

FORESIGHT AND STI GOVERNANCE

ФОРСАЙТ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

ISSN 1995-459X

(print)

ISSN 2312-9972 (online)

ISSN 2500-2591 (english)

2021

T.15 №3



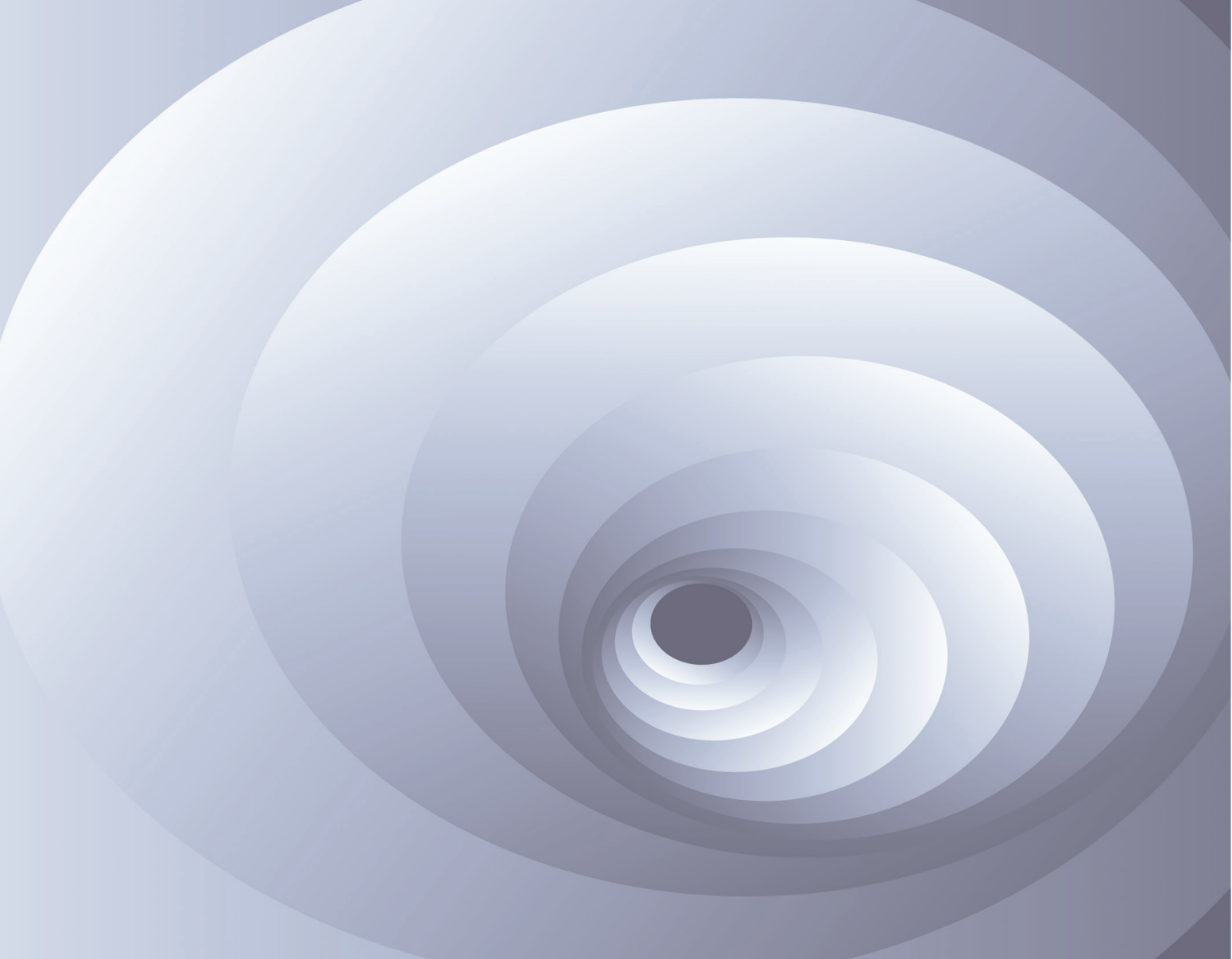
В НОМЕРЕ

Зеленая цифровая
трансформация
в электроэнергетике 35

Инновационные экосистемы
в автомобильной индустрии 66

Интеграция Форсайт-
компетенций
в университетские
программы 105





ФОРСАЙТ

ТЕПЕРЬ ДОСТУПНЕЕ



РЕЙТИНГ ЖУРНАЛА

по импакт-фактору
в Российском индексе
научного цитирования (2020)

- 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

Объединенный каталог
«Пресса России»
80690

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

- Decision Sciences (miscellaneous)
- Economics, Econometrics and Finance (miscellaneous)
- Social Sciences (miscellaneous)
- Social Sciences Development
- Statistics, Probability and Uncertainty

«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 .net Open Academic Journals Index

ECONSTOR

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

GENAMICS™ JOURNALSEEK

eLIBRARY.RU

CYBERLENINKA

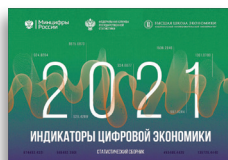
ВИНИТИ

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)

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

Тугрул Дайм (Портлендский государственный университет, США)

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)

Кэрл Леонард (Оксфордский университет, Великобритания)

Кеун Ли (Сеульский национальный университет, Корея)

Джонатан Линтон (Университет Шеффилда, Великобритания)

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 350 экз.

Заказ 0000

Отпечатано в ООО «Фотоэксперт», 109316, Москва,
Волгоградский проспект, д. 42

© Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», 2007–2021

FORESIGHT AND STI GOVERNANCE

National Research University
Higher School of Economics



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:**

- **Decision Sciences** (miscellaneous)
- **Economics, Econometrics and Finance** (miscellaneous)
- **Social Sciences** (miscellaneous)
- **Social Sciences Development**
- **Statistics, Probability and Uncertainty**

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
 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
 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
 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 Sorgner, 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

INDEXING AND ABSTRACTING

WEB OF SCIENCE™
CORE COLLECTION
EMERGING SOURCES
CITATION INDEX

SCOPUS™

RUSSIAN SCIENCE CITATION INDEX
WEB OF SCIENCE

RePEc

ProQuest
Start here

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

EBSCO

Academic Search Premier

GENAMICS™ JOURNALSEEK

ECONSTOR

eLIBRARY.RU

OAJ .net Open Academic Journals Index

DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

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

Т. 15. № 3

СТРАТЕГИИ

Новые стратегические подходы
к освоению возникающих рынков
передового производства

*Юрий Симачёв, Анна Федюнина, Максим Юревич,
Михаил Кузык, Николай Городный* 6

ИННОВАЦИИ

Идентификация технологического
фронтiera

Евгений Балацкий 23

«Зеленая» цифровая трансформация
в электроэнергетике

*Юлия Туровец, Лилиана Проскурякова,
Анна Стародубцева, Винченцо Бьянко* 35

Трансформация ценности
в инновационных бизнес-моделях:
пример фармацевтической индустрии

*Денис Климанов, Ольга Третьяк, Ури Горен,
Тимоти Уайт* 52

Инновационные экосистемы
в автомобильной индустрии между
возможностями и ограничениями

*Рикардо Энрике да Сильва, Паулу Карлос
Камински, Рафаэль Ортега Марин* 66

Анализ инновационной политики
и стратегии развития Ирана

*Киараш Фарташ, Махди Эльяси, Амир Горбани,
Алиасгар Садабади* 81

МАСТЕР-КЛАСС

Мультиплатформенный подход
к управлению проблемами

*Рубен Перейра, Исаяс Скалабрин Бьянки,
Вирджиния Мария да Силва Араухо* 94

Обучение Форсайт-компетенциям
и его интеграция в университетские
программы

*Анна Кононюк, Анна Сачио-Шиманьска, Штефани
Олленбург, Леонелло Тривелли* 105

CONTENTS

Vol. 15. No. 3

STRATEGIES

New Strategic Approaches to Gaining
from Emerging Advanced Manufacturing
Markets

*Yuri Simachev, Anna Fedyunina, Maksim Yurevich,
Mikhail Kuzyk, Nikolai Gorodny* 6

INNOVATION

Identification of the
Technology Frontier

Evgeny Balatsky 23

Green Digitalization in the Electric Power
Industry

*Julia Turovets, Liliana Proskuryakova, Anna
Starodubtseva, Vincenzo Bianco* 35

Transformation of Value in Innovative
Business Models: The Case of Pharmaceutical
Market

*Denis Klimanov, Olga Tretyak, Uri Goren,
Timothy White* 52

Innovation Ecosystems in the Automotive
Industry between Opportunities and
Limitations

