процессов. КР пытается оптимизировать документооборот, отмечает нехватку кадров, обладающих

навыками работы в условиях И4.0, и отсутствие средств для обучения сотрудников. Констатируется необходимость наращивания инвестиций в основные фонды (приобретение станков, инструментов, оборудования). По мнению представителей фирмы, в контексте И4.0 ее поставщики испытывают трудности, связанные с качеством инфраструктуры, а также давление, подталкивающее к углублению интеграции в ГЦС и сокраще-

нию цепочек стоимости. Клиенты КР могут быть заинтересованы в новых каналах поставок, скорее всего в силу опасений утратить экономические преимущества, тогда как И4.0 открывает возможности для увеличения продаж и повышения конкурентоспособности. Конкуренты предположительно реорганизуют свои производственные процессы и бизнес-модели.

Инвестиции в инновационную деятельность в связи с И4.0 воспринимаются как серьезная проблема, однако с их помощью рассчитывают улучшить инновационные показатели. КР совершенствует продукты и процессы, повышает эффективность за счет новых технологий. Под давлением партнеров компания переходит к более наукоемким видам деятельности и пытается выйти на мировой уровень. Связанные с И4.0 изменения воспринимаются как исходящие от самой фирмы, а отношения с партнерами строятся на обмене знаниями и опытом. Большие данные помогают глубже исследовать рынок и принимать взвешенные инвестиционные решения, ИВ оптимизирует производственные процессы, тем самым снижая потребность в прямых иностранных инвестициях, а аддитивное производство открывает возможности для сокращения цепочки стоимости. В КР не разделяют утверждения, что отношения с партнерами основаны на контроле и подчинении, а деятельностью компании управляет более сильный игрок. Сотрудничество

происходит в рамках внутренней сети без вовлечения внешних поставщиков. Представители компании также скептически относятся к перспективам возможной «репатриации» производственных процессов благодаря распространению автономных роботов.

Unilever Polska S.A.

Unilever⁷ — англо-голландский транснациональный производитель потребительских товаров, седьмая по капитализации компания в Европе со штаб-квартирами в Лондоне и Роттердаме. Около 40% выручки компании приходится на продукты питания и напитки, остальное обеспечивают чистящие средства и гигиенические товары. Unilever Polska S.A. — дочерняя компания Unilever PLC, акции которой котируются на фондовой бирже, а штат превышает 250 сотрудников.

Из пяти технологий, относящихся к И4.0, в Unilever Polska используются только мобильные технологии и социальные сети. По мнению представителей, технический прогресс и И4.0 в наибольшей степени влияют на системы поддержки клиентов (CRM) и планирования ресурсов предприятия (ERP).

К числу освоенных Unilever решений И4.0 относятся сбор и обработка больших данных, автономные роботы, кибербезопасность и облачные вычисления. В компании не отслеживают подход конкурентов к И4.0, но работают

Табл. 6. Изменения, обусловленные Индустрией 4.0 и затрагивающие различные аспекты деятельности Unilever Polska S.A.

Аспект	Содержание
Уровень реализации И4.0 (РП)	Наибольшее влияние И4.0 испытывают системы поддержки клиентов (CRM) и планирования ресурсов предприятия (ERP) Используются следующие решения И4.0: сбор и обработка больших данных, автономные роботы, кибербезопасность и облачные вычисления
Ожидаемые эффекты/выгоды (РП)	Делается ставка на повышение эффективности производственных процессов
Риски и вызовы (РП)	Предпринимаются попытки решить проблемы в сфере кибербезопасности и защиты прав на изобретения Ощущается давление к наращиванию инвестиций в ИиР и снижению затрат, признана нехватка кадров, обладающих необходимыми навыками для работы в условиях И4.0 Констатирована нехватка финансирования для обучения персонала навыкам для работы в условиях И4.0
Изменение отраслевого ландшафта (ТОО)	Мониторинг поведения конкурентов в связи с И4.0 не осуществляется Поставщики испытывают трудности, вызванные качеством инфраструктуры, а также давление, принуждающее к сокращению цепочки стоимости Клиенты не испытывают потребности в новых каналах поставок в связи с И4.0 Конкуренты воспринимают цифровизацию как угрозу своим бизнес-моделям и рассматривают возможности наращивания инвестиций в инновационную деятельность в контексте И4.0
Отношения с отраслевыми партнерами (ТОО)	Осуществляется переход к более наукоемким видам деятельности под давлением бизнес-партнеров
Реструктуризация цепочки стоимости и новые возможности для международной экспансии благодаря И4.0 (ГЦС + РП + ТОО)	Изменения инициируются ключевым производителем в цепочке стоимости, который обладает необходимыми знаниями и опытом Компания не считает, что ее отношения с партнерами основаны на простом рыночном принципе взаимоприемлемых цен и носят модульный характер, при котором поставляемая продукция отвечает спецификациям субподрядчика Большие данные помогают глубже исследовать рынок и принимать более взвешенные инвестиционные решения

Источник: составлено авторами.

⁷ Режим доступа: <https://www.unilever.pl>, дата обращения 29.10.2020.

над решением проблем кибербезопасности, защиты прав на изобретения и снижения издержек, признают нехватку кадров с необходимыми для работы в условиях И4.0 навыками. Unilever инвестирует средства в ИиР в связи с И4.0 и ощущает дефицит средств для обучения персонала соответствующим компетенциям. В компании признают недостатки инфраструктуры, с которыми сталкиваются поставщики, и вынуждены сокращать цепочки стоимости, однако не считают, что из-за И4.0 ее клиенты вынуждены искать новые каналы поставок. Конкуренты, по-видимому, усматривают в цифровизации угрозу своим текущим бизнес-моделям, а капиталовложения в создание инноваций в связи с И4.0 воспринимают как серьезный вызов. Unilever совершенствует свои производственные процессы благодаря новым технологиям, которые позволяют повысить эффективность, и под давлением партнеров переходит к более наукоемким видам деятельности. Изменения воспринимаются как исходящие от ключевого производителя в цепочке стоимости, который обладает соответствующими знаниями и опытом. В компании не согласны с тем, что ее отношения с партнерами основаны на простом рыночном принципе взаимоприемлемых цен и носят модульный характер, при котором поставляемая продукция отвечает спецификациям субподрядчика. По мнению представителей Unilever, большие данные позволяют глубже исследовать рынок и принимать более взвешенные инвестиционные решения. Чаще всего респонденты выбирали вариант «затрудняюсь ответить» (3).

Обсуждение результатов

Чем большей детализацией отличается анализ типа управления, тем выше вероятность, что он зафиксирует неопределенность или отсутствие информации, о которых свидетельствует частота выбора варианта «затрудняюсь ответить». Вместе с тем такое исследование позволяет определить характер отношений компании с партнерами — сугубо рыночный либо модульный, когда поставляемая продукция отвечает спецификациям клиента. Два обследованных предприятия не согласны, что их взаимодействие с партнерами основано на контроле, иерархии или зависимости. Такая модель скорее отражает конфигурацию более широкой сети, показывая степень влияния и автономии обследуемых предприятий. Подобные связи устанавливаются сознательно и нацелены на максимизацию выгод от внедрения И4.0 либо путем сохранения рыночного характера определенных процессов, либо посредством управления ими исходя из жестких правил в рамках узкой и эффективно контролируемой группы.

Полученные результаты частично подтверждают гипотезу, что ощутимый уровень интернализации связан с высокой информированностью, объемом доступных компании знаний, поскольку наиболее ценная их разновидность — неявные знания «встроены» в организацию и не поддаются простой передаче. Данная особенность закрепляет конкурентные преимущества игроков, поскольку затрудняет заимствование и трансфер знаний [Lippman, Rumelt, 1982]. Эти выводы показывают также,

что преимущество компаний обусловлено не просто интернализацией операций, но эффективным встраиванием в сеть: реляционный капитал может компенсировать транзакционные издержки за счет взаимности и доверия [Holm et al., 1999]. Если ведущий игрок в иерархии придерживается стратегии совместного использования, а не присвоения, он может предоставлять другим передовые технологии. Недавние исследования позволили установить, что производство знаний и создание инноваций, в том числе подрывных, требует скорее гетерархических, а не иерархических отношений, когда власть децентрализована, а управленческие компетенции и навыки распределены [Gancarzyk, Najda-Janoszka, 2020]. Неочевидная связь между принципом взаимодействия партнеров и знаниями как источником конкурентных преимуществ выступает еще одним фактором неопределенности, с которым бизнесу приходится иметь дело. В вопросе конкурентных преимуществ три из четырех обследованных предприятий отметили целесообразность снижения затрат как ключевого фактора достижения выгод, основанных на эффективности. Управление затратами является общим вызовом, и лишь компании, удовлетворяющие определенным требованиям, могут расширить свои активы и перейти на следующий этап — к развитию преимуществ, базирующихся на инновациях.

О наличии вызовов в данной сфере сообщили во всех четырех компаниях, и все они внедряют принципы «бережливого менеджмента» — в каждой назначен координатор «бережливого производства». Отмеченный подход применяется как неформально, так и вполне официально. Ожидается его дальнейшее распространение в ответ на усложнение производственных сетей наряду с внедрением технологий И4.0 в силу комплементарности этих двух инструментов. Игроки используют ИВ и облачные вычисления, позволяющие агрегировать большие объемы данных, с которыми не справляется традиционная инфраструктура. ИВ позволяет компаниям собирать многомерную информацию с помощью встроенных устройств или RFID-датчиков, обеспечивает обмен сведениями между машинами, их облачную обработку и создание на этой основе сложных, но экономичных («бережливых») автономных производственных систем. Две компании (ViaCon и Amica) демонстрируют заметный потенциал в применении 3D-печати, способствующей «бережливому» производству благодаря использованию материалов точно в срок и без отходов. Описанная тенденция будет усиливаться, поскольку технологическое развитие позволяет снижать затраты и наращивать преимущества на основе инноваций.

Ключевые выводы исследования получены с помощью «концептуальных линз». При том что компании внедряют новые технологии, данный процесс носит фрагментарный и неоднородный характер, отражающий эволюционную природу И4.0. Это общая для всех обследованных субъектов черта может изменить порядок распределения ресурсов и производительность труда, что в свою очередь повлияет на конкурентные преимущества через корректировку систем управления. Тем не менее во

всех четырех компаниях применяются системы CRM и ERP, наиболее затронутые И4.0, и предпринимаются попытки создать цифровые фабрики и разработать холистическую цифровую модель деятельности. В случае Amica подобные попытки касаются преимущественно сферы логистики, где прилагаются серьезные усилия по автоматизации операций. Благодаря внедренным технологиям и решениям И4.0 обследованные предприятия получили возможность предлагать новые продукты и совершенствовать бизнес-процессы, повышая эффективность, укрепляя существующие и приобретая новые конкурентные преимущества за счет оптимизации распределения или использования ресурсов. Трансформация И4.0 не происходит в одночасье: укрепление позиций на основе имеющихся возможностей требует от компаний конкретных мер и активного менеджмента, в частности наращивания инвестиций и обучения персонала. На отраслевом уровне в связи с И4.0 отмечаются нехватка сведений о ситуации у партнеров, а также общий набор вызовов и возможностей. Констатируя наличие проблем, обусловленных И4.0, с которыми сталкиваются поставщики, клиенты и конкуренты, компании косвенно указывают на то, что стремятся объединить всех партнеров в единую сеть стоимости.

ViaCon, Amica, Kompania Piwowarska и Unilever развивают взаимодействия с контрагентами на базе решений И4.0, позволяющее упростить создание стоимости и формирование цифровой экосистемы, однако находятся лишь в начале пути. ViaCon, Amica и Unilever отметили модульный характер отношений с клиентами, выражающийся в кастомизации базовых продуктов исходя из потребностей конкретных контрагентов. Модульный принцип позволяет снизить затраты (преимущества на основе эффективности) и при этом удовлетворить частные запросы (преимущества на основе инноваций). В вопросе копирования или отслеживания стратегий других участников отрасли (поставщиков, клиентов) применительно к И4.0 позиции обследованных фирм оказались весьма неопределенными. Отсутствует единодушие и в части гипотетической государственной поддержки, в отличие от отмеченного всеми давления со стороны партнеров, направленного на оптимизацию цепочки стоимости и укрепление взаимодействия друг с другом. Разные мнения высказаны и о том, кого считать инициатором цифровой трансформации, тогда как потенциал И4.0 по оптимизации международного бизнеса признали все респонденты.

Заключение

В ходе исследования были проанализированы причины и следствия внедрения технологий И4.0 в отношении международной конкурентоспособности компаний. Пилотный анализ кейсов позволил установить, что ожидаемый эффект И4.0 носит масштабный и сложный характер, хотя эти оценки основаны скорее на предположениях, чем на достоверных данных. Компании пытаются подготовиться к столкновению с вызовами И4.0, например, в области снижения затрат и обеспечения кибербезопасности.

Наряду с потенциальными преимуществами трансформации они осознают возможные риски и объективно оценивают ситуацию. Представления компаний о состоянии ключевых партнеров (клиентов и поставщиков) и об их успехах во внедрении технологий И4.0 весьма вариативны. Конкурентные преимущества в эпоху И4.0 зависят не только от практического применения современных решений и передовых технологий, обеспечивающих значительные экономические выгоды, но также от динамики всего сектора и отношений с партнерами. Однако, как показали проведенные обследования, игрокам проще предвидеть возможные последствия для них самих, чем перспективы развития целых отраслей.

Полученные результаты согласуются с выводами других исследований, в которых отмечены неопределенность и сложность цифровой экономики [Kovacs, 2018], трудности с точной оценкой ожидаемых выгод [Dalenogare et al., 2018]. Обзор литературы, посвященной принципам И4.0, меняющемуся цифровому макроэкономическому ландшафту и стратегическому планированию на базе РП, ТОО и ГЦС, позволяет заключить, что И4.0 стимулирует «гонку за лидерство», и ключевую роль в повышении конкурентоспособности играет качество продукции, а не снижение затрат. Необходимость устанавливать глубокие связи между компаниями подтверждает гипотезу о размывании организационных границ.

Компании, игнорирующие (или пытающиеся игнорировать) формирование цифровых сетей и оптимизацию цепочек стоимости, рискуют быстро утратить конкурентоспособность и позиции на рынке, для сохранения и тем более укрепления которых требуется наращивание эффективности производственных процессов. Предпринятое исследование вносит вклад в изучение И4.0 и, как ожидается, поможет лицам, принимающим решения, оценить перспективы трансформации. Было показано, что в наступающую эпоху цифровых технологий конкурентоспособность компаний станет функцией зрелости И4.0, обусловленной различными факторами в зависимости от имеющихся у компании ресурсов, характеристик сектора и взаимоотношений с партнерами в рамках цепочки стоимости (общая структура приведена на рис. 1).

В сравнении с альтернативными оценками готовности и уровня внедрения отдельных решений И4.0 (синяя часть) вклад нашего исследования заключается в более широкой перспективе, включающей драйверы зрелости И4.0 или готовности к ней. Полученные результаты свидетельствуют, что степень осведомленности компаний об И4.0 может служить индикатором готовности к ней. Проблему оценки зрелости И4.0 можно решать разными способами: вместо уровня освоения или адаптации соответствующих технологий применим более широкий показатель информированности об экосистеме и понимания ее сути.

И4.0 воздействует на конкурентоспособность, однако выгоды от внедрения соответствующих технологий отнюдь не гарантированы и могут быть достигнуты лишь при определенных условиях. В обследованных компаниях это понимают и относят к условиям успеш-

Рис. 1. Логика конкурентоспособности и трансграничного сотрудничества в цифровую эпоху



Источник: составлено авторами.

ного и выгодного внедрения И4.0 дополнительные ресурсы, обучение персонала и инвестиции. Влияние И4.0 на конкурентоспособность в значительной мере обусловлено сотрудничеством по внешнему контуру. В частности, цифровая трансформация предполагает широкое взаимодействие и интеграцию в рамках цепочек стоимости и сетей. Многие зависят от осознания роли цифровых технологий [Saarikko et al., 2020] и понимания специфики деятельности партнеров, в то время как исследование показало, что представления компаний о своих экосистемах остаются недостаточными.

К ограничениям исследования можно отнести интерпретацию данных по итогам анализа кейсов и принадлежность всех обследованных предприятий к одной стране. Полученные результаты следует рассматривать как отправную точку для более глубокого погружения в тему с применением хорошо обоснованной теории.

Качественные исследования на основе полуструктурированных углубленных интервью должны подтвердить наши гипотезы и выводы о влиянии И4.0 на конкурентоспособность компаний, полученные с помощью оптики ГЦС. Такой подход отвечает настойчивым призывам скорректировать научную повестку, сфокусированную на различных аспектах ГЦС, за счет обогащения ее теорией интернационализации [Benito et al., 2019].

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках проекта польского Национального научного центра «Инновационная деятельность иностранного дочернего предприятия и его положение в сети многонационального предприятия — перспектива иностранных дочерних предприятий, основанных в Польше» (грант № 2016/21/B/HS4/03030). Авторы выражают благодарность профессору Познаньского университета экономики и бизнеса Яну Половчику (Jan Polowczyk) за помощь в сборе данных о Kompania Piwowarska и Unilever.

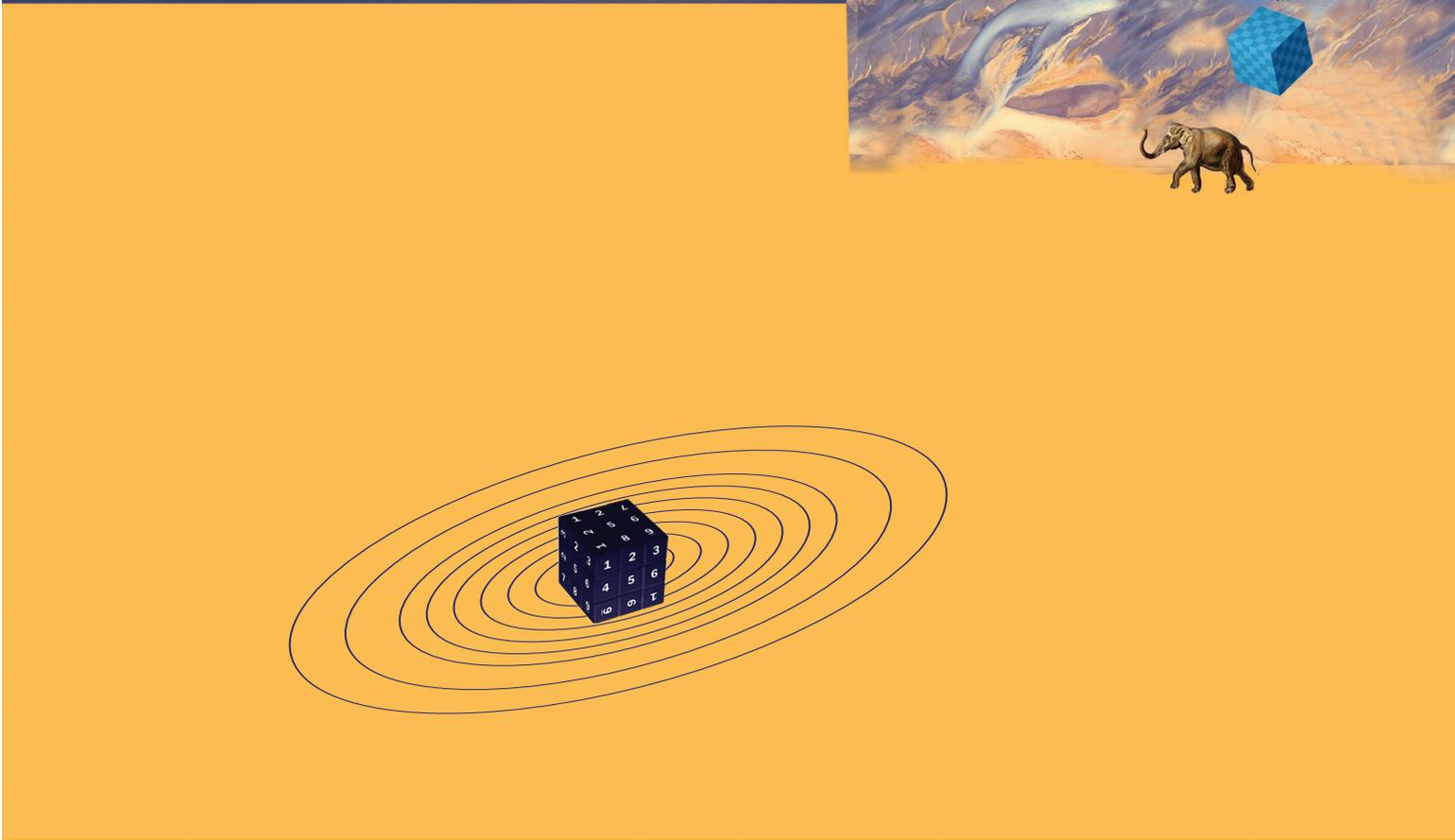
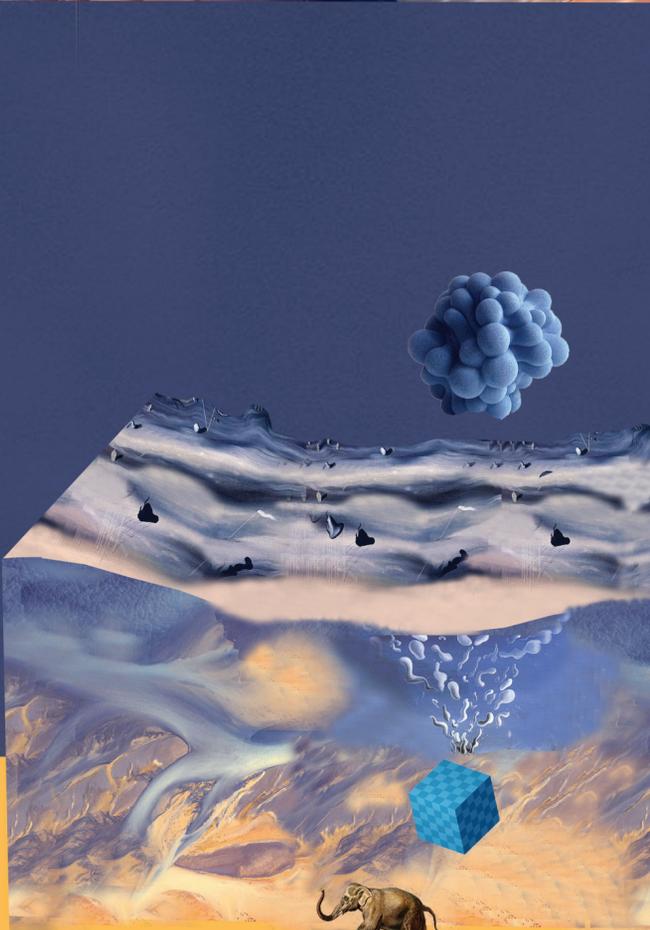
Библиография

- Amit R., Schoemaker P. (1993) Strategic Assets and Organizational Rent // Strategic Management Journal. Vol. 14. № 1. P. 33–46. Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/smj.4250140105>, дата обращения 16.09.2020.
- Andriopoulos C., Slater S. (2013) Exploring the landscape of qualitative research in international marketing: Two decades of IMR // International Marketing Review. Vol. 30. № 4. P. 384–412. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/IMR-03-2012-0061>, дата обращения 16.09.2020.
- Aquilante T., Bustanza O.F., Vendrell-Herrero F. (2016) Services in European manufacturing: Servinomics explained. Режим доступа: <http://bruegel.org/2016/03/services-in-european-manufacturing-servinomics-explained/>, дата обращения 16.09.2020.
- Bain J.S. (1956) Barriers to new competition. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Barney J.B., Arian A.M. (2005) The resource-based view: Origins and implications // The Blackwell Handbook of Strategic Management / Eds. M.A. Hitt, R.E. Freeman, J.S. Harrison. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell. P. 123–182. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/b.9780631218616.2006.00006.x>, дата обращения 16.09.2020.
- Benito G.R., Petersen B., Welch L.S. (2019) The global value chain and internalization theory // Journal of International Business Studies. Vol. 50. № 8. P. 1414–1423. DOI: 10.1057/s41267-019-00218-8.
- Blumberg B., Cooper D., Schindler P. (2011) Business Research Methods. New York: McGraw-Hill Education.
- Breunig M., Kelly R., Mathis R., Wee D. (2016) Getting the most out of Industry 4.0 operations. Chicago: McKinsey & Company. Режим доступа: <https://mck.co/3lCclZB>, дата обращения 25.01.2019.
- Burmeister Ch., Lüttgens D., Piller F.T. (2016) Business Model Innovation for Industrie 4.0: Why the “Industrial Internet” Mandates a New Perspective on Innovation // Die Unternehmung. Vol. 2. P. 124–152. Режим доступа: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2571033>, дата обращения 15.01.2020.
- Cappelli P., Sherer P.D. (1991) The missing role of context in OB: The need for a meso-level approach // Research in Organizational Behavior. Vol. 13. P. 55–110.
- Cattaneo O., Gereffi G., Miroudot S., Taglioni D. (2013) Joining, upgrading and being competitive in global value chains: A strategic framework. Washington, D.C.: The World Bank.
- Chesbrough H. (2006) Open business models: How to thrive in the new innovation landscape. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Collis J., Hussey R. (2009) A practical guide for undergraduate and postgraduate students. New York: Palgrave Macmillan.
- Craig A. (2013) Understanding Augmented Reality. Concepts and Applications (1st ed.). Amsterdam: Elsevier.
- Culot G., Orzes G., Sartor M., Nassimbeni G. (2020) The future of manufacturing: A Delphi-based scenario analysis on Industry 4.0 // Technological Forecasting and Social Change. Vol. 157. Art. 120092. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120092>, дата обращения 15.08.2020.
- Dalenogare L.S., Benitez G.B., Ayala N.F., Frank A.G. (2018) The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance // International Journal of Production Economics. Vol. 204. P. 383–394. DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.08.019.

- Drath R., Horch A. (2014) Industrie 4.0: Hit or hype? // *IEEE Industrial Electronics Magazine*. Vol. 8. № 2. P. 56–58. DOI: 10.1109/MIE.2014.2312079.
- Edquist H., Goodridge P., Haskel J. (2019) The Internet of Things and Economic Growth in a Panel of Countries // *Economics of Innovation and New Technology* (в печати, впервые опубликовано онлайн 06.12.2019). Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/10438599.2019.1695941>, дата обращения 15.08.2020.
- Éltető A., Magasházi A., Szalavetz A., Túry G. (2015) Global Value Chains and Upgrading: The Experience of Hungarian Firms in the Heavy Engineering and Automotive Industries // *Competitio*. Vol. 14. № 1. P. 5–22. DOI:10.21845/comp/2015/1/1.
- Gancarczyk J., Najda-Janoszka M. (2020) Models for Development of an Innovation Network in Clusters // *Problemy Zarządzania / Management Issues*. Vol. 18. № 1. P. 179–192. Режим доступа: <https://doi.org/10.7172/1644-9584.87.8>, дата обращения 15.08.2020.
- Gereffi G., Humphrey J., Sturgeon T. (2005) The governance of global value chains // *Review of International Political Economy*. Vol. 12. № 1. P. 78–104. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>, дата обращения 15.08.2020.
- Gereffi G., Korzeniewicz M. (eds.) (1994) *Commodity chains and global capitalism*. London: Praeger.
- Gërvalla M., Ternai K. (2019) The Impact of Industry 4.0 to the ERP Approach // *SEFBIS Journal*. № 13. P. 56–62.
- Hermann M., Pentek T., Otto B. (2015) Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review (TU Dortmund Working Paper 01). Dortmund: Technische Universität Dortmund. Режим доступа: http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf, дата обращения 18.03.2020.
- Holm D., Eriksson K., Johanson J. (1999) Value creation through mutual commitment to business network relationships // *Strategic Management Journal*. Vol. 20. № 5. P. 467–486. Режим доступа: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199905\)20:5%3C467::AID-SMJ38%3E3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199905)20:5%3C467::AID-SMJ38%3E3.0.CO;2-J), дата обращения 15.08.2020.
- Humphrey J., Schmitz H. (2002) How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? // *Regional Studies*. Vol. 36. № 9. P. 1017–1027. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/0034340022000022198>, дата обращения 18.03.2020.
- Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Frankfurt/Main: Acatech. Режим доступа: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>, дата обращения 18.03.2020.
- Kovacs O. (2018) The dark corners of Industry 4.0 — Grounding economic governance 2.0 // *Technology in Society*. Vol. 55. P. 140–145. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.07.009>, дата обращения 18.03.2020.
- Lasi H., Fettke P., Kemper H.G., Feld T., Hoffmann M. (2014) Industry 4.0 // *Business and Information Systems Engineering*. Vol. 6. № 4. P. 239–242. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>, дата обращения 18.03.2020.
- Lee J., Gereffi G. (2015) Global value chains, rising power firms and economic and social upgrading // *Critical Perspectives on International Business*. Vol. 11. № 3/4. P. 319–339. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/croib-03-2014-0018>, дата обращения 18.03.2020.
- Leih S., Linden G., Teece D.J. (2015) Business Model Innovation and Organizational Design: A Dynamic Capabilities Perspective // *Business Model Innovation: The Organizational Dimension* / Eds. N.J. Foss, T. Saebi. Oxford: Oxford University Press. P. 24–43. DOI:10.1093/acprof:oso/9780198701873.003.0002.
- Lippman S., Rumelt R.P. (1982) Uncertain imitability: An analysis of interfirm differences in efficiency under competition // *Bell Journal of Economics*. Vol. 13. № 2. P. 418–438. DOI: 10.2307/3003464.
- Lorenz M., Rüßmann M., Strack R., Lueth K., Bolle M. (2015) Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? Режим доступа: <https://www.bcg.com/publications/2015/technology-business-transformation-engineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4.aspx>, дата обращения 20.03.2020.
- Lucke D., Constantinescu C., Westkämper E. (2008) Smart Factory — A Step towards the Next Generation of Manufacturing // *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier* / Eds. M. Mitsuishi, K. Ueda, F. Kimura. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer: Springer. P. 115–118. Режим доступа: https://doi.org/10.1007/978-1-84800-267-8_23, дата обращения 20.03.2020.
- Mason E.S. (1939) Price and production policies of large scale enterprises // *American Economic Review*. Vol. 29. P. 61–74. Режим доступа: <https://www.jstor.org/stable/1806955>, дата обращения 20.03.2020.
- Miles M.B., Huberman M. (1994) *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. London: SAGE.
- Mowday R.T., Sutton R.I. (1993) Organizational behavior: Linking individuals and groups to organizational contexts // *Annual Review of Psychology*. Vol. 44. P. 195–229. Режим доступа: <https://doi.org/10.1146/annurev.ps.44.020193.001211>, дата обращения 20.03.2020.
- Nosalska K., Piątek Z., Mazurek G., Rządca R. (2019) Industry 4.0: Coherent definition framework with technological and organizational interdependencies // *Journal of Manufacturing Technology Management* (в печати, впервые опубликовано онлайн 27.11.2019). Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0238>, дата обращения 20.03.2020.
- Penrose E. (1959) *The theory of the growth of the firm*. Oxford: Blackwell.
- Porter M.E., Heppelmann J. (2015) How Smart, Connected Products are Transforming Companies // *Harvard Business Review*. October issue. Режим доступа: <https://hbr.org/2015/10/how-smart-connected-products-are-transforming-companies>, дата обращения 20.03.2020.
- Porter M.E., Millar V.E. (1985) How information gives you competitive advantage // *Harvard Business Review*. Vol. 63. P. 149–174. Режим доступа: <https://hbr.org/1985/07/how-information-gives-you-competitive-advantage>, дата обращения 20.03.2020.
- Porter M.E. (1979) The structure within industries and companies' performance // *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 61. № 2. P. 214–227. DOI: 10.2307/1924589.
- PwC (2016) *Industry 4.0 — Building the Digital Enterprise*. London: PricewaterhouseCoopers LLP. Режим доступа: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>, дата обращения 20.03.2020.
- Qin J., Liu Y., Grosvenor R. (2016) A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond // *Procedia CIRP*. Vol. 52. P. 173–178. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005>, дата обращения 20.03.2020.
- Rubera G., Chandrasekaran D., Ordanani A. (2016) Open innovation, product portfolio innovativeness and firm performance: The dual role of new product development capabilities // *Journal of the Academy of Marketing Science*. Vol. 44. № 2. P. 166–184. DOI: 10.1007/s11747-014-0423-4.
- Rüßmann M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnisch M. (2015) *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing*. Boston, MA: Boston Consulting Group. Режим доступа: https://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf, дата обращения 24.08.2020.
- Saarikko T., Westergren U.H., Blomquist T. (2020) Digital transformation: Five recommendations for the digitally conscious firm // *Business Horizons* (в печати, впервые опубликовано онлайн 15.08.2020). Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2020.07.005>, дата обращения 24.08.2020.

- Schmalstieg D., Hollerer T. (2016) *Augmented Reality: Principles and Practice (Usability)* (1st ed.). Boston, MA: Pearson Education.
- Schuh G., Potente T., Wesch-Potente C., Weber A.R., Prote J.P. (2014) Collaboration Mechanisms to Increase Productivity in the Context of Industrie 4.0 // *Procedia CIRP*. Vol. 19. P. 51–56. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.05.016>, дата обращения 24.08.2020.
- Siggelkow N. (2007) Persuasion with Case Studies // *Academy of Management Journal*. Vol. 50. № 1. P. 20–24.
- Szaparyecz R., Illés B., Bányai Á. (2018) Logistic aspects of Industry 4.0 // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 448 (Proceedings of the XXIII International Conference on Manufacturing, 7–8 June 2018, Kecskemét, Hungary), Article 012014. DOI:10.1088/1757-899X/448/1/012014. Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/448/1/012014/pdf>, дата обращения 24.03.2020.
- Stead R., Curwen P., Lawler K. (1997) *Industrial Economics. Theory, Applications and Policy*. London: McGraw-Hill.
- Štemberger M.I., Erjavec J., Manfreda A., Jaklič J. (2019) Patterns of approaches to digital transformation: An institutional arrangements perspective // *Economic & Business Review*. Vol. 21. № 3. P. 467–492. DOI: 10.15458/eb.93.
- Szalavetz A. (2017a) Upgrading and value capture in global value chains in Hungary: More complex than what the smile curve suggests // *Foreign Direct Investment in Central and Eastern Europe: Post-Crisis Perspectives* / Ed. S. Balázs. London: Palgrave. P. 127–150. Режим доступа: https://doi.org/10.1007/978-3-319-40496-7_6, дата обращения 24.03.2020.
- Szalavetz A. (2017b) Industry 4.0 in “factory economies” // *Condemned to be left behind? Can Central and Eastern Europe emerge from its low-wage model?* / Eds. B. Galgóczi, J. Drahošoupil. Brussels: ETUI. P. 133–152. Режим доступа: https://www.etui.org/sites/default/files/Chapter%205_6.pdf, дата обращения 24.03.2020.
- Tchoffa D., Figay N., Ghodous P., Expósito E., Kermad L., Vosgien T., El Mhamedi A. (2016) Digital factory system for dynamic manufacturing network supporting networked collaborative product development // *Data & Knowledge Engineering*. Vol. 105. P. 130–154. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.datak.2016.02.004>, дата обращения 24.03.2020.
- Teece D.J. (2017) Towards a capability theory of (innovating) firms: Implications for management and policy // *Cambridge Journal of Economics*. Vol. 41. № 3. P. 693–720. Режим доступа: <https://doi.org/10.1093/cje/bew063>, дата обращения 24.03.2020.
- Wang S., Wan J., Li D., Zhang Ch. (2016) Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook // *International Journal of Distributed Sensor Networks*. Vol. 12. № 1. Art. 3159805. Режим доступа: <https://doi.org/10.1155/2016/3159805>, дата обращения 24.03.2020.
- WEF (2019) *White Paper Global Lighthouse Network: Insights from the Forefront of the Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum, McKinsey. Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Lighthouse_Network.pdf, дата обращения 20.03.2020.
- Wernerfelt B. (2013) Small Forces and Large Firms: Foundations of the RBV // *Strategic Management Journal*. Vol. 34. № 6. P. 635–643. Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/smj.2043>, дата обращения 24.03.2020.
- West J., Salter A., Vanhaverbeke W., Chesbrough H. (2014) Open innovation: The next decade // *Research Policy*. Vol. 43. № 5. P. 805–811. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.001>, дата обращения 24.03.2020.
- Zieliński M. (2016) *Przemysł 4.0 w polskich fabrykach [Industry 4.0 in Polish factories]*. Режим доступа: <https://www.astor.com.pl/biznes-i-produkcja/raport-przemysl-4-0-polskich-fabrykach/>, дата обращения 20.03.2020 (in Polish).
- Zott C., Amit R., Massa L. (2011) The Business Model: Recent Developments and Future Research // *Journal of Management*. Vol. 37. № 4. P. 1019–1042. Режим доступа: <https://doi.org/10.1177%2F0149206311406265>, дата обращения 20.03.2020.

СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ



Кооперационные стратегии предприятий в эпоху открытых инноваций: пространственные и временные аспекты

Валерия Власова

Научный сотрудник, Лаборатория экономики инноваций Института статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ); аспирант, Департамент образовательных программ ИСИЭЗ, vvvasova@hse.ru

Виталий Рудь

Заместитель заведующего, Лаборатория экономики инноваций ИСИЭЗ; доцент, Департамент образовательных программ ИСИЭЗ, vroud@hse.ru

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ),
101000, Москва, ул. Мясницкая, 11

Аннотация

В эпоху открытых инноваций выбор бизнесом кооперационной стратегии вносит решающий вклад в продуктивность инновационной деятельности. Авторами рассмотрены типичные конфигурации кооперационных связей российских предприятий обрабатывающей промышленности, включая механизмы выбора партнеров, значимость факторов пространственной удаленности, длительности совместных проектов. Анализ данных по предприятиям позволил оценить роль кооперации в итоговой результативности инновационной деятельности с точки зрения новизны создаваемых

инноваций и реализации экспортного потенциала. Самой распространенной практикой признана вертикальная кооперация — привлечение к разработке инноваций клиентов и поставщиков преимущественно из одного географического региона на нерегулярной (краткосрочной) основе. Узкий круг предприятий, вовлеченных в международное сотрудничество, как правило, опирается на долгосрочные связи с наукой, взаимодействие с которой отличает наиболее инновационные российские компании, занятые, среди прочего, созданием объектов интеллектуальной собственности и трансфером прав на них.

Ключевые слова: открытые инновации; инновационная деятельность; кооперация; география сотрудничества; длительность сотрудничества; научно-производственная кооперация; обрабатывающая промышленность

Цитирование: Vlasova V., Roud V. (2020) Cooperative Strategies in the Age of Open Innovation: Choice of Partners, Geography and Duration. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 80–94.
DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.80.94

Cooperative Strategies in the Age of Open Innovation: Choice of Partners, Geography and Duration

Valeriya Vlasova

Research Fellow, Laboratory for Economics of Innovation at the Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge (ISSEK); and Doctoral Student, ISSEK Department of Educational Programmes, vvlasova@hse.ru

Vitaliy Roud

Deputy Head, ISSEK Laboratory for Economics of Innovation; and Associate Professor, ISSEK Department of Educational Programmes, vroud@hse.ru

National Research University Higher School of Economics, 11, Myasnitskaya str., Moscow, Russian Federation

Abstract

In the era of open innovation, the choice of a cooperative strategy is one of the most significant factors determining the effectiveness of innovation activities. The authors investigate typical configurations of cooperative networks in Russian manufacturing, including the choice of partners, the role of spatial distance, and the duration of joint projects. Using the firm-level data (1324 in 2015 and 545 in 2018) the paper estimates the role of cooperation in the innovation outcomes in terms of innovation novelty and export capacity.

The most common cooperative strategy is vertical cooperation that is the involvement of clients and suppliers in the process of innovation development. The geography of cooperation rarely extends beyond the region's borders and is mostly of an irregular (short-term) nature. A small number of enterprises that engage in international cooperation tend to rely on long-term linkages with academia, which is a distinctive feature of the most innovative Russian companies, including also those involved in the creation and distribution of intellectual property.

Keywords: open innovation; innovation activity; innovation cooperation; networks; geography; duration; science-industry linkages; manufacturing

Citation: Vlasova V., Roud V. (2020) Cooperative Strategies in the Age of Open Innovation: Choice of Partners, Geography and Duration. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 80–94.
DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.80.94

Генерация знаний и идей, их практическое воплощение в инновациях, будучи сетевым феноменом, представляют собой результат организованного взаимодействия множества участников. Если создание отдельного изобретения и его успешная реализация могут осуществляться изолированно, то регулярная и систематическая деятельность по разработке и внедрению инноваций невозможна без кооперации. Кооперационные взаимодействия между различными акторами составляют ядро современных моделей инновационной деятельности компаний и служат основой системного подхода к инновационному развитию в масштабах страны. Подобные модели применяют наиболее продвинутые и заметные на международном рынке инновационно-ориентированные игроки, контролирующие глобальные цепочки создания стоимости.

В отличие от идеальной ситуации, в которой все акторы реализуют лучшие стратегии, в реальности взаимодействие в составе разветвленных и связанных сетей остается скорее исключением. Эмпирическую основу нашей работы составили данные обследований российских компаний, проведенных в рамках исследования феномена кооперации при разработке инноваций. Изучены ключевые структурные характеристики сетевых инновационных партнерств, географические и временные аспекты кооперации при разработке и внедрении инноваций в России. Проверена распространенная, но не имеющая однозначного подтверждения гипотеза о связи открытости стратегии с конечной результативностью инноваций. Оценено влияние сетевого фактора на различия в инновационном потенциале компаний, в способности создавать инновации, не представленные на рынке, и участвовать в глобальных цепочках создания стоимости. Дополнительно рассматриваются конфигурации сетей кооперации, в которые вовлечен инновационный бизнес.

Значение кооперации отражено в современных моделях инновационной деятельности фирм. Само появление концепции инноваций в дополнение к традиционной «линейной модели» влияния технологического прогресса на экономическое развитие было во многом обусловлено потребностью в учете многообразных каналов и потоков знаний, необходимых для реализации инноваций (заимствование технологий, разработка сторонними организациями и т. п.)¹. В конце 1990-х — начале 2000-х гг. накопился богатый эмпирический материал, подтверждающий важность внешних источников информации для корпоративных инноваций. Проактивная позиция наиболее продуктивных игроков отрасли, в частности мультинациональных корпораций, дала импульс разработке модели открытых инноваций, признающей ключевую роль всевозможных потоков знаний и технологий в успехе инновационной деятельности [Chesbrough, 2003; Carlsson et al., 2011].

Системный подход к анализу потенциала стран, отраженный в рамочной концепции «национальных инновационных систем» [Freeman, 1987; Lundvall, 1992;

Nelson, 1993], также отводит центральное место вопросам кооперации. Интенсивность связей между отдельными элементами инновационных систем и акторами служит решающим фактором эффективности инноваций в страновом, региональном и отраслевом аспектах [Edquist, 2011; Fagerberg et al., 2005]. Низкий уровень таких связей выступает ограничением и стимулом к компенсаторным усилиям и формированию специальных мер поддержки в рамках инновационной политики государства.

Изучение конфигурации кооперационных сетей тесно связано с другими направлениями исследований развития. Многообразие и роль внешних для компаний источников информации изучаются исследователями секторальных технологических режимов [Breschi et al., 2000], конкурентных преимуществ и «окон возможностей» по сокращению разрыва в производительности с ведущими экономиками мира и технологического развития национальных отраслей [Humphrey, Schmitz, 2002; Lee, 2020]. Продолжительность кооперации обусловлена уровнем доверия, глубиной взаимодействия между акторами, степенью их «институциональной близости» [Boschma, 2005; Plewa et al., 2013] и выступает детерминантой абсорбционной способности фирм, которая необходима для стимулирования распространения передовых технологий и организационных практик на национальном уровне. Вопросы географической локализации цепочек знания носят решающий характер при обосновании кластерной политики и «умной специализации» [Balland et al., 2019].

Идея максимальной открытости инновационного процесса была сформулирована на основе систематизации опыта наиболее передовых глобальных компаний. Однако далеко не все вовлеченные в инновационную деятельность игроки задействуют доступные им каналы распространения информации, интегрированы в сети взаимобмена и объединены ценностями открытости. Важнейшим источником эмпирических данных об этом служат обследования инновационной деятельности предприятий, опирающиеся на рамочные подходы Руководства Осло [OECD, Eurostat, 2018] — международного стандарта по измерению и интерпретации показателей инновационного поведения в бизнес-секторе. Методологические принципы, понятийный аппарат, развернутая система определений, алгоритмы формулирования вопросов и интерпретации ответов позволяют получать международно гармонизированные и пригодные для сопоставительного анализа данные по широкому кругу характеристик инновационной деятельности фирм.

Обследования, выполненные в русле Руководства Осло, показали многомерность и сложность открытости как явления. Значительный накопленный эмпирический опыт свидетельствует о различной степени вовлеченности предприятий в кооперацию [Dahlander, Gann, 2010] и о гетерогенности факторов, определяющих выбор партнеров и форм взаимодействия между

¹ О нелинейной модели инновационной деятельности см.: [Kline, Rosenberg, 1986; Godin, 2008].

ними [Belderbos et al., 2004a,b]. Исследователи отмечают существование как преимущественно открытых, так и автономных стратегий реализации инноваций. Сходные выводы получены и на российском материале. Сравнительная неразвитость практики кооперации бизнеса с ключевыми акторами инновационной системы страны отражена в соответствующих индикаторах национальной статистики [НИУ ВШЭ, 2019]. В работе [Kratzer et al., 2017] продемонстрировано, что лишь около 10% инновационных предприятий обрабатывающей промышленности сочетают проактивную культуру открытости и развернутую кооперационную стратегию.

Наше исследование посвящено «механике» кооперационных связей в российском контексте. Каково значение открытости в конфигурации кооперационных сетей как фактора инновационного потенциала бизнеса? Верно ли, что чем более «открытой» является компания, тем более она эффективна в разработке инноваций, не представленных на рынке? Имеют ли такие компании преимущества при интеграции в глобальные цепочки создания стоимости? Какую роль с точки зрения множественности источников информации и партнеров по разработке инноваций играют связи бизнеса с «институциональными» производителями знаний — организациями сферы науки и образования? Для ответа на эти вопросы использованы результаты двух волн Мониторинга инновационной деятельности предприятий НИУ ВШЭ.

Обрабатывающие производства, выступающие объектом нашего рассмотрения, занимают особое место в повестке современного экономического и технологического развития, демонстрируя наиболее выраженный спрос на передовые производственные технологии. С радикальной трансформацией данного сектора связаны перспективы новой промышленной революции — существенного повышения глобальной производительности и реконфигурации цепочек создания стоимости [OECD, 2015]. Обрабатывающая промышленность играет важную роль и в решении задачи структурной трансформации российской экономики, поскольку вносит значительный вклад в ВВП (14.6% в 2019 г.) и структуру занятости (14.3% численности занятых в 2019 г.). Согласно индикаторам инновационной деятельности [НИУ ВШЭ, 2019] именно в секторе обрабатывающих производств сосредоточено максимальное число компаний, успешно осуществляющих технологические инновации. Использование «окон возможностей» для развития национальной экономики требует понимания механизмов реализации инновационного потенциала в обрабатывающих производствах. Исследование роли кооперационной составляющей как фактора успеха инновационной деятельности необходимо для эффективного внедрения и масштабирования инновационно-ориентированных бизнес-моделей.

Исходя из обзора теоретического контура изучения кооперации при разработке инноваций, нами предпринят анализ типичных конфигураций кооперационных сетей, в которые вовлечены российские предприятия обрабатывающей промышленности, включая локализацию партнеров и продолжительность взаимодействий

между ними. Паттерны сетевого взаимодействия соотнесены с результативностью инновационной деятельности компаний. Выявлена особая для инновационного потенциала отечественных предприятий роль связей с организациями науки и образования. Представлены отличительные характеристики фирм как основа для суждений о факторах, определяющих сложность и продуктивность кооперационных стратегий российского бизнеса. Формулируются выводы, связанные с концепцией «открытости» и эмпирическими характеристиками кооперационных стратегий, ценные с точки зрения задач ускорения технологического развития, интенсификации инновационной деятельности и повышения соответствующего потенциала предприятий.

Кооперация в современных моделях инновационной деятельности

Современные исследования инноваций базируются на идее нелинейности процесса их разработки, внедрения и распространения, многообразия стратегий инновационной деятельности, различных конфигураций цепочек реализации нововведений, множественности источников идей для них, особой важности эффективных взаимодействий между участниками как внутри, так и за пределами предприятий [Leydesdorff et al., 2013; Рудь, Фурсов, 2011]. В последние три десятилетия исследования инноваций развиваются в русле «цепной» (нелинейной) модели, предложенной в работе [Kline, Rosenberg, 1986]. Ее ключевые положения основаны на признании экономической роли всего спектра возможных стратегий ведения инновационной деятельности — от полномасштабных исследований и разработок (ИиР) до технологических заимствований и прямой закупки оборудования. Отход от линейной модели [Godin, 2006], понимание того, что существенная доля значимых инноваций может разрабатываться и внедряться без формальных ИиР на основе знаний, полученных из опыта (*doing, using, interacting*) либо за пределами предприятий, дали ключ к объяснению процессов диффузии технологий, догоняющего и опережающего развития отдельных стран и отраслей.

Начиная с 1980-х гг. исследователи отмечают ключевую роль фактора кооперации в развитии инновационного потенциала компаний в рамках основных концепций ресурсного подхода к бизнес-моделированию (*resource-based view*) [Barney, 2001; Wernerfelt, 1984] — способность к абсорбции (*absorptive capacity*) [Cohen, Levinthal, 1990] и динамические возможности (*dynamic capabilities*) [Teece, 2007] фирм. Этот концептуальный каркас позволяет встраивать актуальную экономическую повестку в практику управления инновациями. К концу 1990-х — началу 2000-х гг. систематические наблюдения зафиксировали эволюцию бизнес-стратегий в сторону укрепления значимости сетевых связей [Rosenbloom, Spencer, 1996], в том числе применительно к концепции «открытых инноваций» [Chesbrough, 2003]. Открытые инновации предлагают новые модели кооперации, характерные для наиболее передовых и инициативных компаний [Chesbrough, 2012], которые рассма-

тривают процесс создания и внедрения инноваций как сочетание входящих и исходящих (*inbound & outbound*) потоков знаний [Dahlander, Gann, 2010] и благодаря этому максимально эффективно реализуют внутренние и привлеченные ресурсы с применением новых коммуникационных технологий.

Цифровая эпоха предоставляет новые возможности для обеспечения открытости инновационного процесса [Nambisan et al., 2019] — расширения охвата участников, новых форм обмена ресурсами и результатами интеллектуальной деятельности, производства знания на основе синтеза действий широкого круга разнообразных, независимых друг от друга и нескоординированных субъектов с использованием «больших данных». В результате возрастают сложность и неоднородность кооперационных стратегий.

Практике кооперации уделяется серьезное внимание в ходе систематических эмпирических наблюдений над процессами создания, внедрения и применения инноваций. В своей актуальной редакции Руководство Осло [OECD, Eurostat, 2018] предполагает раздельное измерение ресурсов, результатов инновационной деятельности и процесса реализации новых идей, что позволяет учитывать многообразие моделей инновационного поведения предприятий и анализировать эффективность тех или иных стратегий реализации инноваций в конкретных рыночных, отраслевых и институциональных условиях.

Инновации определяются Руководством Осло как внедренный на рынке новый или усовершенствованный продукт (услуга, бизнес-процесс), значительно отличающийся от существовавших ранее. Экономически значимыми признаются все градации инновационности: новизна для предприятия, но не для рынка (отражает процесс накопления конкурентоспособности), новизна для рынка, новизна для мира в целом. Инновационная деятельность охватывает всю совокупность соответствующих активностей фирмы в любом составе и комбинации: ИиР; производственный дизайн; инжиниринг; приобретение прав на патенты, лицензий на использование объектов интеллектуальной собственности; патентование (регистрацию) результатов интеллектуальной деятельности; приобретение связанных с инновациями машин, оборудования и прочих основных средств; разработку и приобретение программного обеспечения и баз данных; планирование, создание и внедрение новых методов ведения бизнеса, организации рабочих мест и внешних связей; маркетинг новой продукции; обучение и подготовку персонала и прочие затраты, непосредственно связанные с инновациями [OECD, Eurostat, 2018, глава 4].

Описанный подход предоставляет максимально широкие возможности учета «открытости» инновационного процесса. С точки зрения входящих потоков знаний любой вид инновационной деятельности может выполняться силами сторонних организаций (в формате аутсорсинга, закупки соответствующих услуг и т. д.) на коммерческой основе, что в явном виде отражается в статистике затрат на инновации. Предусматривается широкий спектр каналов информации, используемых

предприятием для разработки и внедрения инноваций. Перечень таких каналов включает как внутренние (собственные подразделения фирмы — исследовательские, производственные и др.), так и внешние источники. К источникам входящего потока знаний отнесены аффилированные и неаффилированные предприятия: поставщики оборудования, материалов и услуг; государственные и частные организации науки и образования; клиенты, конкуренты, инвесторы, другие предприятия, органы власти, некоммерческие организации, домашние хозяйства и индивиды. Отдельно оговаривается более широкий круг источников, включая неформальные (например, специализированные выставки и конференции и т. п.). Наконец, рассматривается кооперация фирм в форме совместной деятельности по разработке инноваций в зависимости от типа контрагента (согласно перечню внешних источников инноваций).

Обследования, реализующие подход Руководства Осло, — основной источник эмпирических данных для гармонизированных (а значит, сопоставимых) исследований роли кооперации в инновационной деятельности предприятий. Количественный анализ различных аспектов связи кооперации с результативностью инновационных стратегий базируется на данных Европейского обследования инноваций (Community Innovation Survey). Результаты этих исследований задают контур ключевых гипотез для эмпирического анализа закономерностей, которые лежат в основе кооперационных стратегий по разработке инноваций.

- Те или иные формы кооперации оказывают различное, но статистически значимое влияние на результативность инновационной деятельности [Belderbos et al., 2004a; Laursen, Salter, 2006; Greco et al., 2016; Wang et al., 2015]. Крупные компании демонстрируют большую склонность задействовать многообразные кооперационные связи [Fritsch, Lukas, 2001], плодотворность которых существенно варьирует в зависимости от типа инноваций [Aschhoff, Schmidt, 2008; Nieto, Santamaría, 2007; van Beers, Zand, 2014].
- Эффекты существенно зависят от вида экономической деятельности (ВЭД), а распространенность тех или иных конфигураций сетей — от особенностей отраслевых рынков [Arranz, de Arroyabe, 2008; Tether, 2002]. Другой источник вариативности — различия в институциональных и конкурентных условиях [Kim, Vonortas, 2014; Srholec, 2015].
- Вовлеченность в сетевую кооперацию и круг внешних партнеров вносят дополнительный вклад в развитие инноваций наряду с отдельными контрагентами [Becker, Dietz, 2004; de Faria et al., 2010].
- Помимо круга партнеров (охвата) значимая роль принадлежит интенсивности и длительности взаимодействия с каждым из них, т. е. глубине кооперации [Lhuillery, Pfister, 2009; Plewa et al., 2013]. Продуктивность такой коллаборации может варьировать в зависимости от типа партнера (например, в случае научно-производственной кооперации речь может идти о долгосрочных исследовательских проектах, а при кооперации с клиентами —

о дополнительной кастомизации производства под требования потребителя).

- Географический фактор, а именно пространственная удаленность, оказывается значимым в той мере, в какой от этого зависит «культурная» близость партнеров по кооперации — общее понимание контекста, единство целей и возможности оперативного обмена информацией по ходу реализации проекта [Boschma, 2005; Torre, 2008].
- Особая роль принадлежит партнерству с наукой [Caloghirou et al., 2004; Kaufmann, Tödtling, 2001; Perkmann, Walsh, 2007], т. е. с организациями сектора ИиР, эффективность которой зависит от общего уровня технологического и инновационного развития страны [Castellacci, 2008; Dachs et al., 2008; Hayter et al., 2018].

Формат международных гармонизированных исследований позволяет эффективно выявлять национальную специфику. Плодотворность кооперационных связей фактически отражает качество инновационной системы. Создание условий для возникновения и масштабирования подобных связей — важная политическая задача, связанная с повышением интенсивности и эффективности инновационной деятельности. Изучение сетевых взаимодействий служит ценным источником информации об актуальном состоянии сферы инноваций для выявления зон неэффективности, «окон возможностей» и тонкой настройки соответствующей политики.

В условиях российской экономики ключевым фактором интенсивности кооперационных взаимодействий выступает незначительный общий масштаб вовлеченности предприятий в инновационную деятельность. В целом ряде количественных исследований перечислены основные барьеры на пути масштабирования инноваций: ограниченные ресурсные возможности фирм, в особенности финансовые [Кузнецова, Рудь, 2013; Теплых, 2015]; институциональная среда, неблагоприятная с точки зрения качества государственного регулирования; низкий уровень рыночной конкуренции; значимая роль государства в экономике [Gokhberg, Kuznetsova, 2015; Yakovlev, 2014]. Негативное воздействие этих факторов проявляется как в восприимчивости организаций реального сектора к инновациям, так и в эффективности компаний, уже вовлеченных в инновационную деятельность. Как следствие, российские предприятия редко реализуют прорывные инновационные проекты, в результате которых создается высокотехнологичная продукция, конкурентоспособная на внешних рынках [Bessonova, Gonchar, 2019]. «Открытость» и сетевая кооперация практикуются лишь кругом активно развивающихся компаний, для которых соответствующая деятельность составляет значимую часть бизнес-модели.