*Ricardo Henrique da Silva, Paulo Carlos Kaminski,
Rafael Ortega Marin* 66

Innovation Policy Learning in Iran's
Development Plans

*Kiarash Fartash, Mahdi Elyasi, Amir Ghorbani,
Aliasgar Sadabadi* 81

MASTER CLASS

Multi-Framework Implementation of the
Problem Management Process

*Ruben Pereira, Isaías Scalabrin Bianchi, Virginia
Maria da Silva Araújo* 94

Teaching Foresight and Futures Literacy
and Its Integration into University
Curriculum

*Anna Kononiuk, Anna Sacio-Szymańska,
Stefanie Ollenburg, Leonello Trivelli* 105



Новые стратегические подходы к освоению возникающих рынков передового производства

Юрий Симачёв*

Директор, профессор, yusimachev@hse.ru

Анна Федюнина

Ведущий научный сотрудник, afedyunina@hse.ru

Максим Юревич

Научный сотрудник, mayurevich@hse.ru

Михаил Кузык

Заместитель директора, mkuzyk@hse.ru

Николай Городный

Стажер-исследователь, na.gorodnyi@hse.ru

Центр исследований структурной политики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, Покровский 6-р, 11

Аннотация

Рынки передового производства (ПП) стимулируют глобальное развитие. От их своевременного освоения зависит конкурентоспособность, что становится важнейшим вызовом для современной промышленной политики. В статье обсуждаются структура и динамика рынков ПП, специфика национальных стратегий продвижения на них. Вход на рынки ПП в настоящее время подразумевает разные модели для отдельных стран и отраслей, комбинирующие широкий спектр факторов. Такие подходы динамично осваивают небольшие государства, получая преимущества расширения для наращивания конкурентоспособности, и это

создает определенный вызов для высокотехнологичных стран-лидеров, которые медленно корректируют свою промышленную политику. Основа для рынков Индустрии 4.0 пока формируется и ограничивается лишь несколькими государствами, в том числе развивающимися. Представлены страновые кейсы, которые иллюстрируют процесс становления рынков ПП.

Сделан вывод, что в современном контексте больше нет универсальных подходов к формированию успешной промышленной политики. Наиболее действенная стратегия — комбинирование уникальных преимуществ конкретной страны.

Ключевые слова: передовое производство; стратегии; инновации; новые технологии; биотехнологии; Индустрия 4.0; международная торговля; промышленная политика

Цитирование: Simachev Yu., Fedyunina A., Yurevich M., Kuzyk M., Gorodny N. (2021) New Strategic Approaches to Gaining from Emerging Advanced Manufacturing Markets. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 6–21. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.6.21

* Юрий Симачёв также является директором по экономической политике НИУ ВШЭ.

New Strategic Approaches to Gaining from Emerging Advanced Manufacturing Markets

Yuri Simachev*

Director and Professor, yusimachev@hse.ru

Anna Fedyunina

Senior Research Fellow, afedyunina@hse.ru

Maksim Yurevich

Researcher, mayurevich@hse.ru

Mikhail Kuzyk

Deputy Director, mkuzyk@hse.ru

Nikolai Gorodny

Research Intern, na.gorodnyi@hse.ru

Center for Industrial Policy Studies, National Research University Higher School of Economics, 11 Pokrovsky Blvd, Moscow, 101000

Abstract

Advanced Manufacturing (AM) markets are a major factor of contemporary worldwide growth that to a large extent determines countries' competitiveness. Strengthening and/or optimizing the positions on AM markets is among the major challenges for modern industrial policy. This article discusses the structure and dynamics of the development of advanced manufacturing markets, as well as the specifics of the policies of the countries strengthening their positions in these markets. Gaining entry into AM markets currently implies individual countries' and industries' adopting different models which combine a wide range of factors. Small nations are

rapidly applying such approaches, gaining advantages and thus increasing their competitive edge, which creates certain challenges for leading high-tech countries too slow to adjust their industrial policies. So far the basis for Industry 4.0 markets is just emerging, and remains limited to a few nations including developing ones. Country cases are presented below to illustrate the development of AM markets.

The authors conclude that in the current context, no universal approaches to shaping a successful industrial policy remain. The most productive strategy is to combine the unique advantages of a particular economy.

Keywords: advanced manufacturing; strategies; innovation; new technologies; biotechnology; Industry 4.0; international trade; industrial policy

Citation: Simachev Yu., Fedyunina A., Yurevich M., Kuzyk M., Gorodny N. (2021) New Strategic Approaches to Gaining from Emerging Advanced Manufacturing Markets. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 6–21. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.6.21

* Yuri Simachev is also Director for Economic Policy at the HSE.

Передовые технологии меняют ландшафт глобального производства. Многие развивающиеся страны теряют основное преимущество в виде дешевой рабочей силы под давлением автоматизации [World Bank, 2016]. Развитые экономики становятся более самостоятельными из-за удешевления отдельных процессов [Hallward-Driemeier, Nayyar, 2018; UNIDO, 2020; Rodrik, 2018].

Распространено мнение, что передовое производство (ПП) сконцентрировано лишь в нескольких странах, а вход новых государств на соответствующие рынки закрыт или ограничен [Kim, Qureshi, 2020]. В настоящее время отсутствуют инструменты, позволяющие оценить конкурентоспособность и позиции отдельных национальных экономик на рынках ПП. Патентные данные обычно служат для анализа распространения передовых производственных технологий (ППТ) и технологий четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0) [Kim, Bae, 2017; Fujii, Managi, 2018; Ardito et al., 2018]. Подобные исследования отражают интенсивность создания новых технологий, но масштабы их использования в производстве представлены ограниченно [Castelo-Branco et al., 2019]. Межстрановые сопоставления практически не проводятся [Horváth, Szabó, 2019; Fulton, Hon, 2010]. Готовность к передовому производству часто оценивается через индексы, характеризующие развитие инновационного бизнеса [Naudé et al., 2019; Simachev et al., 2020]. Единого общепринятого определения ПП не существует, хотя среди его ключевых характеристик выделяют возможность кастомизации и масштабирования бизнеса в процессе совершенствования технологий. Согласно дефинициям, предложенным в работах [STPI, 2010; Shipp et al., 2012], ПП охватывает традиционные и высокотехнологичные отрасли, в которых модернизируются существующие и создаются новые материалы, продукты и процессы. Это происходит за счет интеграции технологий с высокопроизводительной рабочей силой, инновационными бизнес-моделями. Цель статьи — выявить структурные особенности рынков ПП, оценить их значимость для отдельных национальных экономик сквозь призму международной торговли высокотехнологичной продукцией.

Методология

Подходы к оценке международной торговли продукцией ПП вызывают интерес у исследователей и политиков, однако существенно различаются по целям

на уровне отдельных стран. В Китае подобный анализ применяется прежде всего для разработки национальной промышленной стратегии и охватывает продукты, произведенные не только с применением ППТ. В США этот процесс не связывают напрямую с достижением стратегических целей, а используют только для статистического мониторинга международной торговли [Ferrantino et al., 2010].

Поскольку ППТ применяются как в традиционных, так и в новых отраслях, выделить их четкий перечень довольно сложно. Общепризнано, что определение ПП должно быть динамичным, а его технологическая «граница» — гибкой и мобильной.¹ Подобное допущение соответствует подходу Бюро переписей США (The U.S. Census Bureau), разработавшего первую классификацию продукции с ППТ для оценки международной торговли в 1989 г., которая регулярно пересматривается в ответ на изменения Гармонизированной системы классификации продукции (Harmonized System, HS)² с учетом экспертных оценок.

В настоящем исследовании методика определения рынков ПП базируется на объединении подходов U.S. Census Bureau³ и авторов публикации [Foster-McGregor et al., 2019], выделивших четыре типа технологий Индустрии 4.0: биотех, CAD/CAM, аддитивные технологии и робототехника. Используются данные COMTRADE⁴ за 2002–2018 гг. (классификация продукции на уровне шести знаков HS 2002 и HS 2017). Номенклатура товаров HS пересматривалась в 2002, 2007, 2012 и 2017 гг. Появлялись новые коды, позволявшие учитывать расширяющийся спектр продукции. Однако введение обновленной редакции HS не предусматривает ретроспективную оценку, следовательно, на ее основе невозможно изучить данные на длинном временном промежутке. Поэтому для описания состояния рынков 2017–2018 гг.⁵ применяется номенклатура HS 2017, а ее сопоставление с версией HS 2002 позволяет проанализировать долгосрочные сдвиги в международной торговле. Выделены 11 глобальных рынков продукции ППТ, разбитые на три группы⁶ (табл. 1, рис. 1).