Количественные параметры кооперационных процессов в России отражаются в официальных данных статистики инновационной деятельности предприятий, учитывающей удельный вес организаций, вовлеченных в совместные проекты по выполнению ИиР. В 2017 г. их доля составляла 4.9% общего числа предприятий обрабатывающей промышленности. Максимальный уро-

вень интенсивности демонстрируют совместные ИиР в высокотехнологичных секторах (производство компьютеров, электронных и оптических изделий — 16.1% организаций; производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях, — 12.1%), а также в отдельных ВЭД (металлургическое производство — 12.1%, производство кокса и нефтепродуктов — 11.3%). Следует учитывать, что данный показатель отражает исключительно совместные ИиР, к которым относится лишь часть возможных форматов взаимодействия при разработке инноваций. Оценка масштабов деятельности и вклада сторонних организаций в процесс разработки и внедрения инноваций на предприятиях опирается на такие индикаторы, как «Удельный вес организаций в общем числе имевших готовые технологические инновации в течение последних трех лет, для которых инновации разрабатывались...»: «в основном другими организациями» (18.2%); «совместно с другими организациями» (27.1%); «путем изменения или модификации продукции, разработанной другими организациями» (5.8%); «в основном собственными силами» (51.5%). Таким образом, отсутствие значимого вклада внешних партнеров в процесс разработки инноваций установлено в отношении более половины предприятий, осуществлявших технологические инновации. Для субъектов обрабатывающей промышленности наиболее ценными источниками информации при создании технологических инноваций служат потребители товаров, работ, услуг (11% организаций), поставщики сырья и материалов (5.4%), конкуренты в отрасли (5%), органы законодательной и исполнительной власти (4.6%). Научные и образовательные организации существенно менее значимы в этом качестве для большинства предприятий: научные организации академического профиля — 0.6%, научные организации отраслевого профиля — 2.7%, вузы — 1.2% в общем числе обследованных организаций.

Агрегированные индикаторы официальной статистики отражают невысокий в целом уровень развития кооперационных связей в национальной инновационной системе России. В работах, оперирующих данными по отдельным предприятиям, представлен углубленный анализ различных аспектов кооперации, включая количественные параметры факторов, барьеров и драйверов, характеризующих взаимодействие бизнеса и науки [Roud, Vlasova, 2020; Дежина и др., 2018; Симачев и др., 2014]. Один из центральных выводов рассматриваемых работ состоит в том, что партнерство с научными организациями выходит за рамки традиционной линейной модели инноваций, поскольку сотрудничество может не ограничиваться совместными ИиР и охватывать различного рода наукоемкие услуги, развитие человеческого капитала или усиление внутренних компетенций. Подобное взаимодействие опирается на культурную общность, позволяющую преодолевать барьеры кооперации, связанные с различиями в стратегиях управления, «целевых функциях» компаний и научных организаций, по-разному понимающих успешность проекта. Стереотип о неготовности российской науки предоставить качественные прикладные результаты не находит

прямого подтверждения. Скорее следует говорить о разнонаправленности стратегий деятельности бизнеса и науки, вызванной как институциональной и корпоративной спецификой (например, короткими горизонтами планирования), так и структурными особенностями сферы науки (превалирование госфинансирования и практически полное отсутствие механизмов привлечения внебюджетных средств среди показателей эффективности деятельности организаций сектора).

Наблюдается выраженный недостаток исследований, посвященных микроуровневному (на уровне отдельных предприятий) анализу сетевой кооперации при разработке инноваций с широким кругом контрагентов. В некоторых случаях (например, [Быкова, Молодчик, 2009]) авторы позитивно оценивают связь кооперации с результативностью отдельных аспектов деятельности предприятий. Однако в отсутствие гармонизированного понятийного аппарата Руководства Осло невозможно сопоставимо и однозначно интерпретировать выявленные закономерности. В работе [Kratzer et al., 2017] на примере культуры открытости инновационных стратегий российских предприятий показано, что лишь 9.3% инновационных компаний обрабатывающей промышленности сформировали внутреннюю культуру, нацеленную на эффективную абсорбцию внешних идей и знаний, что в сочетании с данными статистики ставит под вопрос перспективы развития инновационного потенциала страны. Изучение многообразия инновационных стратегий, совместимости различных форматов партнерства, факторов, определяющих формы и характер такого сотрудничества, приобретает актуальность с точки зрения детализации механизмов функционирования национальной инновационной системы России и формирования эффективной государственной политики в области науки и инноваций.

Методология и база исследования

Эмпирическим материалом для исследования послужили данные двух волн Мониторинга инновационной деятельности российских предприятий (2015, 2018), проводимого Институтом статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) Высшей школы экономики (НИУ ВШЭ) с 2009 г. в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ². Обследование охватывает предприятия обрабатывающей промышленности, расположенные не менее чем в 40 регионах страны во всех федеральных округах и насчитывающие свыше 15 работников, а его методология опирается на рекомендации Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и Евростата по статистике инноваций [OECD, Eurostat, 2018]. Сбор данных осуществлялся в ходе серии интервью с руководителями на основе опросного листа. Анкеты состояли из несколь-

ких содержательных блоков: общие характеристики предприятия; деятельность по разработке и внедрению инноваций; кооперация при разработке инноваций; государственная поддержка инноваций; современные технологии и методы организации производства.

В 2015 г. обследование проводилось по всем отраслям обрабатывающей промышленности. В итоговую выборку вошли 1324 предприятия, из них 805 (60.8%) — инновационно-активные, т. е. осуществлявшие разработку и/или внедрение технологических инноваций в 2011–2013 гг. Объектом исследования в 2018 г. выступили лишь предприятия высоко- и среднетехнологичных отраслей обрабатывающей промышленности (классификация ОЭСР/Евростата)³ общим числом 545, из которых 422 (77.4%) инновационно-активных (обследуемый период — 2016–2018 гг.). Данные нормировались с опорой на сведения Федеральной службы статистики (Росстата) и репрезентативны по ВЭД и размеру предприятий (среднесписочной численности работников).

На первом этапе рассматривались типичные модели кооперационного взаимодействия при разработке инноваций, в частности такие три аспекта, как выбор партнеров, географическая локализация и продолжительность сотрудничества. Эти модели характеризовались с позиций размеров, возраста, наличия государственной собственности и ВЭД предприятия. Основным методом исследования послужил кластерный анализ. Различия в средних значениях переменных по кластерам анализировались для определения степени «открытости» инновационных стратегий⁴.

Для операционализации результатов инновационной деятельности применялась типология, охватывающая два ключевых измерения: степень новизны инноваций в соответствии с рекомендациями Руководства Осло — на уровне отдельной фирмы или рынка в целом (отсутствие аналогов у конкурентов); а также интеграция предприятия в глобальные цепочки создания стоимости через экспортную деятельность (ненулевые объемы отгруженной продукции на рынки зарубежных стран). В результате сконструированы четыре шкалы «продвинутой» инноваторов, наглядно отображающие роль кооперации. Влияние конфигурации кооперационной сети на инновационный потенциал предприятия тестировалось с помощью оценки многомерных логистических регрессий.

Особое внимание уделялось исследованию роли научно-производственной кооперации как драйвера технологических инноваций. Произведен сравнительный анализ стратегий предпринимательской деятельности и практик создания и распространения объектов интеллектуальной собственности у предприятий, сотрудничающих и не сотрудничающих с научными и образовательными организациями⁵. Поскольку максимальным

² Подробнее см.: <https://www.hse.ru/monitoring/innproc/>, дата обращения 20.08.2020.

³ Подробнее см.: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/6384.pdf>, дата обращения 20.08.2020.

⁴ Статистическая значимость различий средних между кластерами была проверена с помощью критерия Краскела–Уоллиса.

⁵ Для оценки значимости различий между предприятиями, вовлеченными и не вовлеченными в научно-производственную кооперацию, использовался критерий Фишера.

Табл. 1. Партнеры по кооперации (доля выбравших соответствующую опцию в общем числе инновационных предприятий по типам предприятий — технологических инноваторов, %)

Партнеры по кооперации	Всего	Типы предприятий — технологических инноваторов			
		Новые для фирмы, нет экспорта	Новые для фирмы, экспортеры	Новые для рынка, нет экспорта	Новые для рынка, экспортеры
		62.2	17.1	14.0	6.7
Клиенты, потребители	76.3	77.0	71.0	73.5	88.6
Поставщики сырья, материалов и др.	73.8	74.1	78.1	64.9	77.9
Поставщики услуг	31.1	31.1	35.7	28.1	25.9
Предприятия-смежники	29.6	29.1	30.3	25.7	39.7
Конкуренты	17.1	16.5	18.3	17.5	18.7
Научные организации	25.0	19.1	39.9	16.9	58.3
Вузы / университеты	18.5	15.9	25.8	15.3	29.9
Консалтинговые фирмы	8.9	9.3	10.6	4.8	9.8
Органы государственной власти	22.1	23.9	19.8	14.4	27.7

Вопрос: С кем сотрудничает ваше предприятие при осуществлении инноваций?
 Источник: оценки авторов на основе данных Мониторинга поведения субъектов инновационного процесса НИУ ВШЭ (2015).

уровнем инновационной активности характеризуются высоко- и среднетехнологичные обрабатывающие производства (31.8 и 19.9% от общего числа организаций, осуществляющих технологические инновации, в 2017 г.), анализ базировался на данных обследования 2018 г.

Конфигурация кооперационных сетей

Для выявления закономерностей в конфигурации сетей инновационных партнерств, сформировавшихся в российской обрабатывающей промышленности, были исследованы три аспекта сетевого взаимодействия: выбор партнеров по кооперации, их географическая удаленность и длительность контактов. Анализ позволил выявить различия в инновационном поведении предприятий в зависимости от реализуемой ими кооперационной стратегии.

Результаты подтверждают, что инновации представляют собой сетевой феномен. Кооперация занимает важное место в инновационных стратегиях российских предприятий обрабатывающей промышленности: абсолютное большинство (98.5%) респондентов нашего обследования привлекают внешние организации к реализации инновационных проектов. Практически все взаимодействуют с участниками цепочки поставок (ЦП), прежде всего с непосредственными потребителями продукции (76.3%) и поставщиками сырья, материалов и комплектующих (73.8%) (табл. 1).

Между тем сетевое взаимодействие остается слабо развитым. Развернутая кооперационная стратегия характерна для предприятий с высоким инновационным потенциалом. Предприятия, интегрированные в глобальные цепочки создания стоимости (23.8%), более склонны к привлечению в инновационные проекты научных организаций и вузов (свыше 25% по каждой группе) и взаимодействию с органами государственной власти. Более половины компаний, создающих продукцию высокой новизны и конкурентоспособную на

мировом рынке (20.7%), кооперируют с научными организациями.

Доминирующая стратегия взаимодействия в пределах ЦП более характерна для малых и низкотехнологичных предприятий (39.9%), которые сотрудничают только с региональными поставщиками и потребителями, и крупных — заинтересованных в экспорте создаваемой инновационной продукции (42.6%) и мотивированных интегрироваться в национальные и глобальные цепочки создания стоимости (табл. 2).

Предприятий, имеющих географически разветвленную сеть партнеров, менее 20% среди обследованных. Глобальное сетевое взаимодействие активизируется с ростом технической сложности промышленной деятельности и стремлением предприятий конкурировать с иностранными производителями. Отличительными чертами продвинутых инноваторов выступают сотрудничество с организациями сферы науки и образования, а также привлечение государственных органов и консультантов к реализации инновационных проектов.

В силу сложности и длительности инновационных проектов установление долгосрочных контактов между заинтересованными сторонами служит залогом успеха кооперации. Вместе с тем более 40% российских предприятий обрабатывающей промышленности практикуют лишь разовые нерегулярные контракты, преимущественно в рамках ЦП (табл. 3). Около трети предприятий поддерживают постоянные связи с клиентами и поставщиками сырья, материалов и комплектующих, однако с другими контрагентами взаимодействуют лишь время от времени. Расширению сотрудничества и установлению долгосрочных партнерств, в том числе с наукой, способствуют выход предприятий на зарубежные рынки наукоемкой продукции, а также наличие государственной собственности.

Классификация кооперационных стратегий по географическому расположению контрагентов и длительности взаимодействия показала, что наиболее распростра-

Табл. 2. Модели кооперационного взаимодействия, учитывающие фактор пространственной близости партнеров (результаты кластерного анализа)

А. Модели кооперационного взаимодействия: географический аспект

Кластеры		Региональная ЦП	ЦП вне региона	Глобальная ЦП и региональная наука	Глобальная ЦП и наука вне региона	Всего
Размер кластера		39.9	42.6	12.7	4.9	
% предприятий, которые в своей инновационной деятельности сотрудничают с такими партнерами, как:						
Клиенты, потребители	Р	73.4	34.1	85.1	30.0	56.1
	Н	0.0	52.9	72.2	65.2	34.9
	И	0.0	9.1	27.6	17.4	8.2
Поставщики сырья, материалов и др.	Р	67.1	17.4	76.1	34.2	45.5
	Н	0.4	60.7	88.9	59.5	40.2
	И	1.6	16.5	47.6	38.5	15.6
Поставщики услуг	Р	26.6	7.6	84.2	14.6	25.3
	Н	0.0	11.9	44.2	31.2	12.2
	И	0.0	1.2	17.7	8.5	3.2
Предприятия-смежники	Р	24.1	4.0	54.5	30.6	19.7
	Н	1.7	14.7	42.4	42.8	14.4
	И	0.0	3.1	8.8	6.7	2.8
Конкуренты	Р	11.0	1.6	47.7	2.9	11.2
	Н	0.9	4.6	38.5	21.0	8.2
	И	1.1	1.3	9.1	4.4	2.4
Научные организации	Р	11.5	4.1	42.8	55.7	14.5
	Н	1.5	17.0	21.5	94.1	15.2
	И	0.0	1.9	0.0	10.1	1.3
Вузы/университеты	Р	9.5	7.2	44.1	51.6	14.9
	Н	0.4	1.9	8.5	88.9	6.4
	И	0.0	0.1	0.0	9.3	0.5
Консалтинговые фирмы	Р	6.9	0.0	19.5	17.2	6.1
	Н	0.0	1.9	10.1	15.6	2.9
	И	0.0	1.3	0.6	4.3	0.9
Органы государственной власти	Р	19.0	5.8	45.6	44.7	18.0
	Н	0.4	5.6	12.2	43.3	6.2
	И	0.0	0.2	0.0	1.7	0.2

Контрагенты: Р — региональные (расположенные на расстоянии менее 100 км); Н — национальные (более 100 км); И — иностранные
Модели кооперации: ■ — вертикальная (участники цепи поставок); ■ — горизонтальная кооперация (другие участники рынка); ■ — институциональная (организации сектора ИиР); ■ — консалтинговые фирмы; ■ — органы государственной власти.
Аналогично для табл. 3А.

Б. Характеристики предприятий

Кластеры	Региональная ЦП	ЦП вне региона	Глобальная ЦП и региональная наука	Глобальная ЦП и наука вне региона	Всего
Размер:					
малые (< 100 работников)	42.5	26.9	11.7	11.1	30.4
средние (100–500)	43.5	53.4	67.3	38.9	50.5
крупные (> 500)	14.0	19.7	20.9	50.0	19.1
Возраст менее 5 лет	7.8	5.7	4.5	1.9	6.2
Государственная собственность	13.7	5.9	7.2	29.0	10.3
Сектор:					
низкотехнологичные	62.1	41.1	32.7	13.0	47.0
среднетехнологичные низкого уровня	20.2	20.9	24.8	18.5	21.0
среднетехнологичные высокого уровня	11.5	28.9	32.4	38.4	22.9
высокотехнологичные	6.2	9.1	10.1	30.1	9.1
Типы предприятий — технологических инноваторов:					
новые для фирмы, нет экспорта	73.3	55.7	59.5	35.6	62.2
новые для фирмы, экспортеры	8.9	22.5	20.5	28.4	17.1
новые для рынка, нет экспорта	16.7	12.5	12.8	8.5	14.0
новые для рынка, экспортеры	1.1	9.4	7.2	27.6	6.7

Примечание: черным цветом выделены значения выше общего среднего (последний столбец), серым — ниже. Различия между кластерами статистически значимы. Результаты сравнения групп с помощью критерия Краскела–Уоллиса могут быть представлены авторами по запросу. Аналогично для табл. 3.

Источник: оценки авторов на основе данных Мониторинга поведения субъектов инновационного процесса НИУ ВШЭ (2015).

Табл. 3. Модели взаимодействия, учитывающие фактор продолжительности сотрудничества (результаты кластерного анализа)

А. Модели кооперационного взаимодействия: временной аспект

Кластеры		Разовая кооперация в ЦП	Регулярная кооперация в ЦП	Долгосрочные связи с наукой	Долгосрочные сети	Всего
Размер кластера		43.8	35.4	15.4	5.4	
% предприятий, которые в своей инновационной деятельности сотрудничают с такими партнерами, как:						
Клиенты, потребители	E	20.4	0.7	13.9	14.8	12.1
	C	13.0	15.7	17.0	10.9	14.5
	P	15.5	83.5	56.0	56.5	48.0
Поставщики сырья, материалов и др.	E	20.7	3.0	15.7	0.0	12.5
	C	15.2	20.2	14.8	32.2	17.8
	P	11.8	73.4	51.1	60.2	42.3
Поставщики услуг	E	9.1	4.1	5.1	0.7	6.3
	C	4.0	10.7	5.9	15.5	7.3
	P	4.3	28.5	12.0	57.2	16.9
Предприятия-смежники	E	6.9	2.2	6.2	0.7	4.8
	C	7.4	4.0	9.8	15.9	7.0
	P	7.7	23.0	22.8	40.3	17.2
Конкуренты	E	2.0	3.3	0.3	14.8	2.9
	C	2.1	5.8	3.5	8.4	3.9
	P	0.9	17.9	9.0	34.9	10.0
Научные организации	E	7.4	5.1	4.1	15.4	6.5
	C	0.9	3.2	25.9	13.4	6.3
	P	0.4	1.5	55.6	54.5	12.2
Вузы/ университеты	E	1.4	3.5	4.1	0.7	2.5
	C	1.9	3.1	14.3	36.2	6.1
	P	0.3	1.8	43.6	39.0	9.6
Консалтинговые фирмы	E	2.8	2.3	3.3	14.8	3.4
	C	0.8	1.1	0.0	33.9	2.6
	P	0.0	0.0	0.0	51.4	2.8
Органы государственной власти	E	4.0	2.0	4.9	0.7	3.2
	C	1.9	4.8	6.1	11.2	4.1
	P	7.0	14.4	22.5	55.9	14.7

Связи: E — единичные (разовые и/или продолжительностью менее года), C — среднесрочные (1–5 лет), P — регулярные (более 5 лет и/или бессрочные)

Б. Характеристики предприятий

Кластеры	Разовая кооперация в ЦП	Регулярная кооперация в ЦП	Долгосрочные связи с наукой	Долгосрочные сети	Всего
Размер:					
малые (менее 100 работников)	32.9	35.1	12.6	30.2	30.4
средние (100–500)	49.9	50.8	55.1	40.4	50.5
крупные (более 500)	17.2	14.1	32.3	29.5	19.1
Молодые (менее 5 лет)	8.4	6.3	2.2	0.0	6.2
Участие государства	6.3	9.8	16.3	29.3	10.3
Сектор:					
низкотехнологичные	53.0	51.9	16.1	55.4	47.0
среднетехнологичные низкого уровня	22.2	21.1	21.9	8.4	21.0
среднетехнологичные высокого уровня	19.7	18.1	43.3	21.5	22.9
высокотехнологичные	5.1	8.9	18.7	14.7	9.1
Типы предприятий-технологических инноваторов:					
новые для фирмы, нет экспорта	63.8	69.2	40.5	65.0	62.2
новые для фирмы, экспортеры	17.9	12.3	25.9	17.0	17.1
новые для рынка, нет экспорта	15.7	14.2	11.8	5.7	14.0
новые для рынка, экспортеры	2.6	4.3	21.8	12.3	6.7

Примечание: различия между кластерами статистически значимы. Результаты сравнения групп с помощью критерия Краскела–Уоллиса могут быть представлены авторами по запросу.
Источник: Оценки авторов на основе данных Мониторинга поведения субъектов инновационного процесса НИУ ВШЭ (2015).

Табл. 4. Конфигурации сетей сотрудничества (доля выбравших соответствующую модель в общем числе инновационных предприятий, %)

География	Длительность				Всего
	Разовая кооперация в ЦП	Регулярная кооперация в ЦП	Долгосрочные связи с наукой	Долгосрочные сети	
Региональная ЦП	21.5	14.2	2.9	1.3	39.9
ЦП вне региона	20.9	13.8	7.0	0.8	42.6
Глобальная ЦП и региональная наука	1.1	7.2	2.5	2.0	12.7
Глобальная ЦП и наука вне региона	0.3	0.3	3.0	1.3	4.9
Всего	43.8	35.4	15.4	5.4	100.0

Источник: оценки авторов на основе данных Мониторинга поведения субъектов инновационного процесса НИУ ВШЭ (2015).

ненной моделью сотрудничества в российской обрабатывающей промышленности остаются разовые контракты с партнерами по региональным и национальным каналам закупок и сбыта (табл. 4). Международное сетевое сотрудничество распространено крайне слабо и лишь в рамках долгосрочных отношений с привлечением в инновационные проекты научных организаций и вузов.

Результаты оценки влияния открытости на итоговую продуктивность инновационной деятельности предприятий подтверждают гипотезу о высокой значимости для ее успешной реализации развернутых сетевых взаимодействий с разнообразными контрагентами (табл. 5). Так, ориентация на внутренний рынок и создание инкрементальных инноваций требуют установления партнерских отношений с федеральными органами власти, а выход на экспорт — включенности в национальные и глобальные ЦП и сотрудничества с научными организациями и/или вузами. И лишь интеграция в сложные кооперационные сети в рамках долгосрочных связей с сектором науки и участниками рынка вне ЦП (конкуренты и предприятия-смежники) за пределами региона повышает шансы на встраивание в глобальные цепочки создания стоимости.

Продвинутых инноваторов отличает интенсивное взаимодействие с сектором науки. Активизация научно-производственной кооперации и сотрудничество с участниками производственно-сбытовой цепочки за пределами региона играют ключевую роль в деятельности экспортно-ориентированных обрабатывающих производств. Развитие долгосрочных связей с научными организациями и вузами укрепляет инновационный потенциал предприятий, способствуя расширению экспортных возможностей.

Кооперация с наукой как драйвер инноваций

Изучение конфигураций кооперационных сетей показало, что взаимодействие с сектором науки выступает важнейшим стратегическим вектором и атрибутом компаний — инноваторов международного уровня. Рассмотрим отличия инновационно-активных предприятий, сотрудничающих с научными организациями и/или вузами, от тех, кто этим пренебрегает.

Как свидетельствуют результаты опроса, игроки сектора ИиР выступают важным источником информации для предприятий, избирающих инновационность своим основным конкурентным преимуществом (табл. 6). В ходе разработки инноваций с научными организациями и вузами активнее всего взаимодействуют компании, внедряющие новую (69.1%) и улучшающие существующую продукцию (48.2%) для достижения коммерческого успеха. В отличие от тех, кто не вовлечен в научно-производственную кооперацию, они чаще нацелены на стратегический поиск новых групп клиентов (35.3%) и расширение продуктовой линейки (13.1%).

Взаимодействующие с сектором ИиР компании проактивны в создании, распространении и экономическом приложении новых знаний. Именно они выступают ключевыми операторами рынков технологий и опорными центрами инновационной системы. Об этом свидетельствуют более высокие востребованность формальных методов защиты создаваемых нематериальных активов и вовлеченность в процессы передачи объектов интеллектуальной собственности, чем в среднем у предприятий высоко- и среднетехнологичных (высокого уровня) отраслей обрабатывающей промышленности (табл. 7). Более 40% инновационно-активных предприятий, взаимодействующих с научными организациями и вузами, хотя бы раз подавали заявку на патент за последние три года. Реже использовались товарные знаки (26.1%), полезные модели (21.9%) и ноу-хау (18.5%). В процессы передачи объектов интеллектуальной собственности вовлечена значительно меньшая доля предприятий — менее 6%. Главными каналами распространения служат соглашения об использовании ноу-хау, лицензирование и обмен результатами интеллектуальной деятельности.

Предпринятый эмпирический анализ позволил получить комплексное представление о кооперационных стратегиях российских предприятий обрабатывающей промышленности. Показано, что способность предприятий развивать сетевое сотрудничество определяет их уровень инновационности — потенциала разработки и представления на рынке инноваций и доступа к глобальным цепочкам создания стоимости. Отличительной особенностью наиболее инновационных предприятий признано умение устанавливать

Табл. 5. Компоненты моделей взаимодействия, определяющие типы предприятий — технологических инноваторов в обрабатывающей промышленности России

Партнеры по кооперации	Компоненты сотрудничества	Типы предприятий — технологических инноваторов			
		Новые для фирмы, нет экспорта	Новые для фирмы, экспортеры	Новые для рынка, нет экспорта	Новые для рынка, экспортеры
Участники производственно-сбытовой цепочки	Факт	0.035	0.025	-0.027	-0.033
		(0.071)	(0.049)	(0.054)	(0.037)
	География: вне региона	-0.141***	0.131***	-0.006	0.016
		(0.039)	(0.028)	(0.029)	(0.018)
Длительность: более года	0.081	0.012	-0.056	-0.037	
	(0.051)	(0.036)	(0.040)	(0.029)	
Научные и/или образовательные организации	Факт	-0.108**	0.085**	0.004	0.019
		(0.043)	(0.034)	(0.031)	(0.018)
	География: вне региона	-0.171***	0.071*	0.062	0.038
		(0.054)	(0.040)	(0.043)	(0.024)
Длительность: более года	-0.153***	0.107***	0.009	0.038*	
	(0.046)	(0.037)	(0.033)	(0.021)	
Другие участники рынка	Факт	-0.003	-0.0465*	0.024	0.026
		(0.037)	(0.027)	(0.026)	(0.016)
	География: вне региона	-0.026	-0.037	0.024	0.039*
		(0.043)	(0.028)	(0.032)	(0.021)
Длительность: более года	-(0.028)	-0.0505*	(0.047)	0.031*	
	(0.039)	(0.028)	(0.029)	(0.018)	
Органы государственной власти	Факт	0.024	-0.020	-0.039	0.035
		(0.046)	(0.032)	(0.031)	(0.022)
	География: вне региона	0.125**	-0.037	-0.0994***	0.011
		(0.061)	(0.041)	(0.032)	(0.026)
Длительность: более года	0.049	-0.042	-0.028	0.021	
	(0.049)	(0.033)	(0.034)	(0.022)	

Примечание: результаты оценки трех многомерных логит-моделей по компонентам сотрудничества (предельные эффекты). Дополнительные контрольные переменные: размер, возраст, государственная собственность, сектор. Статистически значимые коэффициенты выделены жирным шрифтом; *, ** и *** означают значимость на уровне 10, 5 и 1% соответственно.

Источник: оценки авторов на основе данных Мониторинга поведения субъектов инновационного процесса НИУ ВШЭ (2015).

тесное сотрудничество с организациями сектора ИиР и поддерживать долгосрочные связи.

Заключение

Проведенное исследование было призвано заполнить эмпирическими наблюдениями лауну в изучении сетевой кооперации как фактора инновационного потенциала российских предприятий. Продемонстрирована позитивная связь между открытостью инновационной стратегии и инновационной продуктивностью предприятий как способностью производить новую для рынка продукцию и встраиваться в глобальные цепочки создания стоимости.

В российской обрабатывающей промышленности практически все инновационно-активные предприятия сотрудничают с внешними контрагентами в процессе разработки инноваций, но лишь немногие компании имеют разветвленную партнерскую сеть. Классификация кооперационных стратегий по кри-

терию географической локализации контрагентов и длительности взаимодействия показала, что абсолютное большинство предпочитают разовые контракты с участниками региональных и национальных ЦП (непосредственными потребителями продукции и поставщиками сырья, материалов и услуг), тогда как международное и долгосрочное сетевое сотрудничество остается слабо развитым.

Согласно современным исследованиям именно интеграция в сложные сети партнерств и совместная реализация инновационных проектов с контрагентами из разных секторов экономики способствуют укреплению инновационного потенциала предприятий. Интеграции в глобальные цепочки создания стоимости способствуют отказ от жесткой вертикальной модели кооперации (ограниченной ЦП) и интенсификация сотрудничества с организациями сектора ИиР. Повышение уровня инновационности бизнеса (т.е. способность создавать не представленные на рынке решения) напрямую связано с установлением устойчивых долгосроч-

Табл. 6. Стратегические приоритеты предприятий высоко- и среднетехнологичных (высокого уровня) отраслей обрабатывающей промышленности (доля выбравших соответствующую опцию в общем числе инновационных предприятий, %)

Приоритетное направление инновационной деятельности	Взаимодействие с научными и образовательными организациями при разработке и внедрении инноваций		Всего
	Да	Нет	
Улучшение существующей продукции	48.2	45.4	46.8
Выпуск новой продукции	69.1	60.9	64.8
Обеспечение низких цен	16.4	34.7	25.9
Обеспечение высокого качества	75.3	84.6	80.1
Соблюдение сроков поставки	45.5	47.4	46.5
Дополнительные услуги (сервисное обслуживание и др.)	18.5	18.4	18.5
Обслуживание существующих клиентов	12.4	18.1	15.3
Выход на новые группы клиентов	35.3	27.0	31.0
Производство одного или нескольких ключевых продуктов	13.1	11.5	12.2
Производство широкого ассортимента продукции	17.8	21.8	19.9
Выпуск стандартизированной продукции	4.4	11.0	7.8
Выпуск продукции по спецификациям клиентов	18.6	25.5	22.1
Соответствие международным стандартам	15.7	25.4	20.8
Ответственное производство (следование экологическим, этическим нормам)	9.4	16.2	12.9

Вопрос: «Что из нижеперечисленного в наибольшей степени соответствует стратегии вашего предприятия? Выберите не более четырех ответов».

Примечание: черным цветом выделены значения выше общего среднего (последний столбец), серым — ниже. Научные и образовательные организации включают российские научные организации и вузы, зарубежные научные центры и университеты. Результаты проверки различий между группами предприятий с помощью критерия Фишера могут быть представлены авторами по запросу.

Источник: оценки авторов по данным Мониторинга поведения субъектов инновационного процесса НИУ ВШЭ (2018).

ных сетевых связей, взаимодействием с российской наукой (вузами, академическими организациями) и участниками рынка вне ЦП (конкурентами, предприятиями-смежниками).

Поэтому предприятия с наибольшим инновационным потенциалом отличает кооперация с организациями науки и образования. Активное сотрудничество с вузами и научными организациями обуславливает спо-

собность предприятий создавать продукцию высокой инновационности, конкурентоспособную на внешних рынках. Инновационность (выпуск новой и улучшение существующей продукции) составляет ключевой элемент бизнес-моделей и решающий фактор коммерческого успеха таких компаний в противоположность не вовлеченным в научно-производственную кооперацию. Подобные предприятия в состоянии стать проводни-

Табл. 7. Создание и распространение объектов интеллектуальной собственности (доля отметивших соответствующую опцию в общем числе инновационных предприятий, %)

Вопрос: «Какие из перечисленных ниже действий с объектами интеллектуальной собственности осуществляло Ваше предприятие в течение 2016–2018 гг.? Отметьте все подходящие ответы»	Взаимодействие с научными и образовательными организациями при разработке и внедрении инноваций		Всего
	Да	Нет	
Создание			
Подача заявки на патент в РФ	43.1	25.8	34.2
Регистрация товарного знака	26.1	22.2	24.1
Подача заявки на полезную модель	21.9	14.5	18.1
Оформление ноу-хау	18.5	2.3	12.7
Регистрация авторского права	9.1	6.7	7.9
Подача заявки на патент за рубежом	5.4	4.1	4.8
Регистрация промышленного дизайна	4.0	1.5	2.7
Распространение			
Заключение контракта на использование ноу-хау	6.0	3.9	4.9
Предоставление объектов интеллектуальной собственности по лицензии	5.2	2.3	3.7
Продажа объектов интеллектуальной собственности	3.1	4.7	4.0
Обмен объектами интеллектуальной собственности	2.2	1.1	1.6
Установление отношений франшизы	0.4	2.1	1.3

Примечание: черным цветом выделены значения выше общего среднего (последний столбец), серым — ниже.

Источник: оценки авторов на основе данных Мониторинга поведения субъектов инновационного процесса НИУ ВШЭ (2018).

ками технологий в российской инновационной системе и сравнительно чаще выступают проактивными операторами технологических рынков, вовлекаясь в процессы создания и распространения нематериальных активов.

Размеры бизнеса играют традиционно решающую роль в масштабировании сетевых связей и развитии инновационных партнерств. В российской обрабатывающей промышленности развернутые кооперационные стратегии более свойственны крупным высоко- и среднетехнологичным (высокого уровня) предприятиям. Статистически значимы переменные, связанные с государственным участием в управлении предприятием. Подобные компании имеют выраженную склонность устанавливать связи с другими институциональными партнерами. Однако имеющиеся данные пока не позволяют судить об эффективности этих контактов.

Таким образом, исследование на российском материале продемонстрировало, что наличие разветвленной партнерской сети служит явным признаком

высокого инновационного потенциала предприятия. На этом фоне слабое развитие сетей инновационных партнерств в российской обрабатывающей промышленности и низкая интенсивность связей между участниками инновационной деятельности составляют «узкое место» национальной инновационной системы. Понимание фактических стратегий инновационного поведения и возможных траекторий развития предприятий создает эмпирическую основу для разработки мер поддержки в сфере инноваций. Ключ к росту инновационной активности в реальном секторе и ускорению технологического развития лежит в стимулировании и масштабировании сетевых взаимодействий и в развитии научно-производственной кооперации.

Статья подготовлена в результате проведения исследования в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Библиография

- Быкова А.А., Молодчик М.А. (2009) Практики «открытых инноваций» в России: эмпирическое исследование инновационного поведения предприятий Пермского края // Корпоративные финансы. Т. 3. № 3. С. 77–93. DOI: 10.17323/j.jcfr.2073-0438.3.3.2009.77-93.
- Бужина И., Медовников Д., Розмирович С. (2018) Оценки спроса российского среднего технологического бизнеса на сотрудничество с вузами // Журнал новой экономической ассоциации. Т. 4. № 36. С. 81–105. DOI: 10.31737/2221-2264-2017-36-4-4.
- Кузнецова Т.Е., Рудь В.А. (2013) Конкуренция, инновации и стратегии развития российских предприятий (результаты эмпирических исследований) // Вопросы экономики. № 12. С. 86–108. DOI: 10.32609/0042-8736-2013-12-86-108.
- НИУ ВШЭ (2019) Индикаторы инновационной деятельности: 2019. Статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ.
- Рудь В., Фурсов К. (2011) Роль статистики в дискуссии о научно-технологическом и инновационном развитии // Вопросы экономики. № 1. С. 138–150. DOI: 10.32609/0042-8736-2011-1-138-150.
- Симачев Ю.В., Кузык М.Г., Фейгина В.В. (2014) Взаимодействие российских компаний и исследовательских организаций в проведении НИОКР: третий не лишний? // Вопросы экономики. № 7. С. 4–34. DOI: 10.32609/0042-8736-2014-7-4-34.
- Теплых Г.В. (2015) Драйверы инновационной активности промышленных компаний в России // Прикладная эконометрика. № 2 (38). С. 83–110.
- Arranz N., de Arroyabe J.C.F. (2008) The choice of partners in R&D cooperation: An empirical analysis of Spanish firms // Technovation. Vol. 28. № 1–2. P. 88–100. DOI: 10.1016/j.technovation.2007.07.006.
- Aschhoff B., Schmidt T. (2008) Empirical evidence on the success of R&D cooperation — happy together? // Review of Industrial Organization. Vol. 33. № 1. P. 41–62. DOI: 10.1007/s11151-008-9179-7.
- Balland P.A., Boschma R., Crespo J., Rigby D.L. (2019) Smart specialization policy in the European Union: Relatedness, knowledge complexity and regional diversification // Regional Studies. Vol. 53. № 9. P. 1252–1268. DOI: 10.1080/00343404.2018.1437900.
- Barney J.B. (2001) Resource-based theories of competitive advantage: A ten-year retrospective on the resource-based view // Journal of Management. Vol. 27. № 6. P. 643–650. DOI: 10.1177/014920630102700602.
- Becker W., Dietz J. (2004) R&D cooperation and innovation activities of firms — evidence for the German manufacturing industry // Research Policy. Vol. 33. № 2. P. 209–223. DOI: 10.1016/j.respol.2003.07.003.
- Belderbos R., Carree M., Diederer B., Lokshin B., Veugelers R. (2004a) Heterogeneity in R&D cooperation strategies // International Journal of Industrial Organization. Vol. 22. № 8–9. P. 1237–1263. DOI: 10.1016/j.ijindorg.2004.08.001.
- Belderbos R., Carree M., Lokshin B. (2004b) Cooperative R&D and firm performance // Research Policy. Vol. 33. № 10. P. 1477–1492. DOI: 10.26481/umamet.2004020.
- Bessonova E., Gonchar K. (2019) How the innovation-competition link is shaped by technology distance in a high-barrier catch-up economy // Technovation. Vol. 86. P. 15–32. DOI: 10.1016/j.technovation.2019.01.002.
- Boschma R. (2005) Proximity and innovation: A critical assessment // Regional Studies. Vol. 39. № 1. P. 61–74. DOI: 10.1080/0034340052000320887.
- Breschi S., Malerba F., Orsenigo L. (2000) Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation // Economic Journal. Vol. 110. № 463. P. 388–410. DOI: 10.1111/1468-0297.00530.
- Caloghirou Y., Kastelli I., Tsakanikas A. (2004) Internal capabilities and external knowledge sources: Complements or substitutes for innovative performance? // Technovation. Vol. 24. № 1. P. 29–39. DOI: 10.1007/s12130-005-1005-z.
- Carlsson S., Corvello V., Schroll A., Mild A. (2011) Open innovation modes and the role of internal R&D // European Journal of Innovation Management. Vol. 14. № 4. P. 475–495. DOI: 10.1108/14601061111174925.
- Castellacci F. (2008) Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation // Research Policy. Vol. 37. № 6–7. P. 978–994. DOI: 10.1016/j.respol.2008.03.011.
- Chesbrough H.W. (2003) Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. Boston, MA: Harvard Business Press.
- Chesbrough H. (2012) Open innovation: Where we've been and where we're going // Research-Technology Management. Vol. 55. № 4. P. 20–27. DOI: 10.5437/08956308x5504085.
- Cohen W.M., Levinthal D.A. (1990) Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation // Administrative Science Quarterly. Vol. 35. № 1. P. 128–152. DOI: 10.2307/2393553.

- Dachs B., Ebersberger B., Pyka A. (2008) Why do firms cooperate for innovation? A comparison of Austrian and Finnish CIS3 results // *International Journal of Foresight and Innovation Policy*. Vol. 4. № 3–4. P. 200–229. DOI: 10.1504/ijfip.2008.017577.
- Dahlander L., Gann D.M. (2010) How open is innovation? // *Research Policy*. Vol. 39. № 6. P. 699–709. DOI: 10.1016/j.respol.2010.01.013.
- De Faria P., Lima F., Santos R. (2010) Cooperation in innovation activities: The importance of partners // *Research Policy*. Vol. 39. № 8. P. 1082–1092. DOI: 10.1016/j.respol.2010.05.003.
- Edquist C. (2011) Design of innovation policy through diagnostic analysis: Identification of systemic problems (or failures) // *Industrial and Corporate Change*. Vol. 20. № 6. P. 1725–1753. DOI: 10.1093/icc/dtr060.
- Fagerberg J., Mowery D.C., Nelson R.R. (eds.) (2005) *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford (UK): Oxford University Press. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199286805.001.0001.
- Freeman C. (1987) *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.
- Fritsch M., Lukas R. (2001) Who cooperates on R&D? // *Research Policy*. Vol. 30. № 2. P. 297–312. DOI: 10.1016/S0048-7333(99)00115-8.
- Godin B. (2006) The linear model of innovation: The historical construction of an analytical framework // *Science, Technology and Human Values*. Vol. 31. № 6. P. 639–667. DOI: 10.1177/0162243906291865.
- Godin B. (2008) *Innovation: The History of a Category*. Project on the Intellectual History of Innovation Working Paper № 1. Québec: Institut national de la recherche scientifique.
- Gokhberg L., Kuznetsova T. (2015) *Russian Federation // UNESCO Science Report: Towards 2030 / Ed. S. Schneegans*. Paris: UNESCO. P. 343–363.
- Greco M., Grimaldi M., Cricelli L. (2016) An analysis of the open innovation effect on firm performance // *European Management Journal*. Vol. 34. № 5. P. 501–516. DOI: 10.1016/j.emj.2016.02.008.
- Hayter C.S., Nelson A.J., Zayed S., O'Connor A.C. (2018) Conceptualizing academic entrepreneurship ecosystems: A review, analysis and extension of the literature // *Journal of Technology Transfer*. Vol. 43. № 4. P. 1039–1082. DOI: 10.2139/ssrn.3137406.
- Humphrey J., Schmitz H. (2002) How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? // *Regional Studies*. Vol. 36. № 9. P. 1017–1027. DOI: 10.1080/0034340022000022198.
- Kaufmann A., Tödtling F. (2001) Science–industry interaction in the process of innovation: The importance of boundary-crossing between systems // *Research Policy*. Vol. 30. № 5. P. 791–804. DOI: 10.1016/S0048-7333(00)00118-9.
- Kim Y., Vonortas N.S. (2014) Cooperation in the formative years: Evidence from small enterprises in Europe // *European Management Journal*. Vol. 32. № 5. P. 795–805. DOI: 10.1016/j.emj.2014.02.003.
- Kline S., Rosenberg N. (1986) *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*. Washington, DC: National Academy Press. DOI: 10.17226/612.
- Kratzer J., Meissner D., Roud, V. (2017) Open innovation and company culture: Internal openness makes the difference // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 119. P. 128–138. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.03.022.
- Laursen K., Salter A. (2006) Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms // *Strategic Management Journal*. Vol. 27. № 2. P. 131–150. DOI: 10.1002/smj.507.
- Lee K. (2020) Openness and innovation in online higher education: A historical review of the two discourses // *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*. P. 1–21. DOI: 10.1080/02680513.2020.1713737.
- Leydesdorff L., Rotolo D., de Nooy W. (2013) Innovation as a nonlinear process, the scientometric perspective, and the specification of an 'innovation opportunities explorer // *Technology Analysis and Strategic Management*. Vol. 25. № 6. P. 641–653. DOI: 10.1080/09537325.2013.801948.
- Lhuillery S., Pfister E. (2009) R&D cooperation and failures in innovation projects: Empirical evidence from French CIS data // *Research Policy*. Vol. 38. № 1. P. 45–57. DOI: 10.1016/j.respol.2008.09.002.
- Lundvall B.Å. (1992) *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.
- Nambisan S., Wright M., Feldman M. (2019) The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes // *Research Policy*. Vol. 48. № 8. P. 1–9. DOI: 10.1016/j.respol.2019.03.018.
- Nelson R. (ed.) (1993) *National Innovation Systems*. New York: Oxford University Press.
- Nieto M.J., Santamaria L. (2007) The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation // *Technovation*. Vol. 27. № 6–7. P. 367–377. DOI: 10.1016/j.technovation.2006.10.001.
- OECD (2015) *The future of productivity*. Joint Economics Department and the Directorate for Science, Technology and Innovation Policy Note. Paris: OECD. DOI: 10.1787/9789264248533-en.
- OECD, Eurostat (2018) *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation (4th ed.)*. Paris: OECD. DOI: 10.1787/24132764.
- Perkmann M., Walsh K. (2007) University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda // *International Journal of Management Reviews*. Vol. 9. № 4. P. 259–280. DOI: 10.1111/j.1468-2370.2007.00225.x.
- Plewa C., Korff N., Baaken T., Macpherson G. (2013) University–industry linkage evolution: An empirical investigation of relational success factors // *R&D Management*. Vol. 43. № 4. P. 365–380. DOI: 10.1111/radm.12021.
- Rosenbloom R.S., Spencer W.J. (1996) The transformation of industrial research // *Issues in Science and Technology*. Vol. 12. № 3. P. 68–74.
- Roud V., Vlasova V. (2020) Strategies of industry–science cooperation in the Russian manufacturing sector // *Journal of Technology Transfer*. Vol. 45. № 3. P. 870–907. DOI: 10.1007/s10961-018-9703-3.
- Srholc M. (2015) Understanding the diversity of cooperation on innovation across countries: Multilevel evidence from Europe // *Economics of Innovation and New Technology*. Vol. 24. № 1–2. P. 159–182. DOI: 10.1080/10438599.2014.897864.
- Teece D.J. (2007) Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance // *Strategic Management Journal*. Vol. 28. № 13. P. 1319–1350. DOI: 10.1002/smj.640.
- Tether B.S. (2002) Who co-operates for innovation, and why: An empirical analysis // *Research Policy*. Vol. 31. № 6. P. 947–967. DOI: 10.1016/S0048-7333(01)00172-X.
- Torre A. (2008) On the role played by temporary geographical proximity in knowledge transmission // *Regional Studies*. Vol. 42. № 6. P. 869–889. DOI: 10.1080/00343400801922814.
- Van Beers C., Zand F. (2014) R&D cooperation, partner diversity, and innovation performance: An empirical analysis // *Journal of Product Innovation Management*. Vol. 31. № 2. P. 292–312. DOI: 10.1111/jpim.12096.
- Wang C.H., Chang C.H., Shen G.C. (2015) The effect of inbound open innovation on firm performance: Evidence from high-tech industry // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 99. P. 222–230. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.07.006.
- Wernerfelt B. (1984) A resource-based view of the firm // *Strategic Management Journal*. Vol. 5. № 2. P. 171–180. DOI: 10.1002/smj.4250050207.
- Yakovlev A. (2014) Russian modernization: Between the need for new players and the fear of losing control of rent sources // *Journal of Eurasian Studies*. Vol. 5. № 1. P. 10–20. DOI: 10.1016/j.euras.2013.09.004.

Открытая наука и открытые инновации: новые возможности для стран с переходной экономикой

Селма Летиция Капинзаики Оттоникар

Докторант, selma.leticia@hotmail.com

Палома Марин Аррайса

Докторант, pmarra11@googlemail.com

Университет Сан-Паулу (Sao Paulo State University UNESP), Бразилия, Câmpus de Marília,
Av. Hugino Muzzi Filho, 737 — Mirante — Marília/SP, Sao Paulo, Brazil

Фабиано Армеллини

Доцент, Департамент математики и промышленного инжиниринга (Department of Mathematics and Industrial Engineering), fabiano.armellini@polymtl.ca

Монреальский политехнический университет (Polytechnique Montréal), Канада, 2500 Chemin de Polytechnique,
Montréal, QC H3T 1J4, Canada

Аннотация

Открытые инновации позволяют компаниям устанавливать партнерские отношения на основе обмена знаниями. Миссия открытой науки — стимулировать свободное распространение информации о научных исследованиях. Связь между этими двумя процессами, рассматриваемая на примере взаимодействия университетов и инновационных компаний, имеет решающее значение, особенно в контексте переходной экономики. Проследить ее позволяют

системный обзор литературы и выявление подходов к изучению данной темы. Роль открытых моделей науки и инновационной деятельности прослеживается также в управлении бизнесом и развитии информатики. Взаимосвязь открытой науки и открытых инноваций имеет фундаментальное значение для стимулирования партнерства бизнеса с университетами, способствующего экономическому росту развивающихся стран и повышению конкурентоспособности компаний.

Ключевые слова: открытая наука; открытые инновации; страны с переходной экономикой; системный обзор литературы; инновационная деятельность; развивающиеся страны; бизнес-партнерство; университеты и компании; управление бизнесом; информатика

Цитирование: Ottonicar S.L.C., Arraiza P.M., Armellini F. (2020) Opening Science and Innovation: Opportunities for Emerging Economies. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 95–111. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.95.111

Opening Science and Innovation: Opportunities for Emerging Economies

Selma Leticia Capinzaiki Ottonicar

Ph.D. Candidate, selma.leticia@hotmail.com

Paloma Marín Arraiza

Ph.D. Candidate, pmarrail1@googlemail.com

Sao Paulo State University UNESP, Câmpus de Marília Av. Hygino Muzzi Filho, 737 — Mirante —
Marília/SP, Sao Paulo, Brazil

Fabiano Armellini

Assistant Professor, Department of Mathematics and Industrial Engineering, fabiano.armellini@polymtl.ca

Polytechnique Montréal, 2500 Chemin de Polytechnique, Montréal, QC H3T 1J4, Canada

Abstract

Open innovation allows partnerships between business through knowledge sharing. The mission of open science is to encourage information sharing about academic research. The purpose of this paper is to demonstrate the relevance of open science to open innovation and vice versa, especially in the context of emerging economies. Furthermore, it aims to show the results of the intersection between university and innovation companies. The methodology was based on a

systematic literature review to understand how researchers have been studying the subject. It also focuses on the relevance of open innovation and open science to business management and information science fields. Therefore, the connection between open science and open innovation is fundamental to encourage partnership between business and university. This kind of partnership contributes to the economy of developing countries, so business can become more competitive.

Keywords: open science; open innovation; emerging economies; systematic literature review; innovation; developing countries; business partnership; university and company; business management; information science

Citation: Ottonicar S.L.C., Arraiza P.M., Armellini F. (2020) Opening Science and Innovation: Opportunities for Emerging Economies. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 95–111. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.95.111

Стремительно развивающиеся информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) играют важную роль в различных секторах экономики. Характер коммуникации, методы и организация деятельности в сфере науки и инноваций претерпевают глубокие изменения, трансформируя всю систему. Растет актуальность открытой науки со свободным распространением знаний и результатов, полученных на ранних этапах исследований. Концепция открытых инноваций нацелена на обеспечение открытости инновационного процесса для экспертов из других областей, тогда как традиционная модель предполагает ставку на внутренний человеческий капитал компании [Chesbrough, 2003]. В таком контексте большое значение приобретает адаптация предприятий малого и среднего бизнеса (МСБ) к открытым бизнес-моделям и культуре открытых инноваций [Friesike et al., 2015]. Выбор оптимальной инновационной стратегии особенно важен для превентивного реагирования на происходящие перемены в ситуации дефицита ресурсов, характерного для стран с переходной экономикой. Речь идет о налаживании партнерских отношений между университетами и предприятиями для совместного развития инноваций на основе специальных инструментов, стимулирующих обмен информацией и знаниями, от которых зависит конкурентоспособность. Открытые инновации ускоряют движение внутренних и внешних информационных потоков, открывают новые перспективы на всех этапах цепочки создания стоимости [Chesbrough, 2003].

Партнерство в сфере открытых инноваций имеет принципиальное значение для освоения компаниями лучших практик и внедрения новых бизнес-моделей. Так, в Германии реализуется несколько инициатив в области открытой науки и открытых инноваций, нацеленных на развитие этой сферы и производство знаний. Исследователи чаще анализируют открытые инновации, чем открытую науку, и в большинстве публикаций эти темы рассматриваются в отрыве друг от друга [Blümel et al., 2018]. В свою очередь Швеция наладила международное партнерство с Бразилией в формате Шведско-бразильского центра исследований и инноваций (Swedish-Brazilian Research and Innovation Centre, CISB), созданного для развития двустороннего сотрудничества. Деятельность центра заключается в организации взаимодействия государства, науки и промышленности для стимулирования открытых инноваций и открытой науки¹ [CISB, 2020]. Подобная коллаборация обеспечивает прочную основу для развития, особенно важную для некоторых быстрорастущих, но нестабильных экономик стран Азии, Африки и Латинской Америки. Для переходных экономик характерны средний уровень доходов и институциональные усилия в интересах большей открытости [Vercueil, 2012].

Цель настоящей статьи состоит в выявлении связей открытой науки с открытыми инновациями и вытекаю-

щих из них преимуществ для МСБ. Методологической основой исследования служит системный обзор литературы, выполненный на основе четырех международных баз научных публикаций в попытке ответить на следующие вопросы.

1. Каким аспектам открытой науки и открытых инноваций уделяется наибольшее внимание в литературе?

2. Чем открытая наука отличается от открытых инноваций и как эти концепции дополняют друг друга?

От открытой науки к открытым инновациям

Термин «открытая наука» (ОН) обычно понимается в широком смысле и охватывает все трансформации в области генерации и распространения научных знаний, включая открытость доступа, данных, научной экспертизы, политики, инструментария, воспроизводимость исследований.

В качестве синонимов часто употребляются термины «прозрачные знания», «знания в открытом доступе», «общедоступные знания» и «совместно созданные знания» [Vicente-Saez, Martinez-Fuentes, 2018]. Идеология ОН предполагает распространение принципов открытости на все стадии научного процесса, от выдвижения гипотезы до повторного использования данных, чтобы «стимулировать сотрудничество и инновационную деятельность и расширить возможности преодоления глобальных вызовов» [Ayrís et al., 2018] и выработать «новый научный *modus operandi*» [European Commission, 2016]. Кроме того, ученым нередко предписывается во всем следовать практике ОН [Watson, 2015].

Новые операциональные модели призваны расширить вовлеченность в научные исследования промышленных игроков, способствуя интеграции академической и корпоративной науки. Однако ОН не трансформируется в инновации напрямую [Chesbrough, 2015], поскольку перед ними стоят разные задачи: научные исследования направлены на получение фундаментальных знаний и создание технологических прототипов, тогда как предприятия заняты разработкой продуктов. Инновации могут быть «побочным эффектом» науки, однако вектор ОН и его последствия для академического сообщества, промышленности и предприятий требуют прояснения [Vicente-Saez, Martinez-Fuentes, 2018]. Начнем с пояснения термина «открытый» применительно к каждой из указанных концепций. «Открытость» науки состоит в низком пороге доступа к результатам исследований — финансовом и организационном, тогда как в случае открытых инноваций (ОИ) речь скорее идет о преодолении границ в привлечении внешних специалистов к внутренней инновационной деятельности предприятия в рамках конкретных проектов и на основе стратегического партнерства.

¹ Подробнее см.: <http://www.cisb.org.br/>, дата обращения 07.11.2020.

Широкий круг участников движения ОН позволяет выделить четыре подхода к этой концепции [Friesike et al., 2015].

- **Филантропический.** Главная задача ОН заключается в демократизации науки и предоставлении свободного доступа к результатам исследований.
- **Стимулирующий (рефляционный).** Акцентируется на обмене знаниями для распространения идей в научном сообществе, начиная с первых этапов исследовательской работы.
- **Конструктивистский.** Новые знания расширяют возможности для создания пользовательских и бизнес-моделей, например с помощью краудсорсинга.
- **Эксплуатационный.** Благодаря обмену научными знаниями сокращается разрыв между университетскими и прикладными исследованиями, как следствие, растет интерес ученых к применению науки в решении бизнес-задач [Chesbrough, 2015].

Университеты активно вовлечены в деятельность бизнес-инкубаторов и «общественных мастерских» (*public makerspaces*), открывают центры трансфера технологий для стимулирования реализации результатов интеллектуальной деятельности. В терминах «предпринимательского университета» [Etzkowitz et al., 2000] здесь происходит соединение университетского знания с практическими навыками, приобретенными в ходе погружения в бизнес-процессы. Вузы инициируют открытый инновационный процесс, становятся его драйверами. Такая деятельность охватывает следующие направления [García-Peñalvo et al., 2010, p. 530]:

- формирование предпринимательского и критического мышления;
- постоянная адаптация и совершенствование образовательной модели на национальном и региональном уровнях;
- интеграция предпринимательской и образовательной деятельности в систему непрерывного обучения;
- создание специальных структур для стимулирования новаторства;
- развитие открытых инноваций.

На наш взгляд, представленный перечень целесообразно дополнить распространением открытых лицензий, например Creative Commons (CC), которые облегчают доступ к цифровым технологиям и расширяют возможности для общественного производства в сетевой экономике [European Commission, 2016]. Приобретение подобных лицензий обеспечивает компаниям ряд преимуществ, включая сокращение затрат, снижение правовой неопределенности и укрепление устойчивости МСБ². Принцип открытых лицензий подразумевает переосмысление понятия интеллектуальной собственности (ИС) — не как инструмента охраны знаний, а как механизма их трансфера от науки к промышленности и повышения прозрачности системы исследований и разработок (ИиР) в целом.

Идеология ОН и ОИ предполагает переосмысление принципов ИиР. Концепция ОИ резко контрастирует с традиционной моделью вертикальной интеграции, в которой ИиР, разработка продуктов и распространение информации о них сосредоточены внутри компании и ведутся под ее контролем [West, Gallager, 2006]. Движение ОН, напротив, нацелено на свободное распространение результатов и методов исследований, что получило соответствующее терминологическое отражение, в том числе таких основных аспектов, как доступ, данные, программный код, сотрудничество или знания, которые характеризуются понятием «открытые».

Оставаясь самостоятельными течениями, ОН и ОИ обнаруживают некоторые точки соприкосновения в контексте перспектив, отмеченных в статье [Friesike et al., 2015].

Филантропический подход приближает науку к обществу. ОИ могут не являться его прямым следствием, но выступают основой для подобных проектов с применением открытых бизнес-моделей, обеспечивающих соответствующие преимущества (например, творческие лаборатории при академических библиотеках). *Стимулирующий подход* активизирует дискуссии на ранних стадиях исследований. Применительно к ОИ речь может идти об управлении идеями или о дизайн-мышлении. Однако если в ходе ОН этот процесс нацелен на получение знаний, то в случае ОИ — на создание инноваций и разработку продуктов. В *конструктивистской перспективе* ОН и ОИ сближаются, поскольку новые знания интегрируются в пользовательские и бизнес-модели. Так, в обоих случаях виртуальные комнаты и модели краудсорсинга служат интеграции знаний и созданию инновационных решений, а исследовательские центры играют роль посредников. Эта функция отражена в *эксплуатационном подходе*, ядром которого выступает конкретизация эффектов открытости. Прикладные знания можно рассматривать как точку конвергенции ОН и ОИ.

Методология

Проблематика ОН и ОИ сравнительно слабо освещена в научной литературе. Восполнить этот пробел позволит обзор профильных международных публикаций. В статье представлены результаты поискового количественно-качественного исследования, базирующегося на системном обзоре источников [Tranfield et al., 2003; Cook, 1997]. Протокол поиска, описанный в табл. 1, обеспечил прозрачность и воспроизводимость хода исследования [Tranfield et al., 2003], охватившего базы данных (БД) Web of Science (WoS), Scopus, Scientific Electronic Library Online (SciELO) и бразильскую БД периодических изданий по информатике (BRAPCI). Две первые БД служили для поиска междисциплинарных исследований, опубликованных в международных журналах с высоким импакт-фактором, третья и чет-

² См. описание лицензий и инструментов для бизнеса Creative Commons. Режим доступа: <https://docs.google.com/document/d/1rDLqZ95fatIAz-17efwJL7oXz9Y48peExZF4y4EQNks/edit>, дата обращения 07.11.2020.