Структурные особенности глобальных рынков ПП

Доля рынков ПП в валовом мировом объеме экспорта в 2018 г. составила 21.4%, что несколько выше уровня начала 2000-х гг. (18.2%). Удельный вес Индустрии 4.0

¹ <https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/05/09/advanced-manuf-papers.pdf>, дата обращения 27.12.2020.

² <https://www.trade.gov/harmonized-system-hs-codes>, дата обращения 19.11.2020.

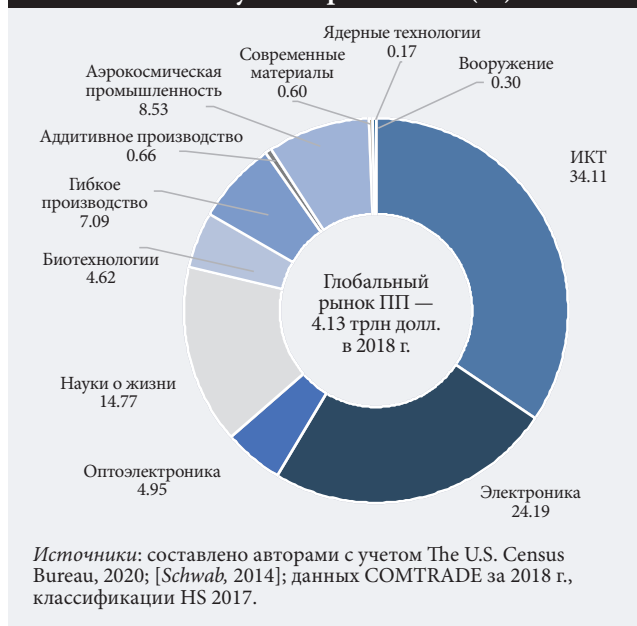
³ <https://www.census.gov/manufacturing/m3>, дата обращения 04.12.2020.

⁴ <https://comtrade.un.org/>, дата обращения 08.12.2020.

⁵ Изучение стоимости мировых рынков ПП в соответствии с классификацией HS 2017 позволяет уточнить оценки, полученные с использованием номенклатуры HS 2002, включая валовый объем рынков ПП: по HS 2002 — 5.965 трлн долл., по HS 2017 — 8.56 трлн долл. в 2018 г. (прирост на 43.5%). Однако ее уточнение не приводит к значительным сдвигам в структуре рынков ПП. Так, доля информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в совокупном рынке по номенклатуре HS 2002 составляет 30.1%, а по HS 2017 — 34.1%, наук о жизни — 20.7 и 14.8%, аэрокосмической промышленности — 12.4 и 8.5%. Наиболее значительное расхождение — по электронике (11.2 против 24.2%). Структурные сдвиги в позициях стран менее существенны: в 2018 г. доля Китая составила 15.9% совокупного экспорта продукции ПП по HS 2002 и 19.4% согласно HS 2017. Удельный вес Германии — 11.3 и 8.8%, США — 9.5 и 8.8%.

⁶ Рассматриваемые товарные категории могут относиться сразу к нескольким рынкам, что учитывается в подходе U.S. Census Bureau. Например, оптические носители для записи звука по классификации U.S. Census Bureau следует относить сразу к трем рынкам ПП: оптоэлектронике, электронике и ИКТ. Электродиагностическая аппаратура относится по той же номенклатуре одновременно к рынкам наук о жизни и электроники. Чтобы исключить перекрестный учет одних и тех же товарных позиций внутри разных рынков ПП при анализе совокупного мирового рынка, товарные позиции были отнесены экспертным путем только к одному рынку.

Рис. 1. Рынки продукции ППТ и их доля в совокупном рынке ПП (%)



в совокупном экспорте немного вырос — с 5.1 до 5.8% (рис. 2). Темпы прироста вклада продукции ПП в мировую торговлю за последние два десятилетия оказались ниже ожидаемых. Как будет показано далее, значимые структурные изменения происходили внутри рынков, которые оказались уязвимы к кризисному состоянию мировой экономики. Двухзначные темпы роста почти всех сегментов, наблюдавшиеся в 2002–2007 гг., сменились в посткризисный период негативными или слабopоложительными (табл. 2). Замедление динамики во многом связано с обострением напряженности в международных экономических отношениях, усилением «торговых войн», стремлением укрепить национальную технологическую безопасность.

В 2013–2018 гг. интенсивно расширялся сегмент Индустрии 4.0, тогда как прогресс рынков Индустрии 3.0 замедлился ввиду насыщения. Наиболее быстрорастущее направление — биотехнологии (удельный вес вырос с 1.8% в 2002 г. до 6.6% в 2018 г.). Вероятно, его динамика, не связанная с состоянием мировой экономики, объясняется спецификой доминирующих товаров — медицинской продукции

Табл. 1. Классификация рынков ПП

Группа	Число рынков	Составляющие	Доля в общей стоимости рынков ПП (%)
Индустрия 3.0	3	Электроника, оптоэлектроника, ИКТ	63.2
Индустрия 4.0	4	Аддитивное производство, биотехнологии, науки о жизни, гибкое производство (включая робототехнику)	27.2
Прочие*	4	Современные материалы, аэрокосмическая промышленность, ядерные технологии, вооружение	9.6

* Не связаны напрямую с Индустрией 3.0 и 4.0. В данных COMTRADE содержатся только открытые сведения о международной торговле продукцией, относящейся к рынку вооружений. Таким образом, полученные оценки не отражают его полную стоимость. Однако применение подобного подхода целесообразно по двум причинам. Прочие доступные данные оценивают абсолютную стоимость рынка вооружений без разделения на типы продукции (например, проект The SIPRI Arms Transfers Database). Для нас важно рассмотреть не только структурные сдвиги между рынками, но и внутри них — на уровне отдельных категорий продукции. В соответствии с используемым подходом к рынку вооружений относятся не только само оружие и его части, но и призматические инфракрасные бинокли, оптические телескопы, перископы, навигационные судовые журналы и аппаратура для зондирования глубин.

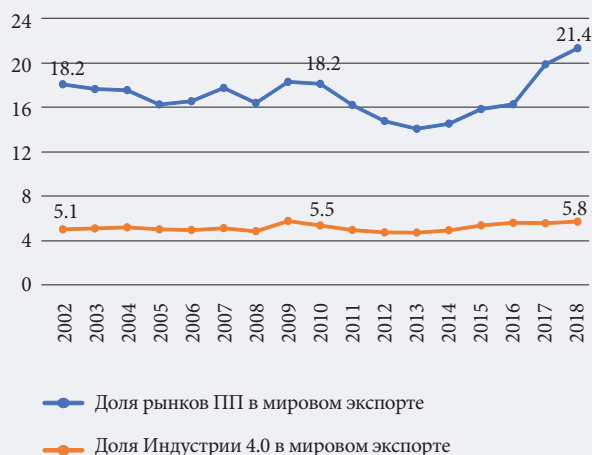
Источник: составлено авторами.

Табл. 2. Средние годовые темпы прироста стоимости рынков ПП и мирового экспорта товаров (текущие цены) по периодам (%)

Группа	Рынок продукции ППТ	В целом за 2002–2018 гг.	В том числе за период:		
			2002–2007	2008–2013	2014–2018
Индустрия 3.0	Электроника	5.2	28.2	-11.0	1.4
	Оптоэлектроника	5.5	10.1	8.3	-3.3
	ИКТ	5.0	14.9	1.8	-1.2
Индустрия 4.0	Аддитивное производство	5.7	14.0	1.6	0.8
	Биотехнологии	15.3	24.4	12.9	8.3
	Науки о жизни	6.9	16.5	2.4	1.6
	Гибкое производство	8.5	20.1	-0.9	8.1
Прочие рынки ПП	Современные материалы	8.7	20.9	-2.7	8.5
	Аэрокосмическая промышленность	4.9	10.5	-0.2	2.6
	Ядерные технологии	1.3	16.3	-4.5	-5.9
	Вооружение	6.7	9.8	5.6	4.2
Справочно	Все рынки ПП	6.1	17.0	0.2	1.4
	Мировой товарный экспорт	7.1	16.6	3.2	0.7

Источники: составлено авторами по данным COMTRADE и классификации HS 2002.