Табл. 1. Группировка статей по числу и тематике

Тема	Только ОН	Только ОИ	И то, и другое
Общие экосистемы и новые инструменты для совместной работы	-	-	17
Распространение знаний	-	-	15
Программное обеспечение с открытым исходным кодом	-	-	4
Интеллектуальная собственность и лицензии	-	-	4
Роль человеческого потенциала в стратегии	-	-	3
Изменение институциональной культуры	-	-	3
Разработки для микро- и малых предприятий	-	5	-
Новые технологии на технологических предприятиях	-	4	-
Открытые инновации как ключ к разработке продукции	-	4	-
Управление информацией как инструмент инновационной деятельности	-	4	-
Открытые инновации для разработки стратегий	-	4	-
Открытые инновации в государственном управлении	-	3	-
Формирование государственной политики	4	-	-
ВСЕГО	10	64	74
<i>Источник:</i> составлено авторами.			

вертая — для анализа латиноамериканских (испано- и португалоязычных) подходов к рассматриваемой теме. Обзор не ограничивался временными рамками в силу относительной новизны темы и исходил из необходимости выявить как можно больше работ для максимально полного ее освещения.

Поиск осуществлялся по ключевым словам «открытая наука» и «открытые инновации» (без кавычек). Изучение отобранных статей позволило установить существующие подходы к анализу этих понятий, а также прийти к выводу, что странам с переходной экономикой пока не удалось преодолеть трудности с налаживанием партнерства между бизнесом и наукой. Как в BRAPCI, так и в SciELO не нашлось ни одной статьи, в названии или в аннотации которой присутствовали бы оба ключевых слова. На рис. 1 продемонстрирован алгоритм отбора статей для анализа.

В ходе исследования изначально выявлено 211 статей, посвященных ОН и ОИ. Фильтрация по названиям и ключевым словам позволила отобрать 88 публикаций, анализ которых обнаружил различные подходы к рассматриваемой теме в исследованиях по

информатике, бизнес-менеджменту, машиностроению и другим областям. Интерес к теме со стороны представителей разных специальностей свидетельствует об ее междисциплинарном характере.

При поиске по БД применялся логический оператор «И», чтобы выявить статьи, в которых ОН и ОИ рассматриваются как совместимые термины, а также посвященные использованию методов ОН в инновационных процессах. Если ни одна из публикаций БД не удовлетворяла данному критерию поиска (как в случае BRAPCI и SciELO), выполнялся поиск по каждому из ключевых слов в отдельности. Подходы, описанные в отобранных статьях, сопоставлялись для выявления возможных пересечений. Тезисы докладов на конференциях, найденные в WoS и Scopus, исключались из итоговой выборки ввиду отсутствия полных текстов выступлений. Коллекции WoS и Scopus как двух крупнейших международных БД во многом пересекаются: восемь из десяти работ, найденных в WoS, были также представлены в Scopus. Во избежание дублирования в итоговую выборку были включены лишь две статьи из Scopus.

После первичного отбора статей концепции ОН и ОИ были сведены в теоретическую матрицу (табл. 1). В ней указаны темы и число статей, соответствующих тому или другому подходу. Матрица иллюстрирует связи и различия между ОН и ОИ. Точки соприкосновения и характеристики каждой из двух концепций подробно рассмотрены далее.

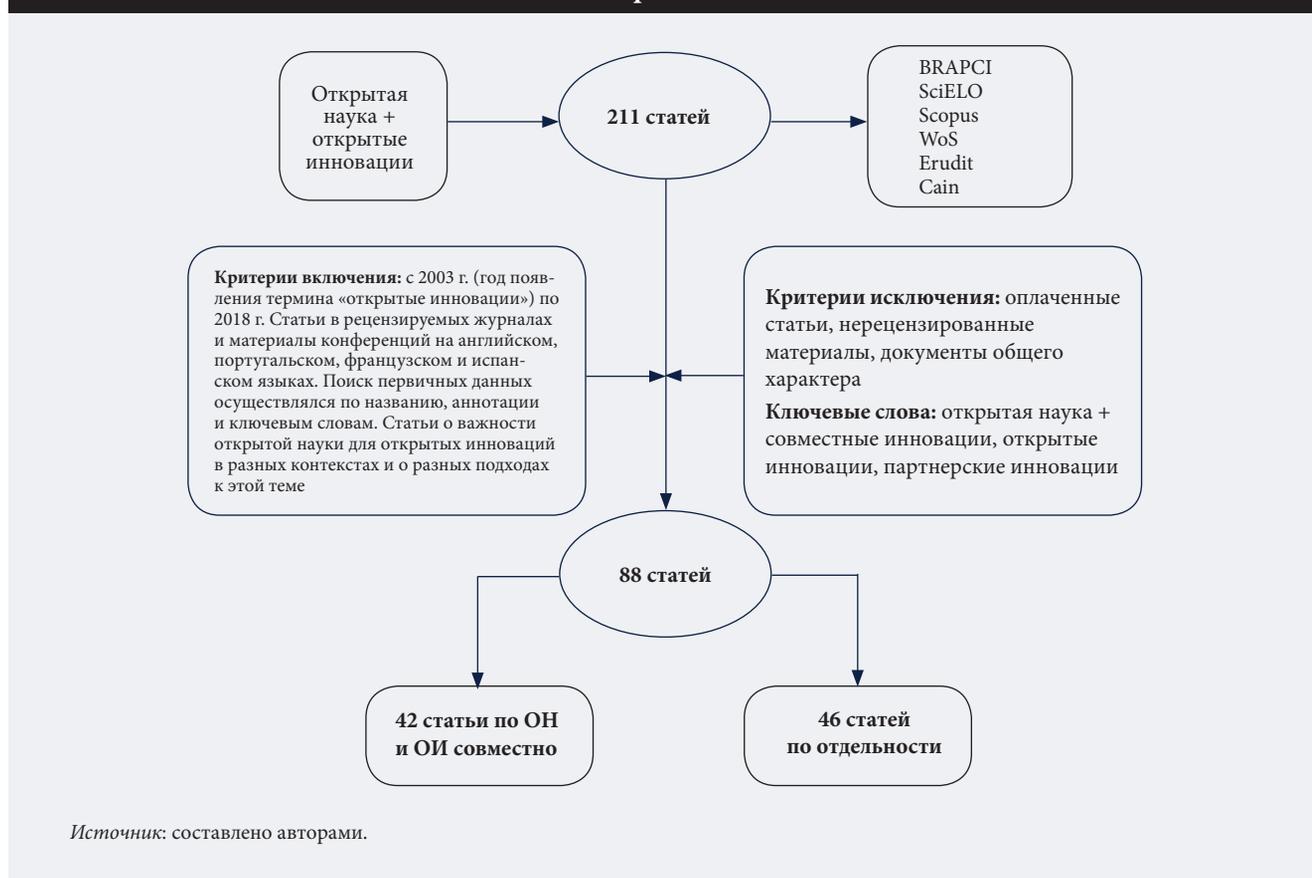
Результаты анализа 74 работ с применением текстовых меток представлены в табл. 2, в которой отражено пересечение ОН и ОИ. В дополнение к этим публикациям учтены результаты других опубликованных обзоров: восьми по ОИ и трех — по ОН. Основное внимание в нашей статье уделено связи между этими двумя концепциями. Каждая из них определяет подход к выполнению исследований и предпринимательской деятельности. Однако, несмотря на наличие пересекающихся тем, ОН и ОИ развиваются самостоятельно.

Результаты и дискуссия

В ходе анализа статей выявлены два подхода к ОИ. Первый связан с внутриорганизационным процессом: стоимость генерируется внутри компании на основе совместного использования идей. В рамках второго анализируются связи между организацией и ее внешним контекстом (экосистемная перспектива). У обоих имеются общие характеристики: индивиды обмениваются знаниями, творчество стимулируется обучением.

Как видно из табл. 2, в большинстве статей в качестве стратегических инструментов рассматриваются создание и распространение знаний, их реализация и партнерство заинтересованных сторон. Обнаруженный в литературе пробел касается применения принципов открытого доступа в государственном управлении, культуре, управлении информацией и развитии индивидуальных навыков, что открывает перспективу для новых научных исследований.

Рис. 1. Протокол СОЛ



Открытые инновации

В странах с переходной экономикой большинство компаний относятся к категории МСБ, который выступает ключевым ресурсом создания новых рабочих мест и обеспечения экономического роста [Carvalho, Sugano, 2016]. В ходе системного обзора литературы выявлено всего 28 работ, посвященных ОН и ОИ в контексте МСБ, что свидетельствует о значительном потенциале для продолжения исследования открытости инновационных и научных проектов.

Развитие МСБ находится в прямой связи с ОИ, которые помогают находить новые рынки, улучшать финансовые показатели компаний, снижать затраты на инновации и оптимизировать управление знаниями для генерации новых идей [Henttonen, Lehtimäki, 2017; Akinwale, 2018; Bravo-Ibarra et al., 2014]. Отказ от изоляционистской позиции позволяет разрабатывать более инновационные продукты и идеи [Friesike et al., 2015]. Совместный бизнес способствует распространению информации и повышению результативности исследований. Та или иная стратегия ОИ — гражданская наука (*citizen science*) [Gura, 2013], открытый доступ или открытые данные [Bernius, 2010; Sa, Grieco, 2016; Piedra, Suárez, 2018; Arza et al., 2017; Cardoso et al., 2009] — полезна для любой организации. Подобный выбор обусловлен задачами бизнеса, наличием ресурсов и времени на внедрение инноваций.

Помимо формального сотрудничества для реализации стратегий ОИ компании могут применять программные решения с открытым исходным кодом и отдельные онлайн-инструменты [Roman et al., 2018; Schlagwein et al., 2017; Viseur, 2015; Bianchi et al., 2015; García-Peñalvo et al., 2010]. Стратегическое партнерство имеет особое значение в контексте таких подрывных инноваций, как облачные вычисления [Cândido, Sousa, 2017]. Подобные технологии позволяют получать данные для совместного использования через корпоративные информационные системы. Государство также может способствовать углублению сотрудничества бизнеса и университетов, как, например, это происходит в аэрокосмической промышленности Бразилии. Компании обмениваются информацией и продают свою продукцию одному из лидеров мирового авиастроения — фирме Embraer [Armellini et al., 2014], что положительно сказывается на состоянии бразильской экономики в целом.

Партнерские отношения с университетами обеспечивают бизнесу доступ к навыкам, необходимым для повышения его эффективности [Azmi, Alavi, 2013; Dewes et al., 2010; Becker, Eube, 2018; Lucia et al., 2012], и стимулируют развитие ОИ. Продуктивность обмена знаниями между партнерами обусловлена тем, что предпринимательские экосистемы могут быть более эффективными, чем самостоятельная деятельность бизнеса

Табл. 2. Сравнение открытой науки и открытых инноваций

Характеристики ОИ	Перспективы ОН	Совпадение перспектив	Источники
Новое восприятие создания знаний с участием внешних партнеров	Филантропическая перспектива: научные исследования для общества	Знания, полученные из внешних источников, считаются необходимыми. Предприятия занимаются конкурентной технологической разведкой, научные организации интегрируют принцип гражданской науки. Требуются соответствующие открытые бизнес-модели	[Ramírez-Montoya, García-Peñalvo, 2018; Smith, Seward, 2017; Cooke, 2017; Gold, 2016; Viseur, 2015; Freitas, Dacorso, 2014; Sánchez-González, Herrera, 2014; Azmi, Alavi, 2013; Simeth, Raffo, 2013; Stodden, 2010]
Важность внешних и внутренних источников знаний для организационной культуры и всего процесса	Рефляционная перспектива: обмен знаниями на ранних этапах, популяризация новых научных идей	Важны как внешние, так и внутренние источники знаний. Предприятия и научные организации открывают свой цикл создания знаний для сетей и подключают партнеров уже на ранних этапах инновационных или исследовательских процессов	[Roman et al., 2018; Schlagwein et al., 2017; Dillaerts, 2017; Arza et al., 2016; Fressoli, Arza, 2017; Friesike et al., 2015; Simeth, Raffo, 2013; Touati, Denis, 2013; Cardoso et al., 2009]
Центральная роль бизнес-модели в управлении ИиР	Конструктивистская перспектива: разные форматы сотрудничества для создания знаний, новые пользовательские модели	Технологии и научные результаты обеспечивают увеличение активов (открытые технологии, открытое программное обеспечение, открытые данные и т.д.). Акцент на добавленную стоимость	[Khumalo, van der Lingen, 2017; Ngongoni et al., 2017; Álvarez-Aros, Bernal-Torres, 2017; Katsikis et al., 2016; Carvalho, Sugano, 2016; Bravo-Ibarra et al., 2014; Bueno, Balestrin, 2012; Saebi, Foss, 2015; Feller et al., 2011; Berglund, Sandström, 2013; Yun et al., 2016]
Готовность к приобретению	Конструктивистская перспектива: создание и использование виртуальных платформ для обмена знаниями	Предприятия в первую очередь приобретают инновационные и технологические компании для совершенствования и модернизации технической инфраструктуры. В ходе ИиР используется инфраструктура для работы с данными на основе распределенных вычислений	[Ramírez-Montoya, García-Peñalvo, 2018; Rodrigues et al., 2010; García-Peñalvo et al., 2010]
Использование партнерств для совместных разработок	Рефляционная перспектива: обратная связь от коллег, совместное создание знаний	В инновационных и научно-исследовательских процессах участвуют внешние партнеры, что позволяет получать более качественные результаты	[Akinwale, 2018; Lopes et al., 2017; Merino et al., 2015; Schuster, Brem, 2015; Scuotto et al., 2020]
Выявление ошибок в проектах ИиР	Рефляционная перспектива: предотвращение субъективных искажений в ходе исследований, оперативное выявление ошибок	Новые модели оценки результатов бизнеса и ИиР на основе открытой практики позволяют быстро выявлять ошибки и совершенствовать процессы	[Jamett et al., 2017; De Pablos-Herederero et al., 2013; Dewes et al., 2010; Gerhart et al., 2000; Strasak et al., 2007; Lee et al., 2012]
Важность потока знаний	Конструктивистская перспектива: открытые платформы, междисциплинарная интеграция	Предоставление открытого доступа к новым знаниям, даже не связанным напрямую с главной целью инновационной или научной деятельности, может открыть новые возможности для развития инфраструктуры или создания новых предприятий (например, стартапов)	[Armellini et al., 2014; Celadon, 2014; Remneland-Wikhamn, 2013; Calderón-Martínez, 2009, 2010]
Модель управления интеллектуальной собственностью	Эксплуатационная перспектива: получение научных результатов для практического использования	Управление интеллектуальной собственностью в науке и промышленности основано на бесплатных лицензиях, например лицензиях Creative Commons. Это делает цифровые технологии более доступными и расширяет возможности для общественного производства в сетевой экономике	[Roman et al., 2018]
Важность новых посредников в инновационной цепочке	Рефляционная перспектива: групповое мышление, обмен идеями в сообществе	Новые внешние посредники берут на себя функции, которые ранее были внутренними функциями компании. Это характерно для всех этапов исследовательского или инновационного процесса благодаря открытому сотрудничеству участием внешних партнеров (например, гражданская наука)	[Callon, 2012; Schenk, Guittard, 2012]
Интенсивность использования ИКТ	Эксплуатационная перспектива: совместная разработка артефактов ИКТ	Техническая инфраструктура позволяет управлять как инновационным, так и исследовательским процессом. Поэтому роль ИКТ становится критической	[Bianchi et al., 2015; Lakeman-Fraser et al., 2016; Abbate et al., 2019]
Показатели результативности ИиР	Эксплуатационная перспектива: оценка использования результатов исследований в науке и других сферах	Внедрение открытых процессов предполагает использование новых показателей для оценки результативности ИиР и эффекта научных статей	[Ajzen et al., 2016; Neely et al., 2005; Gulbrandsen, Smeby, 2005; Breunig et al., 2014; Chen et al., 2015]

Источник: составлено авторами.

[Cooke, 2017]. Партнерства способствуют снижению затрат на ИиР, производству инноваций и новых знаний, а также использованию тех, что уже созданы образовательными организациями [Gold, 2016]. Определенные преимущества демонстрирует «открытая нейронаука» (Neuro Open Science) — подход, предложенный Монреальской школой [Gold, 2016], с которым связывают надежды на прорыв в развитии наук о мозге.

Сотрудничество бизнеса и университетов порождает новые идеи, питающие инновационную деятельность, а ОИ предоставляет конкурентные преимущества обеим партнерским сторонам. Из различной мотивации частных и государственных организаций складываются симбиотические отношения, в которых научные учреждения обеспечивают возможности для выполнения исследований, а частные компании — коммерциализацию ноу-хау [Friesike et al., 2015]. ОИ служит организационной основой для совместной генерации ОИ в интересах разных сторон. Несмотря на достигнутый за последние десятилетия прогресс, некоторые проблемы, затрудняющие распространение данной концепции, сохраняются [Ramírez-Montoya, García-Peñalvo, 2018]. Вовлеченность компании в механизмы ОИ зависит не только от нее самой, но и от взаимодействия с академическими партнерами [Simeth, Raffo, 2013].

Под ОИ понимаются не доступ к знаниям и технологиям и не их распространение, а формы совместного использования «распределенной информации» [Dillaerts, 2017; Guichard, Tran, 2006]. Последний термин подчеркивает отсутствие иерархии в распространении знаний на всех уровнях, в том числе в виртуальной среде, где происходит их генерация [Roman et al., 2018]. В сочетании с ИКТ усиливаются (или реализуются совершенно новыми способами) такие ключевые аспекты «открытости», как доступ к ресурсам и вовлеченность в процессы [Schlagwein et al., 2017].

Полезность ОИ связана с возможностями системной интеграции сотрудничества, поиска и распространения информации в бизнес-стратегию фирмы [Armellini et al., 2014; Harison, Koski, 2010]. Для установления партнерских отношений компании применяют разнообразные инструменты. К ключевым характеристикам ОИ, влияющим на партнерские отношения, относятся: восприятие контекста, генерация знаний, важность их источников для организационной культуры, роль бизнес-моделей в ИиР, возможности приобретения (*acquisition availability*), партнерство во круг совместных разработок, выявление проектных ошибок, актуальность потоков знаний, управление интеллектуальной собственностью, роль посредников в инновационной цепочке, интенсивность использования ИКТ и оценка результатов ИиР [Chesbrough, 2006]. Перечисленные аспекты актуальны и в таких сферах, как разработка продуктов [Katsikis et al., 2016; Bueno, Balestrin, 2012; Griffin et al., 2014; Rubera et al., 2016], управление знаниями [Wu, Hu, 2018; Grimsdottir, Edvardsson, 2018; Celadon, 2014] и обеспечение открытости. Благодаря оценке результатов проектов и пре-

одолению вызовов ОИ создаются качественные инновации.

Кроме отмеченных проблем эта практика сопряжена с институциональными и культурными ограничениями. Практически все существующие исследования открытых бизнес-моделей выполнены на материале стран Америки и Европы, тогда как ситуация в африканских и других государствах с переходной экономикой оказалась за пределами рассмотрения [Khumalo, van der Lingen, 2017].

Критическую роль играет тип МСБ. Высокую инновационную активность традиционно демонстрируют технологические [Rodrigues et al., 2010; Henttonen, Lehtimäki, 2017], биотехнологические и строительные компании [Vlaisavljevic et al., 2020; Jamett et al., 2017]. Другим отраслям, таким как туризм [Iglesias-Sánchez et al., 2019], лишь предстоит определить стратегию и выработать системный подход к ОИ, чтобы оценить их потенциал.

Открытая наука

Для университетов и государственных научно-исследовательских институтов ОИ позволяет обмениваться результатами исследований бесплатно и без ограничений. Цель состоит в том, чтобы обеспечить добросовестность научных исследований и сформировать благоприятные условия для быстрого и более эффективного развития науки. Хорошо продуманная стратегия ОИ создает возможности внедрения ОИ в интересах государства и частного капитала [Ramírez-Montoya, García-Peñalvo, 2018]. Сотрудничество расширяет круг участников научно-исследовательской экосистемы, для которых ОИ выгодна, хотя вынуждает менять привычный порядок работы и бизнес-модели [Crouzier, 2015].

Концепция экосистемы сравнительно недавно вошла в академический оборот. Упомянутые некоторыми авторами кластеры как продолжение цепочки создания стоимости обязаны своим появлением усложнению современной экономики, требующей пересмотра отношений компаний с внешней средой. Экосистемы основаны на модели ОИ, чей потенциал в части разработки технологий сочетается с возможностями партнерства во внешнем контуре. Теория инновационных экосистем шире концепции инновационных систем, поскольку выходит за рамки регионального экономического контекста и, как правило, ориентирована на конкретные компании либо технологии [Faissal-Bassis, Armellini, 2018].

Фактическая конвергенция академической и отраслевой науки, особенно при реализации прикладных задач, повышает значение сотрудничества и понимания сути практики ОИ [Friesike et al., 2015]. Моделирование подобной коллаборации оптимизирует стратегические и тактические процессы [Martínez-Noya, Narula, 2018]. Решение о вступлении в партнерство и разработке соответствующей открытой бизнес-модели принимается компанией самостоятельно, но зависит от характера ее взаимодействия с академическими контрагентами [Simeth, Raffo, 2013]. Рассматриваемое взаимодействие

часто не ограничивается сферами науки и промышленности, вовлекая, к примеру, представителей гражданского общества [Fressoli, Arza, 2017]. Потребность во внешних партнерах и посредниках при создании новых технологий побуждает согласовать стратегии и интересы всех участников экосистемы. Последние при этом должны обладать актуальными знаниями и компетенциями [Federer et al., 2020].

ИКТ-ресурсы по организации коммуникации в рамках научно-исследовательской экосистемы (как внутри, так и за пределами академических кругов, например, для доступа к ресурсам) также обеспечивают партисипативность [Schlagwein et al., 2017] за счет широкого набора онлайн-решений — от инструментов написания текстов и академических социальных сетей [Viseur, 2015] до виртуальных исследовательских сред. Последние способствуют трансферу научных достижений от университетов к промышленности и формированию новых массивов данных, информации и знаний [Roman et al., 2018]. Кроме того, ИКТ расширяют масштабы и увеличивают открытость научных исследований [Abbate et al., 2019; Arza et al., 2017]. До недавнего времени общественно полезная научная продукция ограничивалась текстовыми публикациями, однако сегодня к ней также относят открытые данные и инфраструктуру, что требует коррекции методов оценки научной продукции. Примерами выступают статистика обращений (число загрузок и сохранений файлов), альтернативные показатели (оценка исследовательского эффекта через Википедию, блоги и СМИ, количество закладок в браузерах и социальных сетях) или уровень цитирования. Сочетание оптимальных стратегий ОН и ОИ позволит предприятиям эффективно участвовать в исследовательских экосистемах и максимизировать выгоду.

Пересечение открытой науки и открытых инноваций

Между «открытыми» и «закрытыми» инновациями есть определенные различия [Chesbrough, 2006]. Выявление точек соприкосновения между ними позволит сравнить их характеристики с перспективами ОН, предложенными в работе [Friesike et al., 2015] (см. табл. 2) и наметить возможные направления их совместного использования.

Развитие ОИ в целях предоставления информации и знаний на основе качественных источников [Ramírez-Montoya, García-Peñalvo, 2018; Smith, Seward, 2017; Cooke, 2017; Gold, 2016; Viseur, 2015; Sánchez-González, Herrera, 2014; Freitas, Dacorso, 2014; Azmi, Alavi, 2013; Simeth, Raffo, 2013; Stodden, 2010] порождает у участников определенное восприятие производства и актуальности полученных знаний. Ход и результаты этого процесса определяются механизмами сотрудничества, т. е. в конечном счете — социальными сетями пользователей [Vrgovic et al., 2012; Liu et al., 2017]. Научные данные позволяют осмыслить контекст и разработать стратегию преодоления вызовов.

Понимание роли источников знаний [Secundo et al., 2019; Akinwale, 2018] как части корпоративной культуры способствует повышению качества информации, используемой руководителями и сотрудниками. Внедрение открытых инновационных процессов резко увеличивает объем производимых данных [Schwab, 2016], что требует от сотрудников способности отделять достоверные сведения от ложных. В академической сфере концепция ОН предъявляет высокие требования к источникам информации и знаний, стимулируя публикацию частичных научных результатов и данных, полученных на ранних этапах исследования. Верифицировать их качество призваны специальные механизмы рецензирования и оценки полученных результатов научным сообществом, например RIO (для грантовых заявок), Hypothesis.is (для открытых комментариев) или Protocols.io (для протоколов и рабочих процессов). Разработкой новых продуктов и услуг в условиях нарастающего потока информации, в том числе в университетах, необходимо управлять [Nambisan et al., 2017], в частности, силами редакторов, организующих и упорядочивающих этот процесс на уровне публикационной деятельности, взаимодействия авторов и рецензентов и т. д. Важную роль играют новые возможности и методы, в частности коллективная оценка на базе открытых платформ, особенно эффективная при работе с большими массивами данных, а не отдельными публикациями, как в проекте FOSTER.

Серьезным вызовом становится своевременность, поскольку научные знания, нацеленные на повышение конкурентоспособности, требуются компаниям к определенному сроку (обычно как можно быстрее) и должны отвечать некоторым критериям качества. Партнерства компаний и университетов становятся критически значимыми с точки зрения взаимной выгоды и совместной генерации знаний [Chesbrough, 2015]. В случае ОИ речь идет о готовности к совместному наращиванию технологического и человеческого капитала [Belenzon, Schankerman, 2015]. Для удовлетворения потребности в исследователях, представляющих отдельные области знаний, в рамках ОН применяются инструменты онлайн-коммуникации. При этом обе концепции нацелены на разработку инновационных методов [Chesbrough, 2006], соответствующих интеллектуальным производственным процессам и пространствам, например виртуальным исследовательским средам или мастерским.

Партнерами по совместной разработке выступают научно-исследовательские институты, университеты, промышленные кластеры, компании, торгово-промышленные ассоциации и государственные учреждения [Roman et al., 2018]. В контексте ОН партнерства зачастую действуют в виртуальной среде [Friesike et al., 2015; Simeth, Raffo, 2013], а исследовательские команды используют открытый доступ к международным публикациям. Тем самым взаимосвязь инновационной деятельности с механизмами ОН способствует сотрудничеству различных организаций для обмена резуль-

татами прикладных ИиР, а также финансированию подобных проектов совместно с государством.

Под идентификацией проектных ошибок понимается анализ затруднений, возникших в ходе совместной реализации инновационного проекта, для совершенствования процессов и экономии времени в будущем. В ОН результаты доступны с самого начала исследовательского цикла, что позволяет ученым выявлять ошибки и оценивать проекты, не прошедшие через оптимизацию. Поскольку многие компании еще только переходят к ОИ, этот процесс имеет решающее значение для адаптации организационных структур к выполнению поставленных задач.

Основу ОН составляет поток новых знаний, возникающих в ходе совместной работы партнеров. Ресурс для производства знаний обеспечивает механизм открытого доступа [Bernius, 2010; Jamett et al., 2017; Pitassi, 2012], а результаты публикуются в журналах и становятся доступными для компаний и промышленных агломераций. Тем самым научные издания распространяют качественную информацию и среди ученых, и среди практиков, а компании трансформируют новые идеи и инновации в интеллектуальную собственность, прибегая к различным моделям управления ею [Brem et al., 2017]. В описанном контексте продуктивным представляется анализ применения открытых лицензий как для научных, так и для коммерческих продуктов, в целях снижения затрат и обеспечения устойчивого развития. Интеллектуальная собственность, а также правовой режим использования идей, созданных в рамках партнерств между университетами и бизнесом, выступают важными аспектами инновационной деятельности и ОН [Roman et al., 2018].

Организовать продуктивный обмен знаниями позволяют посредники, встроенные в инновационную цепочку и влияющие на информационные потоки ОИ. Эффективное взаимодействие рецензента и исследователя остается ключевым фактором ОН. Эту задачу решает формат открытого коллективного рецензирования. Решающую роль в привлечении внешних участников (например, представителей гражданской науки) для контроля сбора данных и получения результатов играют коммуникации [Lewis, 2020; Callon, 2012; Schenk, Guittard, 2012]. При этом необходимы четкое представление об ограничениях научных и иных проектов, способность предлагать конкретные пути их преодоления, отвечать на сомнения пользователей и координировать общение ученых и менеджеров.

Интенсивность применения ИКТ и показатели результативности ИиР также являются частью концепции ОИ. Для организации и обработки информации в рамках ОН задействованы современные системы и онлайн-платформы [Doyle et al., 2019; Álvarez-Aros, Bernal-Torres, 2017; Khumalo, van der Lingen, 2017; Katsikis et al., 2016; Carvalho, Sugano, 2016; Bravo-Ibarra et al., 2014; Bueno, Balestrin, 2012; Ngongoni et al., 2017]. Основное внимание уделяется устойчивым информационным архитектурам, обеспечению возможностей

для поиска данных, их доступности, совместимости и повторному использованию. Обе концепции способствуют развитию партнерских отношений между наукой и бизнесом, особенно в странах с переходной экономикой [Chaston, Scott, 2012; Kafourous, Forsans, 2012], и позволяют реализовать рыночные возможности в Индустрии 4.0 (И4.0) [Carvalho, Sugano, 2016]. Интеллектуальный аспект ИКТ в рамках И4.0 состоит в применении интеллектуальных технологий, обеспечивающих коммуникацию, производство и передачу данных и информации. Приведенная ниже схема иллюстрирует связь между ОН и инновациями.