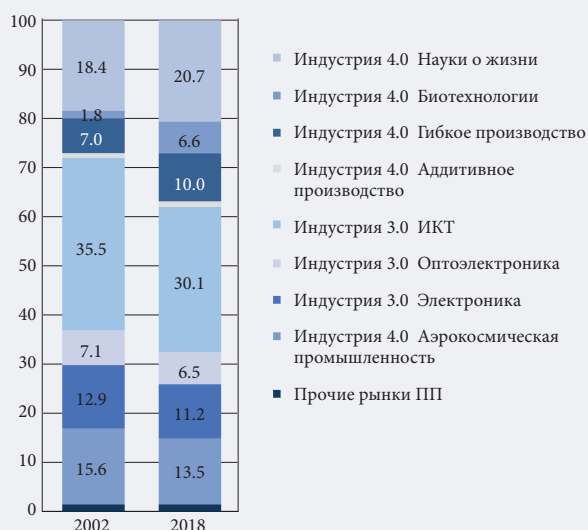
Рис. 2. Доли рынков ПП и Индустрии 4.0 в товарном экспорте (%)



Источники: составлено авторами по данным COMTRADE и классификации HS 2002.

биологического происхождения. Снижение темпов роста рынка ядерных технологий во многом объясняется аварией в Японии в 2011 г. и переходом на альтернативные источники энергии, прежде всего в странах-лидерах [Gasparatos, 2017]. В структуре стоимости совокупного рынка ПП чуть менее половины приходится на Индустрию 3.0 (рис. 3). Незначительные доли оружия и особенно ядерной энергетики обусловлены потреблением соответствующей продукции в странах производства и, следовательно, ее меньшей вовлеченностью в международную торговлю.

Рис. 3. Структура глобального рынка ПП (%)



Источники: составлено авторами по данным COMTRADE и классификации HS 2002.

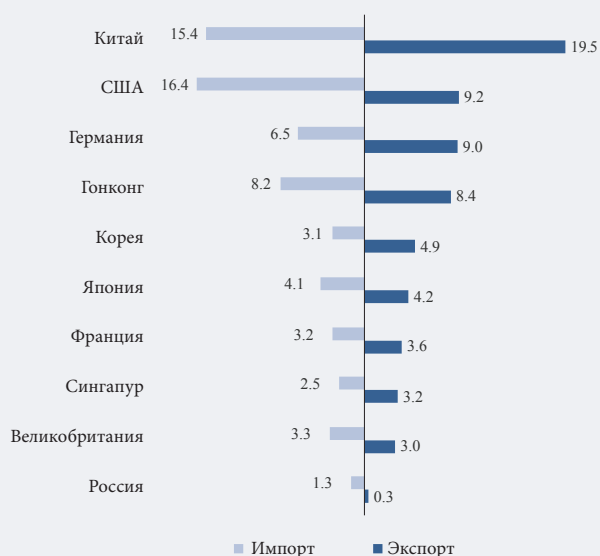
Позиции стран на рынках ПП

По итогам 2018 г. опережающее лидерство на совокупном рынке ПП принадлежит Китаю, в основном за счет ИКТ-услуг — 67% национального экспорта соответствующей продукции. Немного отстают Германия и США, рынки которых диверсифицированы в большей степени. В Германии 24% занимает сегмент наук о жизни, 17 — ИКТ, 14% — электроника. В США 29% приходится на производство ИКТ-услуг, 21 — науки о жизни и 20% — электронику. Далее следует Гонконг, специализирующийся на производстве ИКТ-услуг и электроники (рис. 4).

Страны, сохраняющие мировое лидерство на совокупном рынке ПП, занимают ведущие позиции в большинстве отдельных сегментов. Китай входит в топ-5 стран на семи рынках, США и Германия — на 10 (для обеих стран единственный «упущенный» рынок — электроника, являющийся вторым по стоимости). Многие государства с небольшим размером экономики, включая Ирландию, Бельгию, Испанию, Сингапур, Вьетнам, доминируют на отдельных рынках, при этом их позиции не связаны напрямую с уровнем развития или масштабами экономической деятельности (табл. 3).

Удельный вес России на мировых рынках ПП не превышает 0.6%, как и хай-тека в целом (не более 0.5%), за исключением ядерных технологий (16.7% мирового рынка) и вооружений (1.2%). Позиции России особенно прочны в сегментах электроники, оптоэлектроники, ИКТ-услуг, наук о жизни. Наименьшая доля принадлежит биотехнологиям. В течение 2002–2018 гг. расширился технологический портфель в сегменте биотехнологий и наук о жизни (сократился отрыв от Германии, США, Кореи и Китая). Таким образом, относительно

Рис. 4. Доля стран в суммарном экспорте товаров общего рынка ПП: 2018 г. (%)



Источники: составлено авторами по данным COMTRADE и классификации HS 2017.

Табл. 3. Экспортеры-лидеры рынков ПП: 2018 (%)

Группа	Рынок ПП	1-е место	2-е место	3-е место	4-е место	5-е место	Справочно: доля России
Индустрия 3.0	Электроника	Гонконг (15.9)	Китай (14.3)	Корея (12.4)	Тайвань (10.8)	Сингапур (9.5)	0.1
	Оптоэлектроника	Китай (24.1)	Германия (10.7)	США (8.4)	Япония (5.5)	Корея (5)	0.6
	ИКТ	Китай (37.8)	Гонконг (11.2)	США (7.5)	Вьетнам (4.9)	Германия (4.4)	0.2
Индустрия 4.0	Аддитивное производство	Германия (23.4)	Китай (15.9)	Япония (9.6)	Италия (9)	США (6.1)	0.1
	Биотехнологии	Швейцария (16.5)	Ирландия (16.4)	Германия (15.8)	США (13)	Бельгия (9.4)	0.1
	Науки о жизни	Германия (14.5)	США (12.3)	Швейцария (10.6)	Ирландия (8.2)	Бельгия (6.5)	0.1
	Гибкое производство	Япония (15.5)	Германия (15.3)	США (12.1)	Китай (8.8)	Корея (6.5)	0.3
Прочие рынки ПП	Современные материалы	Китай (22.4)	Япония (18.2)	США (12.3)	Германия (6.8)	Корея (6.4)	0.6
	Аэрокосмическая промышленность	Франция (19.6)	Германия (16.6)	Великобритания (13.0)	США (6.0)	Сингапур (5.9)	1.2
	Ядерные технологии	Россия (16.7)	Германия (16.2)	Франция (12.2)	США (11.7)	Нидерланды (11.0)	-
	Вооружение	США (43.4)	Китай (5.1)	Корея (5.1)	Германия (4.4)	Испания (3.5)	1.2

Источники: составлено авторами по данным COMTRADE и классификации HS 2017.

малая вовлеченность России в мировые рынки ПП обусловлена не узкой товарной специализацией, а скорее невысокой конкурентоспособностью продукции. У Китая сравнительное преимущество (в соответствии с индексом Баласса)⁷ в торговле антиоксидантами (науки о жизни) и товарами ИКТ (вычислительные машины, видеозаписывающая аппаратура, мониторы и мобильные телефоны). Германия доминирует на рынках гибких производственных систем (включая гидравлические и пневматические устройства). Позиции России наиболее сильны в производстве реактивных двигателей (аэрокосмический рынок), атомных реакторов, их комплектующих и тепловыделяющих элементов (ядерные технологии). Лидерство Китая обусловлено общим перераспределением баланса сил на мировом рынке продукции ППТ. К нему приближаются Индия и Вьетнам. Начиная с 2010 г. устойчиво прогрессирует Мексика, тогда как США и ряд европейских государств вышли на «плато» (табл. 4).

Смена баланса сил на рынках ПП привела к тому, что традиционных лидеров в сфере инноваций — США, Францию и Японию — потеснили Китай, Корея, Тайвань, Сингапур, Филиппины, Индия, Мексика и Вьетнам. Эта тенденция не коснулась Германии, которая продолжает прогрессировать на рассматриваемых рынках. Общее сокращение долей других ведущих стран связано не только с давлением новых игроков, но и с переориентацией на более перспективные направления, включая Индустрию 4.0 (например, Германия, Великобритания, Ирландия). Успехи Ирландии в аэрокосмической сфере

Табл. 4. Доля в импорте товаров мирового рынка передового ПП по выбранным странам (%)*

Страна	2002	2006	2010	2014	2018
Китай	6.2	12.4	15.5	16.9	15.9
США	17.4	14.5	10.4	10.5	9.5
Германия	9.6	10.5	9.5	10.6	11.3
Япония	8.9	7.4	6.7	4.7	4.6
Гонконг	4.4	5.4	6.3	5.0	4.8
Бразилия	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
Россия	0.4	0.2	0.2	0.4	0.3
Индия	Н/д	0.2	0.4	0.9	0.9
ЮАР	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Корея	3.1	3.1	3.6	2.5	3.1
Мексика	2.9	1.7	1.5	2.2	2.8
Тайвань	Н/д	2.7	3.9	2.4	2.4
Филиппины	Н/д	Н/д	0.4	0.6	0.6
Турция	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Вьетнам	Н/д	0.1	0.1	0.5	0.8
Малайзия	3.1	2.7	2.6	1.8	2.0
Нигерия	Н/д	0.0	0.0	0.0	0.0
Норвегия	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
Канада	2.0	1.6	1.3	1.4	1.4
Египет	Н/д	Н/д	0.0	0.0	0.0

* Для анализа динамики положения на совокупном рынке ПП выбраны страны, находящиеся на разных этапах экономического развития согласно классификации Всемирного банка, в том числе: развитые, новые и перспективные индустриальные страны, а также группа БРИКС.

Источники: составлено авторами по данным COMTRADE и классификации HS 2002.

⁷ Используется определение индекса выявленного сравнительного преимущества (RCA) в соответствии с [Balassa, 1965]. Индекс рассчитывается для каждого рынка ПП как соотношение его доли в валовом страновом экспорте продукции ППТ к удельному весу в совокупном мировом экспорте продукции ППТ. Если $RCA > 1$, то принято говорить о наличии у государства выявленного сравнительного преимущества в экспорте продукции этого рынка.

определяются созданием мирового центра лизинга воздушных судов [Osborne-Kinch, 2017], а в биотехнологиях — привлечением инвестиций и строительством модернизированной производственной инфраструктуры. Однако ее позиции в науках о жизни ослабли в связи с растущей конкуренцией со стороны Китая и Индии. Попадание Великобритании в разряд «аутсайдеров» на всех пяти рынках также вызвано укреплением азиатских стран. Рост доли в аэрокосмической отрасли объясняется увеличением поставок авиакомпонентов, прежде всего двигателей (рис. 5).

Изменение дизайна мировых рынков ПП отчасти связано с имплементацией промышленной политики, ориентированной на повышение конкурентоспособности и увеличение темпов роста за счет структурных изменений. Однако приоритеты и способы реализации существенно различаются. Индустрия 4.0 радикально меняет представление о векторе развития промышленной политики и составе ее стейкхолдеров [Reischauer, 2018]. Германия, Китай и США стремятся к сохранению лидерства за счет наращивания добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности. Франция и Япония локализуют и повышают устойчивость производств, уменьшают негативные эффекты от высокой стоимости рабочей силы. Франция нацелена на обновление производственной базы и сохранение лидерства в ПП при условии, что удастся удержать рост затрат на оплату труда и связанные с этим социальные факторы [Blanchet et al., 2016]. Промышленная политика России имеет преимущественно вертикальную ориентацию в виде селективной поддержки и «назначения чемпионов» — отраслей и компаний [Simachev et al., 2020; НИУ ВШЭ, 2018]. Как следствие, в числе получателей поддержки чаще всего оказываются крупные игроки из традиционных секторов. Оценка и корректировка реализуемых мер, практика отказа от неэффективных проектов носят ограниченный характер. Доминируют направления, инструменты и меры, ориентированные на компенсацию неблагоприятных изменений либо стимулирование догоняющего развития отраслей и производств, тогда как попытки обеспечить опережающую модель редки и фрагментарны [Симачёв и др., 2018]. Позиции стран по экспортным и импортным рынкам в целом аналогичны. Пятерку крупнейших импортеров составляют: США (15.9% совокупного объема в 2018 г.), Китай (15.6), Гонконг (8.3), Германия (6.4) и Япония (4.0%) (рис. 6).

На протяжении 2002–2018 гг. Китай постепенно вытеснял США в импорте продукции рынков ПП. Среди остальных государств, заметно нарастивших долю на импортном совокупном рынке, выделяются Россия и Вьетнам. В настоящее время США лидируют на девяти из 11 импортных рынков ПП (исключение — электроника и гибкие производственные системы, где доминирует Китай, а США заняли второе место). Среди топ-5 стран по объему импорта на рынках биотехнологий и оружия Китай отсутствует. Германия лидирует в

восьми сегментах. Россия ни по одному направлению не попала в перечень топ-5 импортеров, но все же имеет более весомые доли по сравнению с экспортом (не считая ядерных технологий и вооружений). В удельном отношении (из расчета на одного занятого) интенсивность участия страны в экспортных и импортных рынках продукции с применением ППТ почти не различается. В глобальном контексте удельная стоимость экспорта продукции ППТ объясняет до 93.5% изменений в аналогичном показателе по импорту (см. рис. 6). Это означает, что государства, активно производящие товары с ППТ для внешних рынков, также являются интенсивными потребителями подобной продукции, используя ее и в качестве полуфабрикатов для экспорта (в том числе в рамках глобальных цепочек создания стоимости), и как готовые товары (с учетом относительной специализации на отдельных рынках ПП). В группу стран с удельными объемами экспорта и импорта продукции ППТ, превышающими 10 тыс. долл., вошли преимущественно государства с развитой экономикой либо приближающиеся к этой категории: члены ЕС, США, Канада, Япония, ОАЭ, Малайзия, Корея и Израиль.

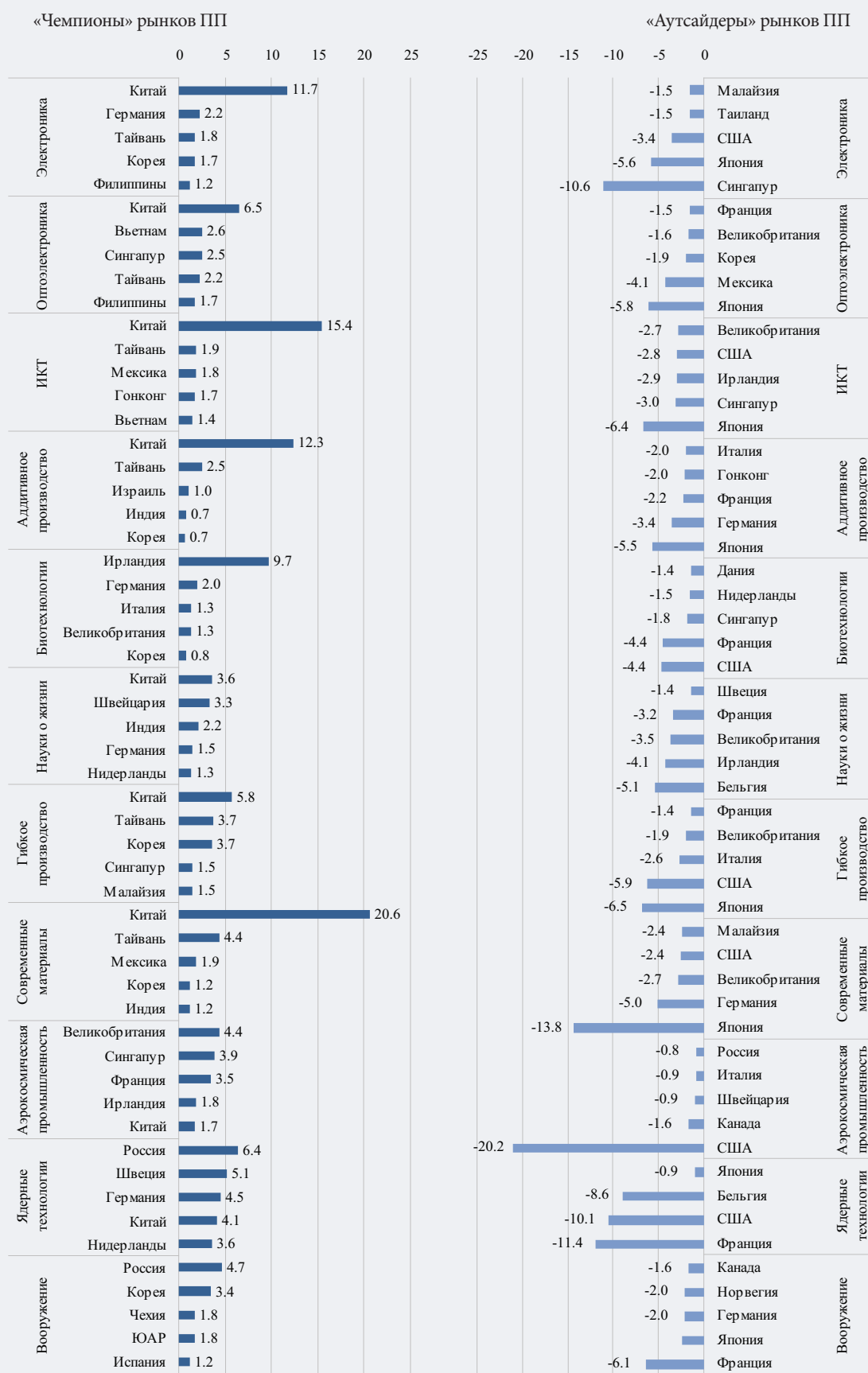
Факторы странового лидерства на рынках ПП