Открытая наука и открытые инновации в странах с переходной экономикой

Системный обзор литературы, опирающийся на базу данных SciELO, которая охватывает преимущественно латиноамериканские публикации и работы авторов из некоторых африканских стран (таких как ЮАР), позволил установить некоторые факты о подходах ОН и ОИ в государствах с переходной экономикой.

Большинство компаний в любой экономике относятся к категории МСБ [Friesike et al., 2015], однако вопрос о том, как именно они извлекают выгоду из открытых инноваций в странах с переходной экономикой, пока не получил подробного освещения [Khumalo, van der Lingen, 2017], а значит, следует выработать критерии такой оценки [Krause, Schutte, 2015]. Надежные производственные сети предполагают создание основы для трансфера технологий и управления знаниями [Lehtimäki et al., 2009; Valencia-Vazquez et al., 2014; Jamett et al., 2017; Pitassi, 2012], не ограниченными отдельными фирмами, чтобы обеспечить коммерциализацию как внутренних, так и внешних знаний на существующих или новых рынках [Amponsah, Adams, 2017; Akinwale, 2018] и выход компаний на потенциальных новых клиентов [Merino et al., 2015]. Сотрудничество с наукой может оптимизировать государственную политику в сфере генерации идей, управления и регистрации патентов [Bianchi et al., 2015; García-Peñalvo et al., 2010]. Валидация различных подходов к сотрудничеству требует глубокого изучения практики использования интеллектуальной собственности и соответствующей политики в контексте открытых инноваций [Hagedoorn, Zobel, 2015; Lichtenthaler, 2010; Bianchi et al., 2015; Bravo-Ibarra et al., 2014]. Государство как разработчик и проводник такой политики выступает ключевым игроком в области ОН и ОИ [Sa, Grieco, 2016; Yoon, 2017; Freitas, Dacorso, 2014]. Внедрение обеих концепций на определенной территории в значительной мере определяется местной культурой. Менее индивидуалистические общества, такие как китайское, более склонны к совместным инициативам, чем страны противоположного типа [Cooke, 2017].

Культурные аспекты определяют и *modus operandi* локальных сообществ. Так, открытые стратегии могут породить «культуру страха», которая в научном со-

обществе выражается в опасениях перед некорректным использованием или неверной интерпретацией данных [Fressoli, Arza, 2017]. Предприятия не склонны делиться стратегической информацией, несмотря на потенциальные возможности снижения рисков и повышения эффективности [Riley et al., 2016; Cândido, Sousa, 2017; De Pablos-Heredero et al., 2013]. Однако механизм открытых лицензий в науке и в промышленности обеспечит этическое распространение информации и соответствие лучшим практикам. Таким образом, преимущества от встраивания в экосистему и цепочку создания стоимости получают предприятия, сумевшие сформировать созидательную культуру сотрудничества и обмена информацией [Ngongoni et al., 2017].

Другим вызовом для стран с переходной экономикой становится формирование новых компетенций. Одним из главных стимулов к сотрудничеству университетов и предприятий служит ускорение создания инноваций за счет обучения [Morandi, 2013; Perkmann, Walsh, 2007; Lopes et al., 2017]. Благодаря участию в ОИ можно приобрести новые и развить существующие навыки, а непрерывное образование позволяет получать знания из открытых источников. Тем самым предприятиям целесообразно сосредоточиться на развитии человеческого капитала как стратегии наращивания своего инновационного потенциала [Bartelsman et al., 2015; Álvarez-Aros, Bernal-Torres, 2017]. Университеты могут выступать посредниками в этом процессе, предлагая знания и опыт в сфере новых технологий и повышения информационной грамотности [Ottonicar et al., 2018]. Сетевые технологии, такие как облачные вычисления, обеспечивают наполнение и совместное использование информационных систем предприятий, что требует устойчивой инфраструктуры архивирования и хранения данных.

Наконец, для оценки эффективности инновационной деятельности предприятий необходим ее постоянный мониторинг. При анализе результативности научных исследований следует учитывать дополнительные параметры — не только публикационную активность (статьи), но также и данные и инфраструктуру [Arza et al., 2017].

В рамках партнерств ученые, менеджеры и работодатели могут одновременно реализовывать принципы ОН и ОИ, чтобы наладить обмен информацией и знаниями о процессах, продуктах и услугах, востребованных в технологическом контексте, подразумевающем оперативность действий. Первым шагом к организации взаимодействия университетов и предприятий в странах с переходной экономикой видится разработка соответствующей государственной политики. Далее предстоит организовать эффективный обмен опытом, данными, информацией и знаниями между всеми заинтересованными сторонами. На инновационную деятельность влияют различные источники знаний, и заинтересованные стороны — один из них [Serrano-Bedia et al., 2018]. Для осуществления инновационной деятельности в соответствии с принципами ОН и ОИ предлагается следующая схема (рис. 2).

Политическое значение ОН состоит в том, что научные знания необходимы для формирования экономической стратегии [Sa, Grieco, 2016; Arza et al., 2017; Freitas, Dacorso, 2014]. ОИ стимулируют сотрудничество компаний, науки и государственных органов и обеспечивают организационную основу для консолидации бизнеса, университетов и разработчиков политики. Обе концепции описывают генерацию и использование знаний. Эти знания создаются также в ходе непрерывного обучения [Fletcher et al., 2010; Jamett et al., 2017; Pitassi, 2012], основанного на прикладных и фундаментальных исследованиях [Akinwale, 2018; Álvarez-Aros, Bernal-Torres, 2017]. Знания и инфраструктура выступают ключевыми факторами конкурентоспособности компаний [Serrano-Bedia et al., 2018] наряду с ОН, ОИ и государственной политикой, содействующей обмену знаниями между бизнесом и университетами [Bianchi et al., 2015; García-Peñalvo et al., 2010].

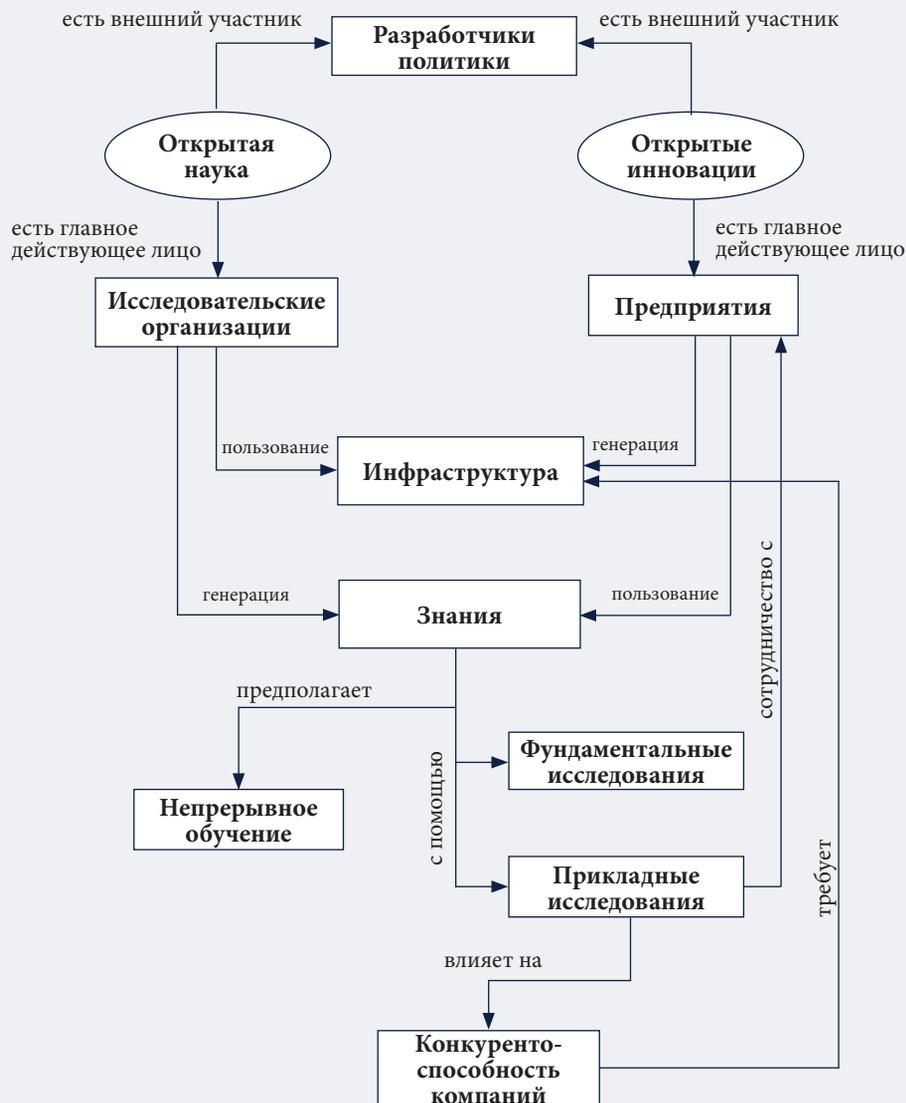
Стимулирование ОИ как инструмент экономической политики способствует развитию бизнеса на основе сотрудничества [Schuster, Brem, 2015; Freitas, Dacorso, 2014]. Перед исследователями стоит задача изучить, как «меняется политика государства по содействию более коллаборативным и открытым формам инновационной деятельности» [Jugend et al., 2020]. Иными словами, политика, ОИ и ОН определяют конкурентные преимущества стран.

Заключение

Предпринятый в ходе исследования системный обзор литературы был направлен на выявление точек соприкосновения концепций ОН и ОИ, чтобы показать, какую выгоду страны с переходной экономикой могут извлечь из этой взаимосвязи и использовать ее для разработки продукции. Только 28 статей, посвященных указанной взаимосвязи, могут служить основой для продолжения изучения данной темы специалистами в области бизнес-менеджмента и информатики. Анализ источников показал, что в большинстве случаев связь между ОН и ОИ объясняется через «экосистемы и новые инструменты сотрудничества» и через «распространение знаний». Лишь в нескольких исследованиях упоминаются разработка программного обеспечения с открытым исходным кодом, интеллектуальная собственность и лицензии, навыки, стратегии и изменение организационной культуры. Некоторые статьи представляют междисциплинарную перспективу: их авторы отмечают влияние ОН на культуру и государственное управление.

Сочетание принципов ОН и ОИ может применяться для оптимизации обмена знаниями, углубления сотрудничества заинтересованных сторон и в контексте МСБ. Кроме того, в проанализированных статьях обе концепции рассматриваются как стратегии повышения конкурентоспособности и улучшения финансовых показателей, развития человеческого капитала, ориентированного на творчество, стимулиро-

Рис. 2. Инновационный поток на основе сочетания открытой науки и открытых инноваций



Источник: составлено авторами.

вания предпринимательства, разработки подрывных технологий и инновационных продуктов и совершенствования государственного управления. ОИ создают новую структуру в экосистеме, соединяя бизнес, университеты и государственные органы. Основу для этой структуры составляют теоретические и практические знания ОН, которые предоставляют и материал для разработки экономической политики.

Обнаружен заметный пробел в изучении пересечения двух концепций в развивающихся странах, для которых актуальность этой тематики обусловлена нехваткой финансовых инвестиций и квалифицированного человеческого капитала, типичной для стран с переходной экономикой. Компании МСБ, составляющие большинство, должны быть ключевым объектом реализуемой экономической политики.

Новизна и актуальность темы статьи подтверждаются сравнительно небольшим кругом публикаций,

посвященных одновременно ОН и ОИ. Ограничив свой поиск лишь изданиями с высоким импакт-фактором, мы не получили бы выборку, достаточную для углубленного анализа. Поисковый характер исследования позволил расширить фактический материал. Использование БД для поиска статей на французском, португальском и испанском языках дало возможность оценить, как рассматриваемая проблематика изучается в странах с переходной экономикой, в частности латиноамериканских (SciELO и BRAPCI).

Связь между ОН и ОИ играет ключевую роль в стимулировании партнерских отношений между бизнесом и университетами, способствующих экономическому росту развивающихся стран. Индустрия 4.0 представляет для них серьезный вызов, поскольку требует значительных инвестиций в интеллектуальные технологии и обучение персонала. Развивающиеся страны могут интегрировать принципы обеих концеп-

ций в свои экономические стратегии для решения указанных проблем.

Ограничения исследования связаны с языком (выборка включала лишь публикации на английском, португальском, испанском и французском) и с тем, что учитывались только проиндексированные статьи, но не выступления на конференциях и не «серая» литература. Полученные результаты в адаптированном виде могут быть применены в других развивающихся странах для стимулирования экономического роста.

К направлениям дальнейших исследований можно отнести тематику сотрудничества бизнеса с университетами в условиях переходной экономики. Подобное партнерство способствует совершенствованию процессов, стимулирует творчество и повышает конкурентоспособность как государственных, так и частных организаций. Отдельного внимания заслуживают статьи, посвященные анализу обмена данными между предприятиями и университетами, повышению ин-

формационной грамотности для стимулирования распространения информации и использованию лицензий открытых инноваций. ОН может облегчить освоение новых подходов и создание инноваций для бизнеса, играющих фундаментальную роль в обеспечении экономического роста и повышении конкурентоспособности компаний, особенно в контексте Индустрии 4.0. Открытость фирм создает эффективную основу для обмена знаниями и сотрудничества с другими организациями.

Авторы выражают благодарность Координационному совету по повышению квалификации работников высшего образования (Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior, CAPES), Национальному совету по научному и технологическому развитию (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq) и Фонду поддержки исследований в сфере естественных наук и технологий Квебека (The Fonds de Recherche du Québec — Nature et Technologie, FRQNT) за помощь в реализации исследования.

Библиография

- Abbate T., Codini A.P., Aquilani B. (2019) Knowledge Co-creation in Open Innovation Digital Platforms: Processes, Tools and Services // *Journal of Business and Industrial Marketing*. Vol. 34. № 7. P. 1434–1447. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/JBIM-09-2018-0276>, дата обращения 07.11.2020.
- Ajzen M., Rondeaux G., Pichault F., Taskin L. (2016) Performance et innovation en PME: Une relation à questionner // *Revue Internationale P.M.E.* Vol. 29. № 2. P. 65–94. Режим доступа: <https://doi.org/10.7202/1037923ar>, дата обращения 07.11.2020.
- Akinwale Y.O. (2018) Empirical analysis of inbound open innovation and small and medium-sized enterprises' performance: Evidence from oil and gas industry // *South African Journal of Economic and Management Sciences*. Vol. 21. № 1. Art. a1608. Режим доступа: <https://doi.org/10.4102/sajems.v21i1.1608>, дата обращения 07.11.2020.
- Alvarez-Aros E.L., Bernal-Torres C.A. (2017) Modelo de Innovación Abierta: Énfasis en el Potencial Humano // *Información Tecnológica*. Vol. 28. № 1. P. 65–76. Режим доступа: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000100007>, дата обращения 07.11.2020.
- Amponsah C.T., Adams S. (2017) Open innovation: Systematisation of knowledge exploration and exploitation for commercialisation // *International Journal of Innovation Management*. Vol. 21. № 3. Art. 1750027. DOI: 10.1142/S136391961750027X.
- Armellini F., Kaminski P.C., Beaudry C. (2014) The Open Innovation Journey in Emerging Economies: An Analysis of the Brazilian Aerospace Industry // *Journal of Aerospace and Technology Management*. Vol. 6. № 4. P. 462–474. DOI: 10.5028/jatm.v6i4.390.
- Arza V., Fressoli M., Sebastian S. (2017) Towards open science in Argentina: From experiences to public policies // *First Monday*. Vol. 22. № 7. Режим доступа: <https://doi.org/10.5210/fm.v22i7.7876>, дата обращения 07.11.2020.
- Ayris P., Bernal I., Cavalli V., Dorch B., Frey J., Hallik M., Hormia-Poutanen K., Labastida I., MacColl J., Ponsati-Obiols A., Sacchi S., Scholze F., Schmidt B., Smit A., Sofronijevic A., Stojanovski J., Svoboda M., Tsakonas G., van Otegem M., Verheusen A., Vilks A., Widmark W., Horstmann W. (2018) *Liber Open Science Roadmap*. Hague: Association of European Research Libraries. Режим доступа: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1303002>, дата обращения 07.11.2020.
- Azmi I.M., Alavi R. (2013) Patents and the practice of open science among government research institutes in Malaysia: The case of Malaysian Rubber Board // *World Patent Information*. Vol. 35. № 3. P. 235–242. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2013.03.005>, дата обращения 07.11.2020.
- Bartelsman E., Dobbelaere S., Peters B. (2015) Allocation of human capital and innovation at the frontier: Firm-level evidence on Germany and the Netherlands // *Industrial and Corporate Change*. Vol. 24. № 5. P. 875–949. Режим доступа: <https://doi.org/10.1093/icc/dtu038>, дата обращения 07.11.2020.
- Becker V.A., Eube C. (2018) Open innovation concept: Integrating universities and business in digital age // *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. Vol. 4. Art. 12. Режим доступа: <https://doi.org/10.1186/s40852-018-0091-6>, дата обращения 07.11.2020.
- Belenzon S., Schankerman M., (2015) Motivation and sorting of human capital in open innovation // *Strategic Management Journal*. Vol. 36. № 6. P. 795–820. Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/smj.2284>, дата обращения 07.11.2020.
- Berglund H., Sandström C. (2013) Business model innovation from an open systems perspective: Structural challenges and managerial solutions // *International Journal of Product Development*. Vol. 18. № 3–4. P. 274–285. DOI: 10.1504/IJPD.2013.055011.
- Bernius S. (2010) The impact of open access on the management of scientific knowledge // *Online Information Review*. Vol. 34. № 4. P. 583–603. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/14684521011072990>, дата обращения 07.11.2020.
- Bianchi I., Bigolin F., de Linhares Jacobsen A. (2015) As Tecnologias e Sistemas de Informação como Ferramentas de apoio no Processo de Inovação Aberta // *Prisma.com*. Vol. 29. P. 157–172. Режим доступа: <http://ojs.letras.up.pt/index.php/prismacom/article/view/1836>, дата обращения 07.11.2020.
- Blumel C., Fecher B., Leimuller G. (2018) Was gewinnen wir durch Open Science und Open Innovation? Essen: Edition Stifterverband.
- Bravo-Ibarra E.R., Leon-Arenas A.P., Serrano-Cardenas L.F. (2014) Explorando las principales ventajas y factores de éxito de la innovación abierta en las organizaciones // *Entramado*. Vol. 10. № 2. P. 44–59. DOI: 10.18041/entramado.2014v10n2.20220.
- Brem A., Nylund P.A., Hitchen E.L. (2017) Open innovation and intellectual property rights: How do SMEs benefit from patents, industrial designs, trademarks and copyrights? // *Management Decision*. Vol. 55. № 6. P. 1285–1306. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/MD-04-2016-0223>, дата обращения 07.11.2020.

- Breunig K.J., Aas T.H., Hydle K.M. (2014) Incentives and performance measures for open innovation practices // *Measuring Business Excellence*. Vol. 18. № 1. P. 45–54. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/МВЕ-10-2013-0049>, дата обращения 07.11.2020.
- Bueno B., Balestrin A. (2012) Inovacao colaborativa: Uma abordagem aberta no desenvolvimento de novos produtos // *Revista de Administracao de Empresas*. Vol. 52. P. 517–530. Режим доступа: <https://doi.org/10.1590/S0034-75902012000500004>, дата обращения 07.11.2020.
- Callon M. (2012) Quel role pour les sciences sociales face a l'emprise grandissante du regime de l'innovation intensive ? // *Cahiers de Recherche Sociologique*. Vol. 53. P. 121–165. Режим доступа: <https://doi.org/10.7202/1023194ar>, дата обращения 07.11.2020.
- Candido A.C., Sousa C. (2017) Open Innovation Practices in Strategic Partnerships of Cloud Computing Providers // *Journal of Technology Management and Innovation*. Vol. 12. № 2. P. 59–67. Режим доступа: <https://doi.org/10.4067/S0718-27242017000200007>, дата обращения 07.11.2020.
- Cardoso G., Caraca J., Espanha R., Triaes J., Mendonca S. (2009) As politica de Open Access: Res publica cientifica ou autogestao? // *Sociologia, Problemas e Praticas*. Vol. 60. P. 53–67.
- Carvalho E.G., Sugano J.Y. (2016) Entrepreneurial orientation and open innovation in Brazilian startups: A multicase study // *Interacoes*. Vol. 17. № 3. P. 448–462. Режим доступа: [http://dx.doi.org/10.20435/1984-042X-2016-v.17-n.3\(08\)](http://dx.doi.org/10.20435/1984-042X-2016-v.17-n.3(08)), дата обращения 07.11.2020.
- Celadon K.L. (2014) Knowledge Integration and Open Innovation in the Brazilian Cosmetics Industry // *Journal of Technology Management and Innovation*. Vol. 9. № 4. P. 34–50. Режим доступа: <https://doi.org/10.4067/S0718-27242014000300003>, дата обращения 07.11.2020.
- Chaston I., Scott G.J. (2012) Entrepreneurship and open innovation in an emerging economy // *Management Decision*. Vol. 50. № 7. P. 1161–1177. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/00251741211246941>, дата обращения 07.11.2020.
- Chen J., Zhao X., Wang Y. (2015) A new measurement of intellectual capital and its impact on innovation performance in an open innovation paradigm // *International Journal of Technology Management*. Vol. 67. Art. 1. P. 1–25. DOI: 10.1504/IJTM.2015.065885.
- Chesbrough H.W. (2003) *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Chesbrough H.W. (2006) *Open business models: How to thrive in the new innovation landscape*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Chesbrough H.W. (2015) *From Open Science to Open Innovation*. Barcelona: ESADE.
- Cook D.J. (1997) Systematic Reviews: Synthesis of Best Evidence for Clinical Decisions // *Annals of Internal Medicine*. Vol. 126. P. 376–380. Режим доступа: <https://doi.org/10.7326/0003-4819-126-5-199703010-00006>, дата обращения 07.11.2020.
- Cooke P. (2017) 'Digital tech' and the public sector: What new role after public funding? // *European Planning Studies*. Vol. 25. № 5. P. 739–754. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1282067>, дата обращения 07.11.2020.
- Crouzier T. (2015) *Science Ecosystem 2.0: How will change occur?* Luxembourg: EU Publications Office. Режим доступа: https://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/expert-groups/rise/science_ecosystem_2.0-how_will_change_occur_crouzier_072015.pdf, дата обращения 07.11.2020.
- De Pablos-Herederó C., Soret-LosSantos I., Lopez-Eguilaz M.J. (2013) Un modelo de Medicion de Resultados en las Practicas de Innovacion Abierta // *Journal of Technology Management and Innovation*. Vol. 8. № 1. P. 73–74. Режим доступа: <https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000300037>, дата обращения 07.11.2020.
- Dewes M.F., Gonzalez O.L., Passaro A. (2010) Open innovation as an alternative for strategic development in the aerospace industry in Brazil // *Journal of Aerospace and Technology Management*. Vol. 2. № 3. P. 349–360. Режим доступа: <https://doi.org/10.5028/jatm.2010.02038910>, дата обращения 07.11.2020.
- Dillaerts H. (2017) Ouverture et partage des resultats de la recherche dans l'economie de la connais-sance europeenne: Quelle(s) liberte(s) de circulation pour l'IST? // *Communication et Management*. Vol. 14. № 1. P. 39–54. Режим доступа: <https://doi.org/10.3917/comma.141.0039>, дата обращения 07.11.2020.
- Doyle C., Luczak-Roesch M., Mittal A. (2019) We Need the Open Artefact: Design Science as a Pathway to Open Science in Information Systems Research // *Extending the Boundaries of Design Science Theory and Practice. Proceedings of the DESRIST 2019 Conference* / Eds. B. Tulu, S. Djamasbi, G. Leroy. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. P. 46–60. Режим доступа: https://doi.org/10.1007/978-3-030-19504-5_4, дата обращения 07.11.2020.
- Etzkowitz H., Webster A., Gebhardt C., Terra B.R.C. (2000) The future of the university and the university of the future: Evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm // *Research Policy*. Vol. 29. № 2. P. 313–330. Режим доступа: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00069-4), дата обращения 07.11.2020.
- European Commission (2016) *Open innovation, open science, open to the world: A vision for Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Режим доступа: <https://doi.org/10.2777/061652>, дата обращения 07.11.2020.
- Faissal Bassis N., Armellini F. (2018) Systems of innovation and innovation ecosystems: A literature review in search of complementarities // *Journal of Evolutionary Economy*. Vol. 28. P. 1053–1080. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s00191-018-0600-6>, дата обращения 07.11.2020.
- Federer L., Foster E.D., Glusker A., Henderson M., Read K., Zhao S. (2020) The medical library association data services competency: A framework for data science and open science skills development // *Journal of the Medical Library Association*. Vol. 108. № 2. P. 304–309. DOI: 10.5195/jmla.2020.909.
- Feller J., Finnegan P., Nilsson O. (2011) Open innovation and public administration: Transformational typologies and business model impacts // *European Journal of Information Systems*. Vol. 20. № 3. P. 358–374. Режим доступа: <https://doi.org/10.1057/ejis.2010.65>, дата обращения 07.11.2020.
- Fletcher M.A., Zuber-Skerritt O., Bartlett B., Albertyn R., Kearney J. (2010) Meta-Action Research on a Leadership Development Program: A Process Model for Life-long Learning // *Systemic Practice and Action Research*. Vol. 23. № 6. P. 487–507. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s11213-010-9173-5>, дата обращения 07.11.2020.
- Freitas R.K.V., Dacorso A.L.R. (2014) Inovacao aberta na gestao publica: Analise do plano de acao brasileiro para a Open Government Partnership // *Revista de Administracao Publica*. Vol. 48. № 4. P. 869–888. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-76121545>, дата обращения 07.11.2020.
- Fressoli M., Arza V. (2017) Negotiating Openness in Open Science. An Analysis of Exemplary Cases In Argentina // *Revista CTS*. Vol. 12. № 36. P. 139–162. Режим доступа: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132017000300007, дата обращения 07.11.2020.
- Friesike S., Widenmayer B., Gassmann O., Schildhauer T. (2015) Opening science: Towards an agenda of open science in academia and industry // *Journal of Technology Transfer*. Vol. 40. № 4. P. 581–601. . Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9375-6>, дата обращения 07.11.2020.