Позиции страны в торговле продукцией ППТ соответствуют ее положению в глобальных рейтингах ведущих университетов [Tuesta et al., 2019; Marginson, 2007; Marginson, van der Wende, 2007]. Взаимосвязь числа подобных вузов и экспорта продукции ППТ прослеживается в отношении наук о жизни, биотехнологий, ИКТ, электроники и оптоэлектроники, аддитивных технологий, гибкого производства, аэрокосмической промышленности. Выделяется группа стран-лидеров, которые представлены как минимум пятью университетами, входящими в рейтинг топ-500 (за исключением Израиля — четыре вуза), при этом их экспорт ППТ составляет не менее 2% ВВП. Многовековые академические традиции обеспечивают большинству из них (Великобритании, Германии, Китаю, Франции, Италии, Бельгии, Швейцарии, Нидерландам) лидерство в образовательных рейтингах. Относительно недавно к ним присоединилась Корея. Другая когорта — «перспективные для ППТ страны»: Австралия, Россия, Индия, Аргентина, Бразилия, Новая Зеландия. В них отношение экспорта соответствующей продукции к ВВП не превышает 2%, а в топ-500 также входят не менее пяти вузов.

Распределение центров производства знаний (университетов в глобальных предметных рейтингах) на рынках ППТ согласуется с географией активности молодых инновационных компаний. По данным Crunchbase, почти 40% компаний сферы ППТ созданы в США⁸. За ними следуют Великобритания (5.5%), Китай (5.2), Германия (4.1) и Канада (3.6%).

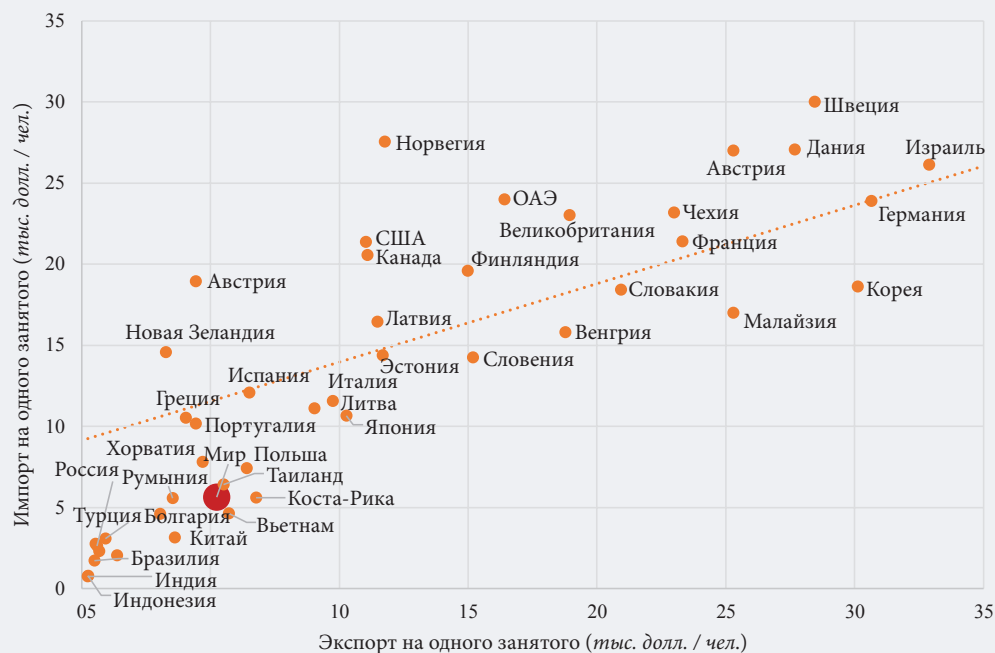
⁸ Crunchbase — онлайн-платформа с информацией о стартапах, принадлежащая TechCrunch, технологическому изданию из США (<https://www.crunchbase.com/>). Полученные результаты могут частично объясняться смещенностью базы — головной офис Crunchbase находится в Сан-Франциско, США.

Рис. 5. «Аутсайдеры» и «чемпионы» рынков ПП (разница средних рыночных долей 2002–2004 и 2016–2018 гг.) (%)



Источники: составлено авторами по данным COMTRADE и классификации HS 2002.

Рис. 6. Позиции стран в координатах удельного импорта и экспорта товаров ПП (усеченный квадрат): 2018 г.



Источники: составлено авторами по данным COMTRADE, Всемирного банка и классификации HS 2017.

В Чехии, Словакии, Румынии, Венгрии, Украине, Гонконге и Тайване максимальное число компаний относится к электронике (рис. 7). Большинство биотехнологических предприятий находятся в США, Канаде, Австралии, Израиле, Великобритании, Ирландии, Швейцарии. В России и Индии много стартапов в сфере робототехники, но роботизация рабочих мест незначительна. Страновые показатели распределения молодых компаний по отраслям мало отличаются от среднемировых. В секторе ИКТ, за исключением Бельгии и Швейцарии, преобладают развивающиеся страны (Малайзия, Индонезия, Бразилия, ЮАР, ОАЭ), где доля стартапов более чем вдвое превышает среднемировое значение. Основные особенности рынков ПП представлены в табл. 5.

Рынки Индустрии 4.0 и электроники отличаются предельной конкуренцией и высокой концентрацией производства знаний, что иллюстрируется количеством ведущих университетов. Зарождающийся характер рынков Индустрии 4.0 иллюстрируется их ограниченным сосредоточением в нескольких странах, что объясняется уникальностью и слабой распространенностью знаний, на которых основаны соответствующие технологии. Связанный с ними рынок электроники, относящийся к Индустрии 3.0, получает новый стимул к развитию. На данных рынках еще не достигнуты масштабы производства, которые привели бы к формированию глобальных производственных хабов (как в оптоэлектронике и ИКТ). По сравнению с рынками Индустрии 4.0 аэрокосмическая промышленность, ядерные технологии, вооружение, оптоэлектроника и ИКТ характеризуются повышенной произ-

водственной активностью и конкуренцией в создании знаний, что позволяет отнести их к категории зрелых. Перспективы развития подобных секторов в большей мере зависят от масштабов глобализации производства.

Кейсы стран — новых лидеров по интеграции в рынки ПП

За последние десятилетия ряд стран значительно улучшили позиции на рынках ПП, поэтому стратегии их успеха вызывают интерес. Рассмотрим примеры Вьетнама, Ирландии, Турции, Кореи.

Так, Вьетнаму удалось за 20 лет войти в число мировых лидеров по производству электроники за счет привлечения прямых иностранных инвестиций и поддержки зарубежных компаний. Ирландия и Турция продемонстрировали высокую динамику на рынках биотехнологической продукции. Ирландия за 10 лет увеличила долю на глобальном рынке в четыре раза, Турция отличается наиболее стремительным ростом экспорта. В обеих странах продвижение на рассматриваемые рынки осуществлялось при активном участии государства, но разными способами. В Турции основным драйвером стал малый и средний бизнес, в Ирландии — глобальные фармацевтические корпорации. Корея — один из фронтменов по развитию инновационного потенциала и количеству университетов в рейтингах топ-100. Тесная интеграция науки с реальным сектором обеспечивает стране ведущие позиции по удельному числу исследователей, пришедших в академию из бизнеса.

Табл. 5. Сравнительная характеристика рынков ППТ

Рынок (среднегодовые темпы прироста стоимости за 2002–2018 гг.) (%)	Концентрация производителей	Тип продукции	Активность стартапов	Концентрация университетов в топ-500 в соответствующей области
Индустрия 3.0				
Электроника (+5.2)	Низкая	Средства производства (полупроводниковые приборы)	Высокая	Средняя
Оптоэлектроника (+5.5)	Средняя	Продукты конечного потребления (устройства ввода)	Средняя	Средняя
ИКТ (+5.0)	Средняя	Продукты конечного потребления (вычислительные машины)	Средняя	Средняя
Индустрия 4.0				
Аддитивное производство (+5.7)	Низкая	Средства производства (3D-принтеры и расходные материалы)	Высокая	Средняя
Биотехнологии (+15.3)	Низкая	Продукты конечного потребления (кровь и иммунные сыворотки)	Высокая	Высокая
Науки о жизни (+6.9)	Низкая	Продукты конечного потребления (лекарства)	Высокая	Высокая
Гибкое производство (+8.5)	Средняя	Средства производства (машины и механические приспособления)	Высокая	Средняя
Прочие рынки ППТ				
Современные материалы (+8.7)	Высокая	Средства производства (легированные химические элементы и оптоволокно)	Средняя	Высокая
Аэрокосмическая промышленность (+4.9)	Высокая	Продукты конечного потребления (самолеты и запчасти)	Низкая	Средняя
Ядерные технологии (+1.3)	Высокая	Средства производства (уран и тепловыделяющие элементы)	Низкая	Средняя
Вооружение (+6.7)	Высокая	Бомбы и ракеты	Низкая	-

Примечание: Концентрация производителей определена на основе анализа географического сосредоточения (монополизации) рынков ППТ с использованием индекса Херфиндала–Хиршмана. Распределение стартапов выявлялось на основе анализа данных из базы CrunchBase. Кластеризация производителей и активность стартапов определялись с учетом предыдущих исследований [Tofail, 2018; Lineberger, 2019; Mohan, Roy, 2017; Narain, 2016; Accenture, 2014; Deloitte, 2020a, 2020b; IAEA, 2020; UNODC, 2019]. География университетов задокументирована на основе их доли в топ-3 стран базирования (данные в соответствии с рейтингом QS World University Rating by Subject). Для привязки рынков продукции ППТ к классификатору QS использовались следующие комбинации поисковых терминов: ППТ (аддитивное производство + гибкое производство + аэрокосмическая промышленность) = QS (Mechanical, Aeronautical & Manufacturing Engineering); ППТ (биотехнологии + науки о жизни) = QS (Life Sciences & Medicine); ППТ (электроника + оптоэлектроника) = QS (Electrical & Electronic Engineering); ППТ (ИКТ) = QS (ICT); ППТ (ядерные технологии) = QS (Physics); ППТ (современные материалы) = QS (Materials Science).

Источники: составлено авторами по данным COMTRADE, Crunchbase и классификации HS 2002.

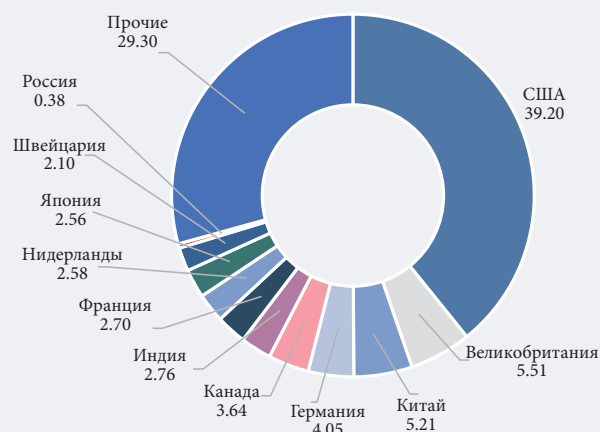
Вьетнам: производство электроники

Успешно встроившись в глобальные цепочки стоимости, начиная с 2000-х гг. Вьетнам закрепил лидирующие позиции в электронике. По стоимости производства продукции страна поднялась с 47-го места среди всех экспортеров в 2001 г. на 12-е место в 2019 г. В настоящее время доля электроники составляет около 36% валового национального экспорта и 30% суммарного импорта.

Основной предмет экспорта — потребительская электроника: мобильные телефоны, телевизоры, фотоаппараты (41%), электрические приборы (18,2), электронные интегральные схемы (11,9%). Импорт состоит преимущественно из полуфабрикатов — микрокомпоненты (40%), полупроводниковые приборы (6%). Большинство продукции направляется в Китай (19,3%), США (18,2), Корею (9,1), Гонконг (4,9) и Японию (4,9%), а приобретается в Китае (33%), Корее (31), Японии (8) и США (6,5%).

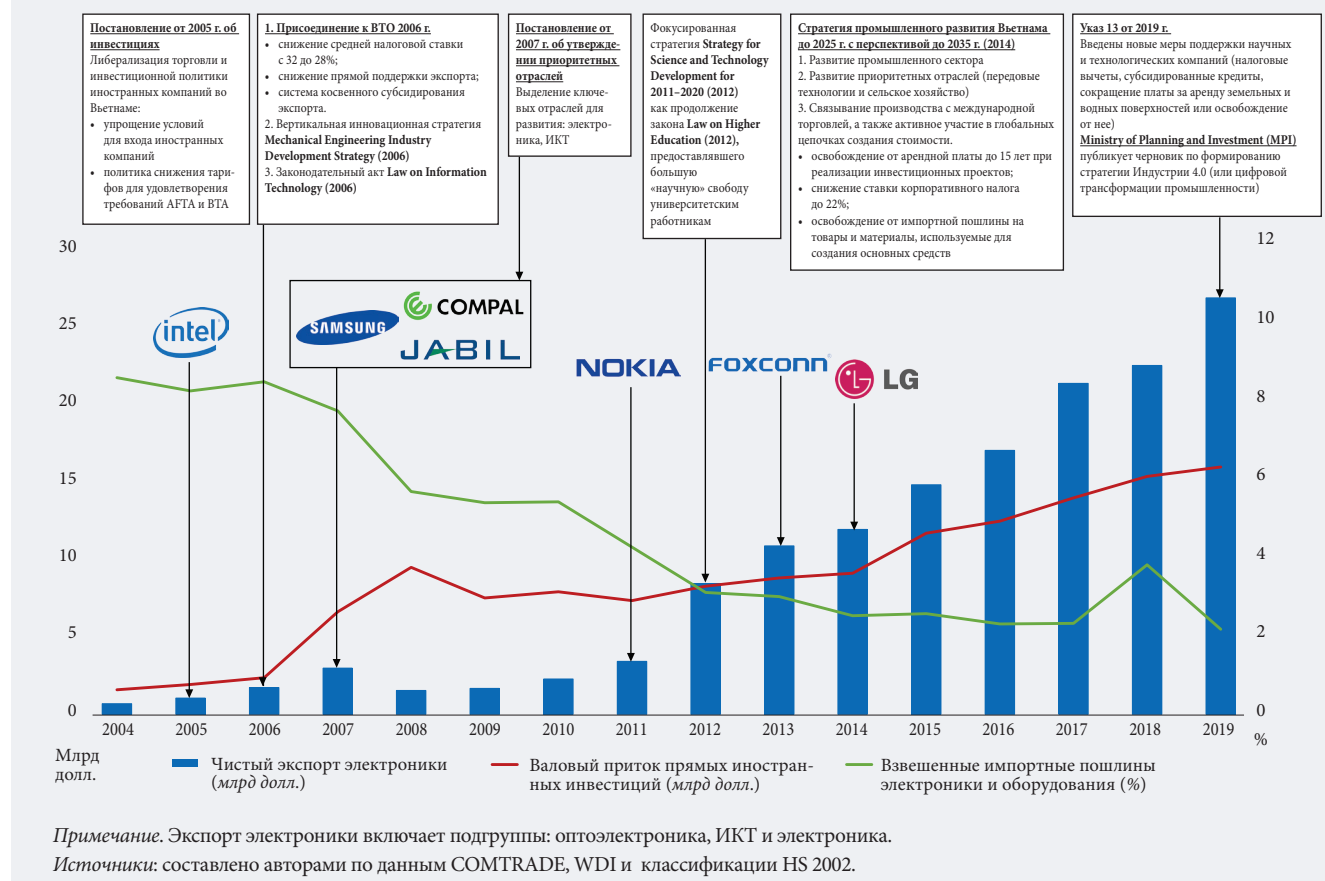
Вьетнам — единственная страна среди лидеров в производстве электроники, зависимость которой от иностранных компонентов усиливается. Доля ино-

Рис. 7. Распределение молодых инновационных компаний в сферах ППТ по странам: 2020 г. (%)



Источники: составлено авторами по данным Crunchbase.

Рис. 8. Валовый приток прямых иностранных инвестиций, размер чистого экспорта и взвешенных импортных пошлин электроники и оборудования Вьетнама



странной добавленной стоимости в экспорте электроники, в 2005 г. составлявшая 36%, к 2015 г. выросла до 44%. Для сравнения: за это же время в Китае она снизилась с 26 до 17%, в Малайзии — с 45 до 37%, на Филиппинах — с 27 до 22%. В производстве преобладают многонациональные компании: хотя их доля сегодня не превышает 30% всех игроков сектора, подобные субъекты обеспечивают около 90% экспорта и 80% внутреннего рынка. В числе крупнейших инвесторов — Samsung, LG, Intel, Canon, Compal Electronics, Jabil Circuit, Microsoft, Nokia, Foxconn (рис. 8) [Ngoc, Binh, 2019].