- Garcia-Penalvo F.J., Garcia de Figuerola C., Merlo J.A. (2010) Open knowledge: Challenges and facts // *Online Information Review*. Vol. 34. № 4. P. 520–539. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/14684521011072963>, дата обращения 07.11.2020.
- Gerhart B., Wright P.M., McMahan G.C., Snell S.A. (2000) Measurement error in research on human resources and firm performance: How much error is there and how does it influence effect size estimates? // *Personnel Psychology*. Vol. 53. № 4. P. 803–834. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2000.tb02418.x>, дата обращения 07.11.2020.
- Gold E.R. (2016) Accelerating Translational Research through Open Science: The NeuroExperiment // *PLoS Biology*. Vol. 14. № 12. Art. e2001259. DOI: 10.1371/journal.pbio.2001259.
- Griffin A., Noble C.H., Durmusoglu S.S. (2014) *Open Innovation: New Product Development Essentials from the PDMA*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Grimsdottir E., Edvardsson I.R. (2018) Knowledge Management, Knowledge Creation, and Open Innovation in Icelandic SMEs // *SAGE Open*. Vol. 8. № 4. Режим доступа: <https://doi.org/10.1177/2158244018807320>, дата обращения 07.11.2020.
- Guichard R., Tran S. (2006) L'innovation distribuee: Un modele organisationnel generalisable? // *Revue Internationale des PME*. Vol. 19. P. 79–99. Режим доступа: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00293630>, дата обращения 07.11.2020.
- Gulbrandsen M., Smeby J.-C. (2005) Industry funding and university professors' research performance // *Research Policy*. Vol. 34. № 6. P. 932–950. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.05.004>, дата обращения 07.11.2020.
- Gura T. (2013) Citizen science: Amateur experts // *Nature*. № 496 (7444). P. 259–261. DOI:10.1038/nj7444-259a.
- Hagedoorn J., Zobel A.-K. (2015) The role of contracts and intellectual property rights in open innovation // *Technology Analysis and Strategic Management*. Vol. 27. № 9. P. 1050–1067. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/09537325.2015.1056134>, дата обращения 07.11.2020.
- Harison E., Koski H. (2010) Applying open innovation in business strategies: Evidence from Finnish software firms // *Research Policy*. Vol. 39. № 3. P. 351–359. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.008>, дата обращения 07.11.2020.
- Henttonen K., Lehtimäki H. (2017) Open innovation in SMEs: Collaboration modes and strategies for commercialization in technology-intensive companies in forestry industry // *European Journal of Innovation Management*. Vol. 20. № 2. P. 329–347. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/EJIM-06-2015-0047>, дата обращения 07.11.2020.
- Iglesias-Sanchez P.P., Correia M.B., Jambrino-Maldonado C. (2019) Challenges of Open Innovation in the Tourism Sector // *Tourism Planning and Development*. Vol. 16. № 1. P. 22–42. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/21568316.2017.1393773>, дата обращения 07.11.2020.
- Jamett I., Alvarado L., Maturana S. (2017) Analysis of the state of the art of open innovation: Practical implications in engineering // *Revista Ingenieria de Construccion*. Vol. 32. № 2. P. 73–84. Режим доступа: <https://doi.org/10.4067/S0718-50732017000200006>, дата обращения 07.11.2020.
- Jugend D., de Camargo Fiorini P., Armellini F., Gabriela Ferraria A. (2020) Public support for innovation: A systematic review of the literature and implications for open innovation // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 156. Art. 119985. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119985>, дата обращения 07.11.2020.
- Kafouros M.I., Forsans N. (2012) The role of open innovation in emerging economies: Do companies profit from the scientific knowledge of others? // *Journal of World Business*. Vol. 47. № 3. P. 362–370. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2011.05.004>, дата обращения 07.11.2020.
- Katsikis N., Lang A., Debreczeny C. (2016) Evaluation of Open Innovation in B2B from a Company Culture Perspective // *Journal of Technology Management and Innovation*. Vol. 11. № 3. P. 94–100. Режим доступа: <https://doi.org/10.4067/S0718-27242016000300011>, дата обращения 07.11.2020.
- Khumalo M., Van der Lingen E. (2017) The open business model in a dynamic business environment: A literature review // *South African Journal of Industrial Engineering*. Vol. 28. № 3. P. 147–160. Режим доступа: <https://doi.org/10.7166/28-3-1851>, дата обращения 07.11.2020.
- Krause W., Schutte C. (2015) A perspective on Open Innovation in Small and medium-sized enterprises in South Africa, and Design Requirements for an Open Innovation Approach // *The South African Journal of Industrial Engineering*. Vol. 26. № 1. P. 163–178. Режим доступа: <https://doi.org/10.7166/26-1-997>, дата обращения 07.11.2020.
- Lakeman-Fraser P., Gosling L., Moffat A.J., West S.E., Fradera R., Davies L., Ayamba M.A., Ayamba, M.A., van der Wal R. (2016) To have your citizen science cake and eat it? Delivering research and outreach through Open Air Laboratories (OPAL) // *BMC Ecology*. Vol. 16. Art. 16. Режим доступа: <https://doi.org/10.1186/s12898-016-0065-0>, дата обращения 07.11.2020.
- Lee G., Benoit-Bryan J., Johnson T.P. (2012) Survey research in public administration: Assessing mainstream journals with a total survey error framework // *Public Administration Review*. Vol. 72. № 1. P. 87–97. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2011.02482.x>, дата обращения 07.11.2020.
- Lehtimäki T., Simula H., Salo J. (2009) Applying knowledge management to project marketing in a demanding technology transfer project: Convincing the industrial customer over the knowledge gap // *Industrial Marketing Management*. Vol. 38. № 2. P. 228–236. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2008.12.008>, дата обращения 07.11.2020.
- Lewis N.A. (2020) Open Communication Science: A Primer on Why and Some Recommendations for How // *Communication Methods and Measures*. Vol. 14. № 2. P. 71–82. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/19312458.2019.1685660>, дата обращения 07.11.2020.
- Lichtenthaler U. (2010) Intellectual property and open innovation: An empirical analysis // *International Journal of Technology Management*. Vol. 52. № 3–4. P. 372–391. DOI: 10.1504/IJTM.2010.035981.
- Liu M., Hull C.E., Hung Y.-T.C. (2017) Starting open source collaborative innovation: The antecedents of network formation in community source // *Information Systems Journal*. Vol. 27. № 5. P. 643–670. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/isj.12113>, дата обращения 07.11.2020.
- Lopes A., Ferrarese A., Carvalho M.M. (2017) Inovacao aberta no processo de pesquisa e desenvolvimento: Uma analise da cooperacao entre empresas automotivas e universidades // *Gestao e Producao*. Vol. 24. P. 653–666. Режим доступа: <https://doi.org/10.1590/0104-530x2138-16>, дата обращения 07.11.2020.
- Lucia O., Burdío J.M., Acero J., Barragan L.A., Garcia J.R. (2012) Educational opportunities based on the university-industry synergies in an open innovation framework // *European Journal of Engineering Education*. Vol. 37. № 1. P. 15–28. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/03043797.2011.644762>, дата обращения 07.11.2020.
- Martinez-Noya A., Narula R. (2018) What more can we learn from R&D alliances? A review and research agenda // *Business Research Quarterly*. Vol. 21. P. 195–212. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.brq.2018.04.001>, дата обращения 07.11.2020.
- Merino E.A.D., Forcellini F.A., Ariento Neto R., Wagner A. (2018) Modelo para avaliar o comportamento dinamico da evolucao da comercializacao de produtos em um contexto de inovacao aberta // *Gestao e Producao*. Vol. 25. № 3. P. 645–657. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1594-14>, дата обращения 07.11.2020.

- Morandi V. (2013) The management of industry-university joint research projects: How do partners coordinate and control R&D activities? // *Journal of Technology Transfer*. Vol. 38. № 2. P. 69–92. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s10961-011-9228-5>, дата обращения 07.11.2020.
- Nambisan S., Lyytinen K., Majchrzak A., Song M. (2017) Digital Innovation Management: Reinventing Innovation Management Research in a Digital World // *MIS Quarterly*. Vol. 41. № 1. Art. 03. DOI: 10.25300/MISQ/2017/41:1.03.
- Neely A., Gregory M., Platts K. (2005) Performance measurement system design: A literature review and research agenda // *International Journal of Operations and Production Management*. Vol. 15. № 4. P. 80–116. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/01443579510083622>, дата обращения 07.11.2020.
- Ngongoni C.N., Grobbelaar S., Schutte C. (2017) The role of open innovation intermediaries in entrepreneurial ecosystems design // *South African Journal of Industrial Engineering*. Vol. 28. № 3. P. 56–65. Режим доступа: <https://doi.org/10.7166/28-3-1839>, дата обращения 07.11.2020.
- Ottomcar S.L.C., Nascimento N.M., Mosconi E. (2018) Information literacy and digital disruption in Industry 4.0 // XIX Encontro de Pesquisadores: Pesquisa Científica e Desenvolvimento. Franca (Sao Paulo): Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional (UnifAcef). P. 631–638. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/328368535_INFORMATION_LITERACY_AND_DIGITAL_DISRUPTION_IN_INDUSTRY_40, дата обращения 07.11.2020.
- Perkmann M., Walsh K. (2007) University-industry relationships and open innovation: Towards a research agenda // *International Journal of Management Reviews*. Vol. 9. № 4. P. 259–280. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00225.x>, дата обращения 07.11.2020.
- Piedra N., Suarez J.P. (2018) Hacia la Interoperabilidad Semantica para el Manejo Inteligente y Sostenible de Territorios de Alta Biodiversidad usando SmartLand-LD // RISTI — Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao. Vol. 26. P. 104–121. Режим доступа: <https://doi.org/10.17013/risti.26.104-121>, дата обращения 07.11.2020.
- Pitassi C. A. (2012) Virtualidade nas estrategias de inovacao aberta: Proposta de articulacao conceitual // *Revista de Administracao Publica*. Vol. 46. № 2. P. 619–641. Режим доступа: <https://doi.org/10.1590/S0034-76122012000200013>, дата обращения 07.11.2020.
- Ramirez-Montoya M.S., Garcia-Penalvo F.-J. (2018) Co-creation and open innovation: Systematic literature review // *Comunicar*. Vol. 26. № 54. P. 09–18. Режим доступа: <https://doi.org/10.3916/C54-2018-0>, дата обращения 07.11.2020.
- Remmeland-Wikhamn B. (2013) Two different perspectives on open innovation — Libre versus contro // *Creativity and Innovation Management*. Vol. 22. № 4. P. 375–389. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/caim.12035>, дата обращения 07.11.2020.
- Riley J.M., Klein R., Miller J., Sridharan V. (2016) How internal integration, information sharing, and training affect supply chain risk management capabilities // *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. Vol. 46. № 10. P. 953–980. DOI:10.1108/IJPDLM-10-2015-0246.
- Rodrigues L.C., Maccari E.A., Campanario M.A. (2010). Expanding the Open Innovation Concept: The Case of TOTVS S.A. // *Journal of Information Systems and Technology Management*. Vol. 7. № 3. P. 737–754. DOI: 10.4301/S1807-17752010000300011.
- Roman M., Liu J., Nyberg T. (2018) Advancing the open science movement through sustainable business model development // *Industry and Higher Education*. Vol. 32. № 4. P. 226–234. Режим доступа: <https://doi.org/10.1177/0950422218777913>, дата обращения 07.11.2020.
- Rubera G., Chandrasekaran D., Ordanini A. (2016) Open innovation, product portfolio innovativeness and firm performance: The dual role of new product development capabilities // *Journal of the Academy of Marketing Science*. Vol. 44. P. 166–184. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0423-4>, дата обращения 07.11.2020.
- Sa C., Grieco J. (2016) Open Data for Science, Policy, and the Public Good // *Review of Policy Research*. Vol. 33. № 5. P. 526–543. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/ropr.12188>, дата обращения 07.11.2020.
- Saebi T., Foss N.J. (2015) Business models for open innovation: Matching heterogeneous open innovation strategies with business model dimensions // *European Management Journal*. Vol. 33. № 3. P. 201–213. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.emj.2014.11.002>, дата обращения 07.11.2020.
- Sanchez-Gonzalez G., Herrera L. (2014) Effects of customer cooperation on knowledge generation activities and innovation results of firms // *Business Research Quarterly*. Vol. 17. P. 292–302. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.brq.2013.11.002>, дата обращения 07.11.2020.
- Schenk E., Guittard C. (2012) Une typologie des pratiques de Crowdsourcing: L'externalisation vers la foule, au-delà du processus d'innovation // *Management International*. Vol. 16. P. 89–100. Режим доступа: <https://doi.org/10.7202/1012395ar>, дата обращения 07.11.2020.
- Schlagwein D., Conboy K., Feller J., Leimeister J.M., Morgan L. (2017) “Openness” with and without Information Technology: A Framework and a Brief History // *Journal of Information Technology*. Vol. 32. P. 297–305. Режим доступа: <https://doi.org/10.1057/s41265-017-0049-3>, дата обращения 07.11.2020.
- Schuster G., Brem A. (2015) How to benefit from open innovation? An empirical investigation of open innovation, external partnerships and firm capabilities in the automotive industry // *International Journal of Technology Management*. Vol. 69. № 1. P. 54–76. DOI: 10.1504/IJTM.2015.071031.
- Schwab K. (2016) *The fourth industrial revolution*. New York: Crown Business.
- Scuotto V., Beatrice O., Valentina C., Nicotra V., Di Gioia L., Farina Briamonte M. (2020) Uncovering the micro-foundations of knowledge sharing in open innovation partnerships: An intention-based perspective of technology transfer // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 152. Art. 119906. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119906>, дата обращения 07.11.2020.
- Secundo G., Toma A., Schiuma G., Passiante G. (2019) Knowledge transfer in open innovation: A classification framework for healthcare ecosystems // *Business Process Management Journal*. Vol. 25. № 1. P. 144–163. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2017-0173>, дата обращения 07.11.2020.
- Serrano-Bedia A.M., Lopez-Fernandez M.C., Garcia-Piqueres G., Sharratt J., McMurdo A. (2018) Complementarity between innovation knowledge sources: Does the innovation performance measure matter? // *Business Research Quarterly*. Vol. 21. № 1. P. 53–67. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.brq.2017.09.001>, дата обращения 07.11.2020.
- Simeth M., Raffo J.D. (2013) What makes companies pursue an Open Science strategy? // *Research Policy*. Vol. 42. P. 1531–1543. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.05.007>, дата обращения 07.11.2020.
- Smith M.L., Seward R. (2017) Openness as social praxis // *First Monday*. Vol. 22. № 4. Art. 7073. Режим доступа: <https://doi.org/10.5210/fm.v22i4.7073>, дата обращения 07.11.2020.
- Stodden V. (2010) Open science: Policy implications for the evolving phenomenon of user-led scientific innovation // *Journal of Science Communication*. Vol. 9. № 1. Art. 05. Режим доступа: <https://doi.org/10.22323/2.09010205>, дата обращения 07.11.2020.

- Strasak A.M., Zaman Q., Pfeiffer K.P., Göbel G., Ulmer H. (2007) Statistical errors in medical research — A review of common pitfalls // *Swiss Medical Weekly*. Vol. 137. № 3–4. P. 44–49. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17299669/>, дата обращения 07.11.2020.
- Touati N., Denis J. (2013) Analyse critique de la littérature scientifique portant sur l'innovation dans le secteur public: Bilan et perspectives de recherche prometteuses // *Telescope: Revue d'analyse comparée en administration publique*. Vol. 19. № 2. P. 1–21. Режим доступа: <https://doi.org/10.7202/1023837ar>, дата обращения 07.11.2020.
- Tranfield D., Denyer D., Smart P. (2003) Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review // *British Journal of Management*. Vol. 14. P. 207–222. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>, дата обращения 07.11.2020.
- Valencia-Vazquez R., Perez-Lopez M.E., Vicencio-De-La-Rosa M.G., Martinez-Prado M.A., Rubio-Hernandez R. (2014) Knowledge and technology transfer to improve the municipal solid waste management system of Durango City, Mexico // *Waste Management and Research*. Vol. 32. № 9. P. 848–856. Режим доступа: <https://doi.org/10.1177%2F0734242X14546035>, дата обращения 07.11.2020.
- Vercueil J. (2012) *Les pays émergents. Brésil – Russie – Inde – Chine... Mutations économiques et nouveaux défis* (3rd ed.). Paris: Breal.
- Vicente-Saez R., Martinez-Fuentes C. (2018) Open Science now: A systematic literature review for an integrated definition // *Journal of Business Research*. Vol. 88. P. 428–436. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.043>, дата обращения 07.11.2020.
- Viseur R. (2015) Open Science – Practical Issues in Open Research Data // *Proceedings of 4th International Conference on Data Management Technologies and Applications (DATA-2015)*. Colmar (France) SCITEPRESS – Science and Technology Publications. P. 201–206. Режим доступа: <https://doi.org/10.5220/0005558802010206>, дата обращения 07.11.2020.
- Vlaisavljevic V., Medina C.C., Van Looy B. (2020) The role of policies and the contribution of cluster agency in the development of biotech open innovation ecosystem // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 155. Art. 119987. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119987>, дата обращения 07.11.2020.
- Vrgovic P., Vidicki P., Glassman B., Walton A. (2012) Open innovation for SMEs in developing countries – An intermediated communication network model for collaboration beyond obstacles // *Innovation: Management, Policy and Practice*. Vol. 14. № 3. P. 290–302. Режим доступа: <https://doi.org/10.5172/impp.2012.14.3.290>, дата обращения 07.11.2020.
- Watson M. (2015) When will 'open science' become simply 'science'? // *Genome Biology*. Vol. 16. Art. 101. Режим доступа: <https://doi.org/10.1186/s13059-015-0669-2>, дата обращения 07.11.2020.
- West J., Gallaguer S. (2006) Patterns of Open Innovation in Open Source Software // *Open Innovation: Researching a New Paradigm* / Eds. H. Chesbrough, W. Vanhaverbeke, J. West. Oxford: Oxford University Press. P. 82–106.
- Wu I.-L., Hu Y.-P. (2018) Open innovation based knowledge management implementation: A mediating role of knowledge management design // *Journal of Knowledge Management*. Vol. 22. № 8. P. 1736–1756. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/JKM-06-2016-0238>, дата обращения 07.11.2020.
- Yoon D. (2017) The information science policy for the public open data of the national research institute // *Cogent Business and Management*. Vol. 4. № 1. Art. 1406321. DOI: 10.1080/23311975.2017.1406321.
- Yun J.J., Yang J., Park K. (2016) Open Innovation to Business Model: New Perspective to Connect between Technology and Market // *Science, Technology and Society*. Vol. 21. № 3. P. 324–348. Режим доступа: <https://doi.org/10.1177%2F0971721816661784>, дата обращения 07.11.2020.

Модель «всеобщего выигрыша» как комплексный ответ на вызовы корпоративного управления в сетевом обществе

Владимир Миловидов

Заведующий кафедрой международных финансов, vmilovidov@hotmail.com

МГИМО МИД России, 119454, Москва, пр. Вернадского, 76

Аннотация

В условиях технологических и социальных перемен бизнес сталкивается с вызовами усложнения среды деятельности. Требуются новые бизнес-модели, которые бы учитывали беспрецедентно широкий охват возникающих факторов. Среди таких подходов выделяется интегральная модель, позволяющая адаптироваться к новому уровню развития общества и освоить новый контекст. Подходы к разработке интегральной модели пока еще в процессе формирования, поскольку требуется более глубокое изучение современного сетевого общества, его ценностей, ориентиров и предпочтений. Учет такой сложности требует нелинейных подходов, мышления категориями сложных динамических систем. С этой точки зрения, взаимодействуя с усложняющейся средой, компаниям целесообразно рассматривать себя как элемент масштабной системы горизонтальных,

социальных связей, в которой представление о социальной ответственности приобретает новые смыслы.

Внедрить интегральные подходы в рамках традиционного мышления особенно сложно ввиду многообразия и многослойности факторов, меняющих контекст деятельности компаний. Трансформация корпоративного управления и подходов к социальной ответственности представляет собой нелинейный процесс, направляемый цепочкой событий, связанных с изменением потребительского поведения и другими аспектами. Подобные экспоненциальные изменения характеризуются глубокими и кумулятивными последствиями, кардинально меняют сферы деятельности, общественные отношения и институты. В статье продемонстрирован кейс компании, которой, несмотря на сложности, удалось внедрить подобный подход и сохранить динамичные темпы развития.

Ключевые слова: интегрированная модель управления; корпоративное управление; бизнес-модель; устойчивое развитие; сетевое общество; стейкхолдеры; всеобщий выигрыш; акционерные общества; корпоративное гражданство; корпоративная социальная ответственность

Цитирование: Milovidov V. (2020) The “Linked Prosperity” Model as an Integrated Response to Corporate Management Challenges in a Network Society. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 112–120. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.112.120

The “Linked Prosperity” Model as an Integrated Response to Corporate Management Challenges in a Network Society

Vladimir Milovidov

Head of Chair, vmilovidov@hotmail.com

MGIMO University, 76, Vernadsky ave., Moscow, 119454, Russian Federation

Abstract

In the context of technological and social changes, business faces the challenges of a more complex operating environment. New business models are required that take into account an unprecedentedly wide range of emerging factors. Among such approaches, an integral model stands out, which allows one to adapt to a new level of development of society and master a new context. The approaches to the development of an integral model are still in the process of formation, since a deeper study of the modern network society, its values, guidelines, and preferences is required. Taking into account such complexity requires non-linear approaches and thinking in terms of complex, dynamic systems. From this point of view, when interacting with the increasingly complex environment, it is advisable for companies to view themselves as an element of a large-scale

system of horizontal, social ties, in which the idea of social responsibility acquires new meanings.

It is especially difficult to implement integral approaches within the framework of traditional thinking due to the variety and multi-layered factors that change the context of companies' activities. The transformation of corporate governance and approaches to social responsibility is a non-linear process driven by a chain of events related to changes in consumer behavior and other aspects. Such exponential changes are characterized by profound and cumulative consequences, radically changing the spheres of activity, social relations, and institutions. This article demonstrates the case of a company that, despite the difficulties, managed to implement a similar approach and maintain a dynamic pace of development.

Keywords: integrated management model; corporate governance; business model; sustainability; network society; stakeholders; corporate citizenship; linked prosperity; joint-stock companies; corporate social responsibility

Citation: Milovidov V. (2020) The “Linked Prosperity” Model as an Integrated Response to Corporate Management Challenges in a Network Society. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 112–120. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.112.120

Интегрированная бизнес-модель и пандемия COVID-19

Система общественных отношений — один из самых сложных объектов изучения, комплексность и многомерность которого возрастают в ходе развития. Современное усложняющееся общество все чаще определяют как сетевое (*network society*), в котором прямые горизонтальные связи между индивидами (*peer-to-peer*) начинают доминировать над традиционной вертикальной системой отношений. Процесс трансформации далек от своего завершения и развивается нелинейно. Возникают и активно развиваются глобальные сетевые компании и децентрализованные автономные организации (*decentralized autonomous organizations, DAO*), опирающиеся на технологии распределенного реестра информации (*distributed ledger technology, DLT*) и оперирующие исключительно в виртуальной среде. В условиях усложняющегося контекста становится критически важной способность предвосхищать будущие управленческие, социальные и технологические инновации. В последние десятилетия в литературе обозначились следующие направления: разработка новой теории корпоративного управления (*corporate governance*), исследование факторов трансформации традиционных бизнес-моделей и поиск критериев эффективности бизнеса в меняющихся условиях. Сегодня эти области сближаются в рамках изучения корпоративной социальной ответственности (КСО; *corporate social responsibility, CSR*) и формирования моделей устойчивого бизнеса (*sustainable business*). При этом консолидируется весь комплекс подходов в управлении бизнес-процессами и выстраивании отношений с субъектами внешней и внутренней среды.

Первоначально обсуждались задачи обеспечения прозрачности и ответственности деятельности компаний. За период с 1988 по 2008 г. массив англоязычных публикаций в США и Великобритании, содержащих термин *corporate governance* или аббревиатуру CSR, вырос в десятки раз. К настоящему времени изменились не только количественные индикаторы общественного и научного интереса к теме, но и содержательные.

Помимо КСО появились и другие новые понятия, такие как стейкхолдеры и корпоративное гражданство (*corporate citizenship*), а также концепция «корпоративного управления 2.0» [*van der Elst, Vermeulen, 2011; Visser, 2011; Subramanian, 2015*], учитывающая все достижения технологического прогресса и радикальные сдвиги в общественном сознании, в том числе отраженные в модели устойчивого развития. В рамках другого направления предпринималась попытка переосмысления и формулирования новой бизнес-модели, которая учитывала бы перемены в потребительских предпочтениях, рост глобальной конкуренции, обострение проблем климата и окружающей среды, сдвиг общественных ценностей, формирование нового поколения, предъявляющего спрос на качественно иные потребительские свойства товаров и услуг [*Drucker, 1994; Porter, 1996; Johnson et al., 2008; Upward, Jones, 2015*]. По мере роста числа публикаций эта модель стала теснее увязываться с категориями «устойчивости»

(*sustainability*) [*Boons, Ludeke-Freund, 2013; Geissdoerfer et al., 2018*] — ключевым маркером трансформации, происходящей в общественном сознании, и корпоративного управления [*Page, Spira, 2016*].

В базах Web of Science и Scopus в настоящее время представлены свыше 4000 публикаций, в названиях которых присутствует термин «бизнес-модель», а статей с термином «устойчивая бизнес-модель» (*sustainable business model*) — около 470 [*Geissdoerfer et al., 2018*]. Сближение исследований бизнес-моделей и корпоративного управления позволяет оценить связь между этими понятиями и их взаимодополняемость. Выработка долгосрочных стратегий, бизнес-планирование, моделирование и совершенствование корпоративного управления имеют единую проблематику, что также свидетельствует об усложнении структуры общества, возросшей связности множества уровней. Согласно одному из базовых принципов Кодекса корпоративного управления Великобритании (UK Corporate Governance Code), обновленного в 2018 г., успешная компания ставит задачи достижения долгосрочного устойчивого успеха, повышения стоимости акционерного капитала и создания общественных благ [*FRC, 2018*]. Таким образом, цель деятельности топ-менеджмента синтезирует три аспекта: социальную ответственность, устойчивость и прибыльность компании. Подобная традиционная задача на данном этапе приобретает новое измерение и решается в концепции сложных динамических систем. Это означает, что интересы общественного блага должны учитываться при принятии решений на разных уровнях. Критерии достижения такой цели настолько разнообразны, что с трудом поддаются формализации. Качественные, волатильные психологические аспекты оценки предпринимательской деятельности и результативности стратегий становятся не менее значимыми, чем финансово-хозяйственные показатели. Сложность возникает и с определением приоритетов широкого круга стейкхолдеров.

Сегодня целесообразно рассматривать уже не модели корпоративного управления и бизнес-модели по отдельности, а *интегрированную модель управления (ИМУ)*. Наряду с традиционными задачами достижения финансовой устойчивости, снижения издержек и роста стоимости она направлена на выстраивание отношений компании с обществом и его развитие.

Несмотря на значительный объем публикаций по указанной теме, практические примеры ИМУ представлены слабо, хотя некоторый опыт в этой сфере накоплен, а попытки создания такой модели предпринимались задолго до того, как была осознана потребность в ней. Один из кейсов — компании Ben&Jerry's — будет представлен ниже.

Рассмотрим составляющие подобной интегрированной модели, которая соответствовала бы текущим и будущим вызовам, включая изменение отношения общества к деятельности бизнеса, его социальной ответственности, а также попытки менеджмента сделать ИМУ основой долгосрочной стратегии развития и преобразования системы корпоративного управления. Эти кейсы обладают потенциалом в среднесрочной пер-

спективе стать мейнстримом новой управленческой концепции. Последовательная трансформация корпоративного управления и подходов к ответственности представляет собой нелинейный процесс, запускаемый каскадом событий в сфере потребительского поведения и управления компанией, которые могут быть описаны в терминах сложных систем. Отправные точки нелинейных изменений можно назвать экспоненциально масштабируемыми событиями (ЭМС), которые характеризуются глубокими и кумулятивными последствиями и в определенное время кардинально меняют ту или иную сферу деятельности, устоявшиеся общественные отношения либо институты [Миловидов, 2015a,b, 2017, 2019]. К ЭМС можно отнести текущие трансформации в теории и практике корпоративного управления, зачастую вызванные неожиданными и непредсказуемыми внешними факторами, особенно теми, которые проявились в 2020 г.

В докладе Всемирного экономического форума (ВЭФ) «Универсальная цель компании в условиях четвертой промышленной революции» (The Universal Purpose of a Company in the Fourth Industrial Revolution), опубликованном в конце 2019 г., обобщается развитие идей КСО за последние два с лишним десятилетия [Schwab, 2019]. Однако уже через три месяца после его выхода вспышка и стремительное распространение пандемии COVID-19 указали на необходимость внесения поправок в этот и другие документы, отражающие стандарты корпоративной ответственности. COVID-19 — пример ЭМС, который затронул все сферы общественной жизни, в особенности выбор и поведение потребителей. Прослеживается взаимозависимость участников глобальных цепочек поставок. Многие компании столкнулись с необходимостью сокращения персонала или даже прекращения деятельности, распространились дистанционные формы занятости, обострились проблемы биологической безопасности. Как следствие, трансформировались модели ведения бизнеса и критерии корпоративной ответственности. Уже в апреле 2020 г. ВЭФ сформулировал «Принципы для заинтересованных сторон в эпоху пандемии» (Stakeholder Principles in the COVID Era), уточняющие и развивающие подходы к ответственному ведению бизнеса [WEF, 2020].

С аналогичной инициативой в ответ на развертывание коронакризиса выступила и Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) [OECD, 2020], сделавшая акцент на поддержке и развитии отношений между ключевыми экономическими агентами: наемными работниками, поставщиками, потребителями, государством, акционерами и другими контрагентами. Признана необходимость сохранения сложившихся бизнес-экосистем, укрепления безопасности и учета интересов всех стейкхолдеров, даже ценой краткосрочной экономической выгоды. Подобные меры в турбулентных кризисных условиях позволяют достичь баланса между ожиданиями бизнеса и общества, тем самым подтверждая жизнеспособность сфор-

мировавшихся ранее интегрированных моделей управления, включая рассматриваемую нами. Коронакризис подтвердил нежизнеспособность традиционной модели корпоративного управления, основанной на относительно узких представлениях об эффективности и не учитывающей интересы различных сторон. Более того, ее недостатки сдерживают переход к новой бизнес-модели. Компания не может наращивать для себя преимущества, не обеспечив их для общества в целом. Кроме того, невозможно сохранить достигнутые позиции при резком разрыве экономических и социальных связей в ситуациях неожиданных кризисов.

Задача ИМУ заключается в обеспечении равновесия между корпоративными и общественными интересами, которое позволит достичь одновременно высокой доходности и приемлемого уровня социальной ответственности компании.

Пренебрежение задачами интеграции бизнес-модели и корпоративного управления влечет за собой серьезные риски и, как следствие, долгосрочные и нелинейные негативные последствия для самой компании и общества в целом.

Трансформация общественного сознания

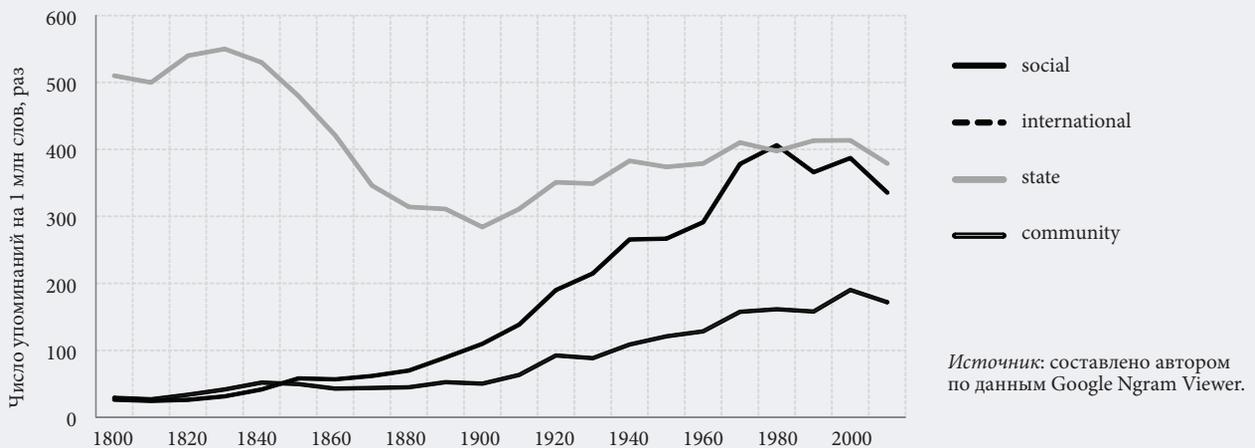
Концепция интегрированной бизнес-модели возникла в результате естественного развития отношений между бизнесом и обществом. За последние десятилетия четко обозначился тренд на управленческие инновации. Развитие технологий обработки больших данных и контент-анализа позволяет рассматривать динамику интересов населения, открытость к тем или иным идеям, научные тренды, повседневные нарративы, формирующие общественное сознание.

К наиболее эффективным и доступным инструментам изучения динамики коллективного сознания относятся Google Trends (GT) и Google Ngram Viewer (GNV)¹. Первый начиная с 2004 г. позволяет отслеживать изменения в содержании наиболее часто встречающихся поисковых запросов, а второй — интенсивность использования терминов и понятий в книжных публикациях (период охвата — с 1800 по 2008 г.).

В настоящее время база публикаций, обрабатываемых алгоритмом GNV, превышает 8.1 млн томов (8% всех изданных в мире книг) объемом свыше 860 млрд знаков (*tokens*) [Michel et al., 2011]. На рис. 1 отражено число упоминаний таких понятий, как «социальный» (*social*), «международный» (*international*), «государство» (*state*) и «сообщество» (*community*) в расчете на 1 млн слов, содержащихся в англоязычных книгах из коллекции Google и изданных в соответствующем году. Так, в 2008 г. термин *state* встречался 379 раз на 1 млн, *social* — 336, *community* — 172, *international* — 112 раз. Они тесно ассоциируются с основными трендами развития, включая изменение отношения к государству, внимание к социальным проблемам, интернационализацию экономической деятельности, повышение роли и активности локальных сообществ, в том числе гражданских объединений, органов самоуправления и т. д.

¹ Подробнее см: <https://books.google.com/ngrams>, дата обращения 30.06.2020.

Рис. 1. Частота упоминаний слов *social, international, state, community* в англоязычных публикациях на 1 млн слов, 1800–2008 гг.



Другой срез общественных изменений иллюстрирует рис. 2, на котором сопоставлена частота использования слов «сеть» (*network*), «промышленный» или «индустриальный» (*industrial*), «цифровой» (*digital*) и «глобальный» (*global*). Эти термины также имеют выраженную ассоциацию с современными процессами интернационализации и динамичным развитием цифровых технологий.

Представленные данные приобретают особенную ценность при совмещении двух графиков. Рис. 3 иллюстрирует трансформацию взглядов общества на протяжении более чем двух столетий. Так, максимальная частота упоминаний слова *state* приходится на 1830 г., *industrial* — на 1970 г., *social* — на 1980 г., *network*, *international* и *community* — на 2000 г., а *global* — на 2008 г. Распределение максимальной частоты употребления рассматриваемых терминов позволяет судить об

изменении сущностных характеристик обществ XIX — начала XXI в.

Первый тип, доминировавший до 1970-х гг., можно назвать государственно-промышленным, а сменивший его на рубеже XXI в. — глобально-сетевым. Подобные характеристики условны и не совпадают с привычной периодизацией индустриального и постиндустриального укладов. Однако указанная типология имеет право на существование и подтверждается многими фактами современного развития, которые не отражены в концепции «постиндустриализации».

На государственно-промышленной стадии взаимодействовали отдельные страны, принципиальное значение имели физические границы, сферы влияния и международная конкуренция. Современный глобально-сетевой контекст базируется на горизонтальных связях в глобальных масштабах, на различных формах

Рис. 2. Частота упоминаний слов *network, industrial, digital, global* в англоязычных публикациях на 1 млн слов, 1800–2008 гг.

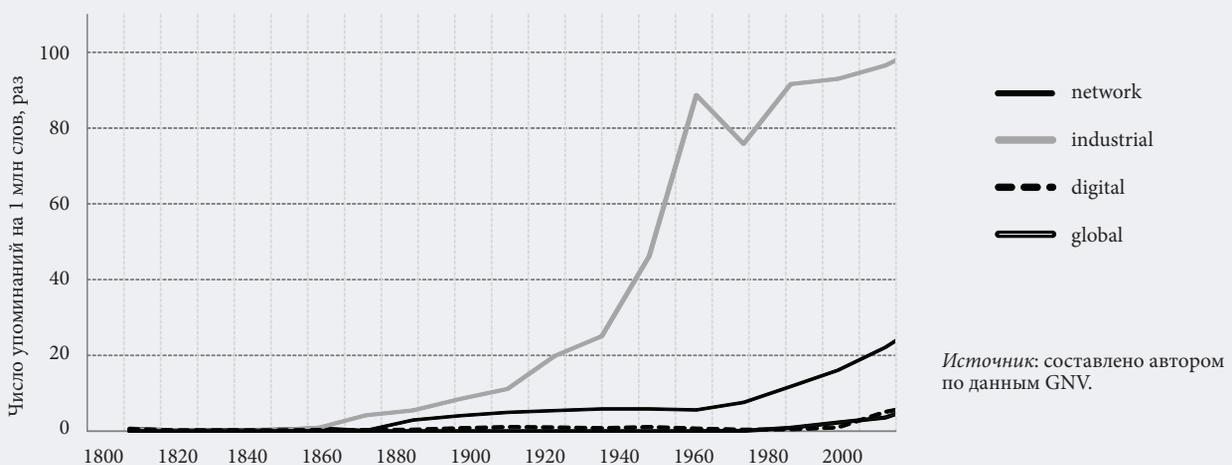
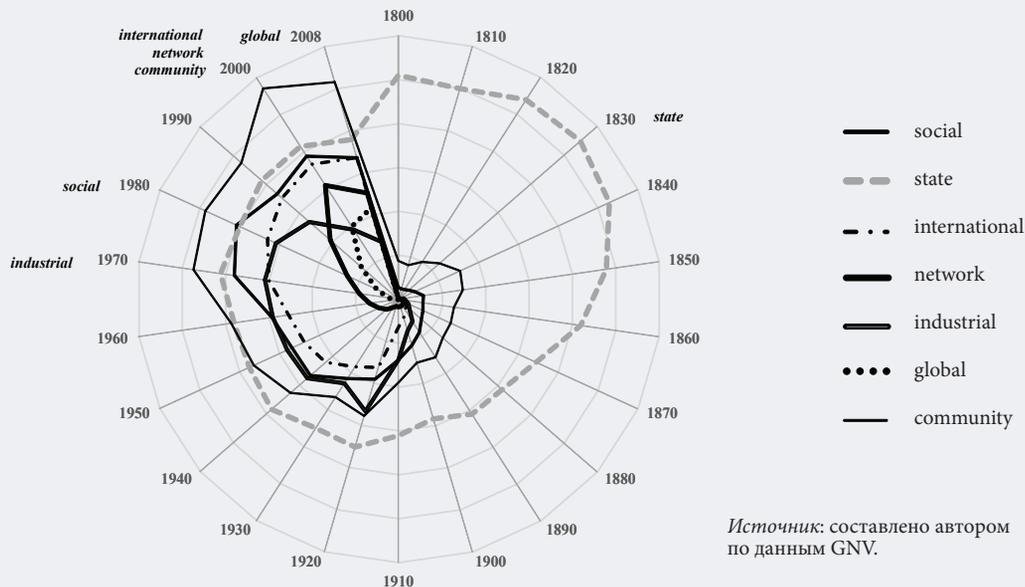


Рис. 3. Частота упоминаний в англоязычных публикациях слов *social*, *state*, *international* (основная шкала от 0 до 600 слов) и *network*, *industrial*, *global*, *community* (вспомогательная шкала от 0 до 120 слов) на 1 млн слов, 1800–2008 гг.



самоорганизации общества, в том числе в формате социальных сетей. Физические границы сохраняются, но оказываются проницаемыми в виртуальном пространстве интернета, международных коммуникаций, трансграничного обмена знаниями и идеями. В новом контексте жестко-иерархические связи не исчерпывают ценностных установок участников глобальной социогуманитарной среды.

Новый тип общества порождает соответствующие отношения, правила поведения, ценностные установки, которые преобразуют традиционные формы управления бизнес-процессами. В этой сфере ожидаются радикальные перемены, признаки которых уже заметны в деятельности компаний, наиболее чувствительных к подрывным инновациям. Однако первые серьезные попытки адаптировать управленческую практику к меняющимся условиям ведения бизнеса прослеживались еще в 1980-х гг. Одна из таких моделей — модель «всеобщего выигрыша» (*linked prosperity*), в рамках которой преимущества распределяются между компанией, стейкхолдерами, потребителями и в целом — населением. Иными словами, модель «всеобщего выигрыша» синтезирует три аспекта: прибыльность компании, ее устойчивость и социальную ответственность.

Одной из первых новый подход внедрила компания пищевой индустрии — Ben&Jerry's, сделавшая своей миссией достижение «преимуществ для всех сторон»². Целостное видение позволило ей предвосхитить радикальные перемены в управлении бизнес-процессами. Новую стратегию Ben&Jerry's можно рассматривать как уникальную ИМУ, позволившую уловить глубинные системные сдвиги в переменах ценностей общества,

принципиально меняющие содержание таких фундаментальных категорий классической экономической науки, как полезность, прибыль, издержки, собственность и т. д.

Компания синтезировала элементы двух бизнес-моделей: классической, нацеленной на рост показателей доходности, и новой модели, учитывающей интересы многих сторон (акционеров, поставщиков, контрагентов, покупателей, местных сообществ и т. д.) с акцентом на КСО. Ben&Jerry's преследует одновременно три цели: продуктовую (выпуск качественного и постоянно обновляемого продукта), экономическую (обеспечение высоких показателей продаж), социальную (поддержка занятости, реализация локальных социальных программ и т. д.) [Michalak, 2019]. В такой обобщенной формуле выигрывают все участники цепочки создания стоимости — персонал, поставщики, клиенты, местные сообщества и т. д. Этот подход компания сформулировала еще в 1988 г., когда идеи КСО, корпоративного гражданства и стейкхолдерства находились в зачаточном состоянии, а само понятие бизнес-модели еще не стало объектом академических исследований. Благодаря продуктовым, управленческим и маркетинговым инновациям, возникшим в ответ на глобальные вызовы, Ben&Jerry's удалось оперативно завоевать обширный сегмент потребителей, разделяющих идеи социальной справедливости, равенства и ответственности (табл. 1). Внедряя модель «всеобщего выигрыша», Ben&Jerry's значительно усложнила продукт, обогатив его новым социальным содержанием и превратив в своеобразный культурный феномен. В этом случае концепция продукта вышла за рамки удовлетворения простой пищевой потребности. Потребительская

² Режим доступа: <https://www.benjerry.com/values>, дата обращения 12.06.2020.

Табл. 1. Инновационные элементы модели «всеобщего выигрыша»

Инновации	Процесс производства	Устойчивость и эффективность бизнеса	Социальная ответственность
Продуктовые	Изобретение, разработка	Конкурентоспособность, лидерство на рынке	Социально обусловленная потребительская стоимость
Управленческие	Кооперация, разделение труда	Эффективность, максимизация выручки и прибыли, КСО	Оптимизация совокупной общественной выгоды (СОПС)
Маркетинговые	Контекст, впечатление, опыт	Увеличение продаж	Формирование нематериальных социальных ценностей

Источник: составлено автором.

стоимость приобрела социально обусловленный характер (*socially determined use value*).

В рассматриваемую модель управления также встроены принцип «справедливой торговли» (*fair trade*), минимизирующий экономическое неравенство участников интегрального производства. Кооперационные связи дополнялись поддержкой малого и среднего бизнеса, введением ограничений в разнице заработной платы персонала между младшими и старшими должностями (не более пятикратной), социальными программами поддержки местных сообществ в регионах деятельности компании и ее контрагентов. Общественная полезность и КСО объединялись с потребительской ценностью. Нарастание прибыли уступило место новой целевой функции — максимизации совокупной общественной выгоды (*total social benefits maximization*).

Следуя принципам традиционного бизнес-моделирования, Ben&Jerry's увеличивала продажи в стремлении окупить затраты на реализацию продукции и выполнить социальную миссию. При этом нематериальные ценности корпоративной культуры (*intangible values*) стимулировали дополнительный спрос на продукцию. В терминах «экономики впечатлений» (*experience economy*) [Pine, Gilmore, 1998], при продвижении продукции на рынке компания предлагала и новый товар, и уникальный потребительский опыт (*experience*).

Рассмотрим подробнее элементы модели «всеобщего выигрыша» как целевые ориентиры для внедрения ИМУ в условиях развивающегося сетевого общества, а именно — создание СОПС, максимизацию совокупной общественной выгоды, формирование и монетизацию нематериальных социальных ценностей. Имеют значение и социальное целеполагание, и потребительская стоимость. Продуктовые инновации призваны дополнять объективные потребительские свойства продукции ценностным измерением, которое усиливает ее востребованность. Конечным результатом подобных инноваций становится производство СОПС, а товар превращается в механизм социальной самоидентификации, приобщения к группе, что можно увидеть на примере молодого поколения. Для него все большую ценность приобретают нематериальные факторы качества жизни, состояние окружающей среды, межличностные отношения, комплексный социальный контекст товара или услуги. Представители новых поколений, начиная с миллениалов (от 1981 г.р.), убеждены, что производители должны привносить качественные перемены в жизнь общества [Deloitte, 2018, 2019; Goleman, 2019].

Попытки учесть динамику их ценностных установок имеют очевидный экономический подтекст: по оценкам, ежегодные расходы этой социальной группы составляют около 600 млрд долл. с прогнозом роста до 1.4 трлн к 2020 г. [Gallup, 2016].

Максимизация общественной выгоды и оптимизация прибыли

Смещение акцентов в оценке потребительской полезности продукта, насыщение его физических характеристик социальным содержанием влияют и на цели предпринимательской деятельности, что отражается в статистике упоминаний терминов «прибыль» (*profit*), «выручка» (*revenue*) и «выгоды» (*benefits*). На рис. 4 продемонстрирована динамика постепенного снижения частоты упоминаний слова *revenue*. Популярность термина *profit* в англоязычной литературе росла до 1920-х гг. и начала устойчиво снижаться после 1940 г. В это же время наблюдался экспоненциальный рост упоминаний слова *benefits*, находящегося сегодня фактически на историческом максимуме частотности. Представленные данные отражают и изменения в потребительских настроениях молодых поколений, что стимулирует компании к управленческим инновациям, включая *увеличение совокупной общественной выгоды своей деятельности*.

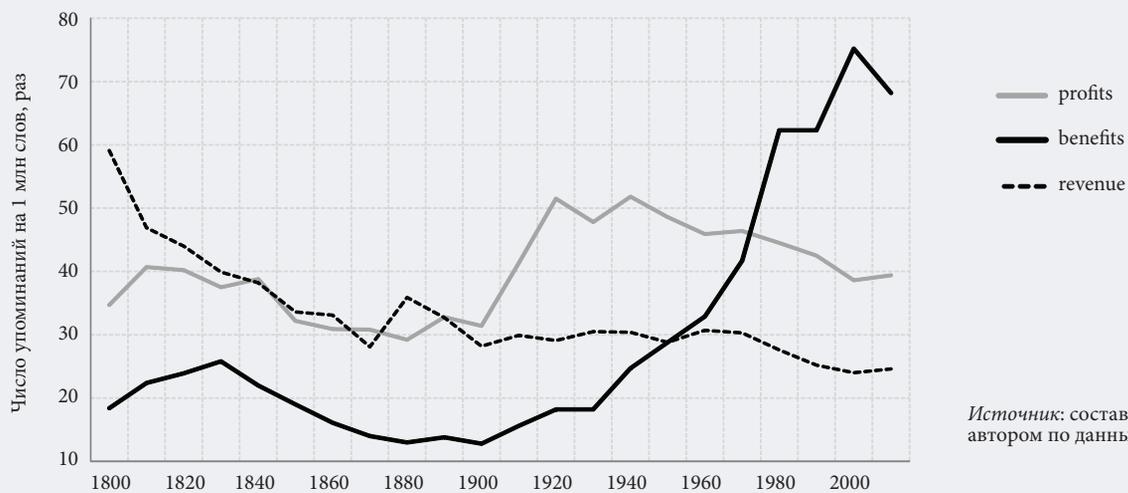
Важной задачей остается поиск баланса интересов, способного одновременно обеспечить прирост как прибыли компании, так и совокупной общественной выгоды. Пример Ben&Jerry's демонстрирует, что ставка на модель «всеобщего выигрыша» на определенном этапе может временно негативно отразиться на экономических показателях, но затем удается достичь равновесия, а в дальнейшем — и развития.

Нематериальные ценности и материальные активы

Наделение потребительской стоимости социальным содержанием требует от бизнеса комплекса широких мер, выходящих за рамки маркетинговых инноваций и учета нелинейных закономерностей сложных систем.

Если раньше компаниям достаточно было решить задачу максимизации прибыли, то теперь контекст усложнился: необходимо учитывать самые разные сигналы от общества. Фактор КСО как элемент системы корпоративного управления должен учитываться при стратегическом бизнес-планировании, оцениваться

Рис. 4. Частота упоминаний слов *profit*, *revenue*, *benefits* в англоязычных публикациях на 1 млн слов, 1800–2008 гг.



и балансироваться с ожидаемым дополнительным доходом. В отличие от привычных нематериальных ресурсов, КСО формируется при взаимодействии предприятия с обществом. Результатом становится позитивная либо негативная оценка социальной ответственности компании, а значит, соответствия ее продукции общественным интересам. В первом случае это может стимулировать спрос на продукцию, готовность платить большую цену, отражающую высокую социально обусловленную потребительскую стоимость [Laroche et al., 2001]. Во втором случае интерес к продукции будет падать, а вслед за ним снижаться прибыль. Компании придется сокращать издержки и объемы производства либо применять компенсаторные меры, которые повысили бы потребительскую ценность продукции. Фактор сетевого общества усиливает любые эффекты (позитивные либо негативные), поскольку информация и отзывы пользователей о компании и ее продукции мгновенно распространяются по Глобальной сети. КСО влияет на ценообразование: молодые потребители готовы платить более высокую цену за продукцию компаний (в случае Ben&Jerry's это мороженое), в которых соблюдаются соответствующие стандарты. На финансовом рынке, несмотря на переменчивость трендов, более высокий потенциал доходности имеют компании, следующие стандартам КСО.

Объемы «социально ответственных инвестиций» (*sustainable investments*) сильно различаются в зависимости от страны или профиля программы КСО. В 2018 г. их общий объем составил 30.7 трлн долл., основная часть которых пришлась на Европу (46%) и США (39%), а меньшая доля — на Японию (7%), Канаду (6%), Австралию и Новую Зеландию (2%) [GSIA, 2019]. Наивысшую динамику продемонстрировала Япония, где прирост социальных инвестиций за 2014–2017 гг. достиг рекордных 6700%. Социально ответственное поведение компаний позитивно влияет на принятие ре-

шений — как покупателями, так и инвесторами, а КСО становится нематериальным активом, генерирующим добавленную стоимость [Hellsten, Mallin, 2006].

Выводы

С развитием цифровых технологий трансформируются и экономические субъекты, и ценности общества. Возникают новые, усложненные паттерны развития, к которым относится интегрированная модель корпоративного управления. Она учитывает расширенный спектр разных факторов и трендов: формирование социально обусловленных потребностей и соответствующей потребительской стоимости, рост запроса на максимизацию совокупной общественной выгоды от предпринимательства, повышение роли социальных ценностей в производстве товаров и услуг. Эти аспекты имеют значение при прогнозировании прибыли, создании корпоративной стоимости, взаимодействии с партнерами, клиентами и внешней средой.

В ближайшем будущем интегрированный подход в управлении выйдет на новый уровень ввиду непрерывного развития цифровых технологий, а следовательно, и общества. Это приведет к радикальному пересмотру критериев оценки эффективности бизнеса. По мере растущего значения деловой репутации как нематериальной социальной ценности будет совершенствоваться методология ее количественной оценки, а также прогнозирования рисков и возможностей, перемены предпочтений и ценностей потенциальной целевой аудитории. Приоритеты активных покупательских групп меняются, становятся более сложными и многослойными.

Нужно учитывать появление новых бизнес-моделей, например таких, как совместное потребление (*sharing*) товаров и услуг, стремление к минимизации негативного воздействия на окружающую среду и др. Топ-менеджменту предстоит расширять компетенции в пла-

не приобретения знаний о сложных системах и их учете при разработке стратегий. Одновременно расширяется сфера его ответственности. Усиливается роль социальной составляющей в отчетности компаний.

Новые корпоративные стандарты обеспечивают эффективную финансовую оценку таких инициатив

в области устойчивого развития, как экологические и социальные программы или новые методы ответственного управления. Предпринимательский успех будет во многом зависеть от того, насколько компании окажутся гибкими и восприимчивыми к социальным инновациям, обусловленным развитием сетевого общества.

Библиография

- Миловидов В.Д. (2015a) Управление инновационным процессом: как эффективно использовать информацию // Нефтяное хозяйство. № 6. С. 10–16.
- Миловидов В.Д. (2015b) Управление рисками в условиях асимметрии информации: отличай отличимое // Мировая экономика и международные отношения. № 8. С. 14–24.
- Миловидов В.Д. (2017) Информационная асимметрия и «большие данные»: грядет ли пересмотр парадигмы финансового рынка? // Мировая экономика и международные отношения. Т. 61. № 3. С. 5–14.
- Миловидов В.Д. (2019) Симметрия заблуждений: факторы неопределенности финансового рынка в условиях технологической революции. М.: Магистр.
- Boons F, Ludeke-Freund F. (2013) Business model for sustainable innovation: State-of-the-art and steps toward a research agenda // Journal of Cleaner Production. Vol. 45. P. 9–19. DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.07.007.
- Deloitte (2018) Deloitte Millennial Survey. Millennials Disappointed in Business Unprepared for Industry 4.0. Режим доступа: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/About-Deloitte/gx-2018-millennial-survey-report.pdf>, дата обращения 26.06.2020.
- Deloitte (2019) The Deloitte Global Millennial Survey 2019. Societal Discord and Technological Transformation Create a “Generation Disrupted”. Режим доступа: <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/about-deloitte/articles/millennialsurvey>, дата обращения 26.06.2020.
- Drucker P.F. (1994) The Theory of the Business // Harvard Business Review. Vol. 72 (September-October). P. 95–104.
- FRC (2018) UK Corporate Governance Code. London: Financial Reporting Council. Режим доступа: <https://www.frc.org.uk/getattachment/88bd8c45-50ea-4841-95b0-d2f4f48069a2/2018-UK-Corporate-Governance-Code-FINAL.pdf>, дата обращения 06.01.2020.
- Gallup (2016) How Millennials Want to Work and Live. Режим доступа: <https://www.gallup.com/workplace/238073/millennials-work-live.aspx>, дата обращения 26.06.2020.
- Geissdoerfer M., Vladimirova D., Evans S. (2018) Sustainable business model innovation: A review // Journal of Cleaner Production. Vol. 198. P. 401–416. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.06.240.
- Goleman D. (2019) Millennials: The purpose generation. Режим доступа: <https://www.kornferry.com/institute/millennials-purpose-generation>, дата обращения 26.06.2020.
- GSIA (2019) Global Sustainable Investment Review. Global Sustainable Investment Alliance Report 2019. Brussels, Sydney, London, Utrecht, Washington, D.C.: Global Sustainable Investment Alliance. Режим доступа: http://www.gsi-alliance.org/wp-content/uploads/2019/03/GSIR_Review2018.3.28.pdf, дата обращения 30.10.2019.
- Hellsten S., Mallin Ch. (2006) Are “Ethical” or “Socially Responsible” Investments Socially Responsible? // Journal of Business Ethics. Vol. 66. № 4. P. 393–406. DOI: 10.1007/s10551-006-0001-x.
- Johnson M.W., Christensen C.M., Kagermann H. (2008) Reinventing Your Business Model // Harvard Business Review. Vol. 87 (December). P. 52–60.
- Laroche M., Bergeron J., Barbaro-Forleo G. (2001) Targeting consumers who are willing to pay more for environmentally friendly products // Journal of Consumer Marketing. Vol. 18. № 6. P. 503–520. DOI: 10.1108/EUM00000000006155.
- Michalak R. (2019) The key metric is how Ben & Jerry’s measures success // Fast Company. 01.05.2019. Режим доступа: <https://www.fastcompany.com/90287777/this-key-metric-is-how-ben-jerrys-measures-success>, дата обращения 26.06.2020.
- Michel J.B., Shen Y.K., Aiden A.P., Veres A., Gray M.K. (2011) Quantitative Analysis of Culture using Millions of Digitized Books // Science. Vol. 331. № 6014. P. 176–182. DOI: 10.1126/science.1199644.
- OECD (2020) Tackling Coronavirus (COVID-19). Contributing to a Global Effort. COVID-19 and Responsible Business Conduct. Paris: OECD. Режим доступа: <http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/covid-19-and-responsible-business-conduct-02150b06/>, дата обращения 02.06.2020.
- Page M., Spira L.F. (2016) Corporate governance as custodianship of the business model // Journal of Management and Governance. Vol. 20. № 2. P. 213–228. DOI: 10.1007/s10997-016-9343-7.
- Pine II B.J., Gilmore J.H. (1998) Welcome to the experience economy // Harvard Business Review. Vol. 76 (July-August). P. 97–105.
- Porter M.E. (1996) What is the strategy? // Harvard Business Review. Vol. 74 (November-December). P. 61–78.
- Schwab K. (2019) Davos Manifesto 2020: The Universal Purpose of a Company in the Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum. Режим доступа: <https://www.weforum.org/agenda/2019/12/davos-manifesto-2020-the-universal-purpose-of-a-company-in-the-fourth-industrial-revolution/>, дата обращения 02.06.2020.
- Subramanian G. (2015) Corporate Governance 2.0 // Harvard Business Review. Vol. 93. № 3. P. 96–105.
- Upward A., Jones P.H. (2015) An ontology for strongly sustainable business models: Defining an enterprise framework compatible with natural and social science // Organization & Environment. Vol. 29. № 1. P. 97–123. DOI: 10.1177/1086026615592933.
- van der Elst Ch., Vermeulen E.P.M. (2011) Corporate Governance 2.0: Assessing the Corporate Governance Green Paper of the European Commission // European Company Law. Vol. 8. № 4. P. 165–174. Режим доступа: <https://research.tilburguniversity.edu/en/publications/corporate-governance-20-assessing-the-green-paper-of-the-european>, дата обращения 06.01.2020.
- Visser W. (2011) CSR 2.0: Transforming the Role of Business in Society // Social Space. № 4. P. 26–35. Режим доступа: https://ink.library.smu.edu.sg/lien_research/87/, дата обращения 06.01.2020.
- WEF (2020) COVID Action Plan. Stakeholder principles in the COVID era. Geneva: World Economic Forum. Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Stakeholder_Principles_COVID_Era.pdf, дата обращения 02.06.2020.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

XXII АПРЕЛЬСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И ОБЩЕСТВА (АМНК)

13 – 23 апреля 2021 г., Москва

С 13 по 23 апреля 2021 г. в Национальном исследовательском университете «Высшая школа экономики» состоится XXII Апрельская международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества. Председатель Программного комитета — научный руководитель НИУ ВШЭ профессор Е.Г. Ясин.

Конференция посвящена широкому кругу актуальных проблем экономического и социального развития страны. Основную часть выступлений на АМНК составляют научные доклады российских и зарубежных ученых. Важной частью программы конференции являются специальные мероприятия, которые проводятся в формате пленарных заседаний и круглых столов с участием членов Правительства Российской Федерации, государственных деятелей, представителей бизнеса, российских и зарубежных экспертов.

В сложившихся эпидемиологических условиях XXI Апрельская конференция прошла в распределённом формате, что означало совмещение различных форм проведения и более длительных сроков. Планируется, что конференция пройдёт с 13 по 23 апреля 2021 г. в смешанном формате и объединит как онлайн, так и офлайн мероприятия. Рассчитываем не позднее 1 февраля уточнить формат проведения конференции.

Как и в прошлом году, Программный комитет объявил о конкурсе заявок на поддержку участия в конференции молодых исследователей из вузов российских регионов и Санкт-Петербурга. Приглашаем к участию молодых ученых!

Апрельская международная научная конференция в очередной раз открывает свои двери для академического и экспертного сообщества. Будем рады видеть Вас на пространстве Апрельки!

Информация о предыдущих конференциях доступна по ссылке: <https://conf.hse.ru/2019/>

Заявки на участие в конференции (без доклада) принимаются on-line до 22 марта 2021 г. Прием заявок на выступления с докладами завершён.

РАБОЧИЕ ЯЗЫКИ: русский и английский.

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ ВЗНОС:

Информация об оплате участия в конференции (размер регистрационных взносов, порядок и сроки оплаты) размещена на сайте: <https://conf.hse.ru/2021/fees#pagetop>

ISSN 1995-459X
9 771995 459777 >



Вебсайт



Website

Загрузите в
App Store



Download on the
App Store

Доступно в
Google Play



GET IT ON
Google Play