Достижения во многом обусловлены реформами в торговой и промышленной политике с целью интегрировать страну в глобальные цепочки создания стоимости. Снижение тарифов для соответствия требованиям Азиатской зоны свободной торговли (AFTA, ASEAN Free Trade Area) и двустороннего торгового соглашения (ВТА) с США обеспечило нулевые расходы на импорт оборудования.

Инновационная политика во Вьетнаме начала формироваться только с 2000-х гг. Были приняты точечные «вертикальные» стратегии, например, в сфере механического машиностроения в 2006 г., законы об информационных (2006) и высоких (2008) технологиях, а также

акт, упрощающий регистрацию частных предприятий⁹. Инвесторы из высокотехнологичного сектора пользуются широкой поддержкой. В стране функционируют два крупнейших научно-исследовательских центра Samsung, в которых местные высококвалифицированные ИКТ-инженеры производят до 10% программного обеспечения компании в мире [Do, 2017]. Несмотря на прогресс в электронике, перспективы технологического обновления отрасли остаются скромными. Опыт Вьетнама в рассматриваемом направлении расширяет представления о «классических» причинах неудач в попытках экономического подъема за счет привлечения прямых иностранных инвестиций (дефицит квалифицированного труда и др.) [Paus, 2012; Hausmann, Rodrik, 2003; Hobday et al., 2001; Pham, Anh, 2020]. Отставание компетенций национальных компаний во многом — следствие политики государства, ориентированной на поддержку только иностранных производителей, в частности, за счет более низкого уровня корпоративных налогов. Таким образом, накапливалось технологическое отставание местного бизнеса, что отразилось не только на самом секторе электроники, но и на вспомогательных отраслях, неразвитость которых определила сильную зависимость производств от импорта.

⁹ В год принятия закона о новых компаниях их численность всего за 4 месяца удвоилась по сравнению с 1999 г. https://www.bc.edu/content/dam/files/schools/law/lawreviews/journals/bciclrl/25_1/03_TXT.htm, дата обращения 14.03.2021.

Ирландия и Турция: развитие биоиндустрии

Ключевую роль в становлении рынка биотехнологий в Ирландии сыграли американские фармгиганты (Pfizer, Merck, Abbott и др.), разместившие здесь свои производственные мощности. Ключевыми факторами при выборе локации стали доступность европейского рынка, упрощенная сертификация препаратов, благоприятный налоговый режим, высокое качество бизнес-среды и отсутствие языкового барьера.¹⁰ Ставка налога на прибыль — одна из самых низких в Европе, общая налоговая нагрузка (*total tax and contribution rate*) в 2019 г. равнялась 26.1% (среднее значение по ЕС — 40%) [World Bank, 2019]. Для высокотехнологичных компаний доступны амортизация налога на интеллектуальную собственность, возмещаемые налоговые кредиты на исследования и разработки (ИиР) (25%) и вычеты в рамках режима «патентного ящика» (6.25%) [PWC, 2020]. Помимо привлечение крупнейших фармкомпаний в Ирландии создаются условия для проведения ИиР и взращивания национальных биотехнологических стартапов. Созданный в 2003 г. Ирландский научный фонд не менее четверти всего бюджета направляет на финансирование проектов в области биотеха и смежных направлений [Science Foundation Ireland, 2003, 2019]. В 2006 г. запущена специальная программа поддержки ИиР с бюджетом 2 млн евро. В целях активизации трансфера технологий и развития стартапов основан Центр медицинских и инженерных технологий на базе Технологического института Голуэй-Мейо (Medical and Engineering Technologies Centre, Galway-Mayo Institute of Technology). Количество успешных биомедицинских компаний в абсолютном выражении пока невелико, однако с учетом небольшой численности населения Ирландия входит в число лидеров по удельному показателю (см. рис. 5). За последние 10 лет местная биофармацевтическая индустрия привлекла свыше 10 млрд евро инвестиций в основной капитал. К 2020 г. 10 крупнейших биофармацевтических игроков разместили здесь производственные площадки¹¹.

В Турции рынок биотеха начал формироваться в конце 1990-х гг. фактически с нуля [Özdamar, 2009]. Государство сделало ставку на местные разработки и поддержку инновационных стартапов. Принятие национальной стратегии в области науки и технологий (1993–2003) дало толчок развитию ИиР, биотехнологии оказались в числе приоритетных направлений [Kose, 2017]. В тот период около 20% проектов, профинансированных крупнейшим научным фондом Турции — Советом по научно-техническим исследованиям (TUBITAK), относились к агробиотехнологиям и другим группам биотехнологий [Severcan et al., 2000]. Последовала

успешная реализация нескольких специальных исследовательских программ. Финансирование со стороны ЕС помогло местным исследовательским лабораториям интегрироваться с партнерами в Европе, США и других странах [Dundar, Akbarova, 2011]. «Биотехнологическая стратегия и план действий на 2015–2018 гг.» помимо ИиР акцентировались на поддержке инновационных компаний. С 2016 по 2019 г. существенно выросли затраты на ИиР коммерческих предприятий, почти три четверти всех средств в 2019 г. пришлось на малый и средний бизнес. Число компаний, продающих биотехнологическую продукцию, за тот же период увеличилось с 140 до 211.

Национальные модели развития рынка биотехнологий демонстрируют многообразие подходов. В Ирландии и Турции основной вклад в наращивание конкурентоспособности сектора внесло государство. Подход Ирландии выглядит более продуктивным, однако достигнутый уровень развития отрасли зависит от политической конъюнктуры.

Корея: развитие партнерства академической и бизнес-среды

Корея — один из лидеров по объему расходов на ИиР. В Bloomerg's Innovation Index 2020 г. страна уступает только Германии¹², а в Global Innovation Index занимает 11-е место среди 129 экономик (Германия — девятая)¹³. Корею удалось выстроить тесную интеграцию университетской науки с бизнес-средой, что обеспечило глобальное лидерство по удельному числу исследователей, пришедших в академию из реального сектора. По данным на 2008 г., в университетах были заняты 70% докторов наук, а в промышленности — 20%, причем вторые продемонстрировали более высокую продуктивность [OECD, 2008].

За короткий промежуток времени Корею удалось вывести несколько вузов в мировой топ-100, что отчасти обусловлено их глубокой интеграцией с бизнесом. Местные университеты лидируют по доле совместных публикаций с реальным сектором. В рейтинге Times Higher Education за 2017 г.¹⁴ на первом месте по этому показателю находится Пхоханский университет науки и технологий (Pohang University of Science and Technology, POSTECH), на восьмом — Университет Сонгюнгван (Sungkyunkwan University, SKKU). Кейсы партнерства двух упомянутых вузов с чеболями из списка South Korea's Fair Trade Commission¹⁵ заслуживают более детального рассмотрения.

POSTECH был создан компанией Pohang Steel Company (POSCO) по аналогии с Caltech как небольшой кампус, ориентированный на науку и технологические

¹⁰ <https://www.doingbusiness.org/en/data/exploreconomies/ireland>, дата обращения 30.12.2020.

¹¹ [https://biopharmachemireland.ie/Sectors/BPCI/BPCI.nsf/vPages/Newsroom-ireland-the-global-biopharmachem-location-of-choice-20-01-2020/\\$file/BPCI+Strategy+.pdf](https://biopharmachemireland.ie/Sectors/BPCI/BPCI.nsf/vPages/Newsroom-ireland-the-global-biopharmachem-location-of-choice-20-01-2020/$file/BPCI+Strategy+.pdf), дата обращения 16.05.2021.

¹² <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-01-18/germany-breaks-korea-s-six-year-streak-as-most-innovative-nation>, дата обращения 14.03.2021.

¹³ <https://www.wipo.int/publications/ru/details.jsp?id=4514>, дата обращения 14.03.2021.

¹⁴ <https://www.timeshighereducation.com/news/south-korean-universities-lead-way-on-industry-collaboration>, дата обращения 14.03.2021.

¹⁵ В списке крупнейших корейских чеболей: Samsung, Hyundai Motor, SK, LG, Lotte, POSCO, Hanwha и GS. <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=45210>, дата обращения 14.03.2021.

Табл. 6. Ключевые особенности интеграции университетов и бизнеса в Корею на примере кейсов POSTECH + POSKO и SKKU + Samsung

Кейс	POSTECH + POSKO	SKKU + Samsung
Позиции университета в рейтингах	POSTECH	SKKU
THE World	146	101
QS World	77	88
ARWU World	401–500	201–300
THE World (young)	8	—
QS World (50 under 50)	7	—
Масштаб	Студентов — 3087, в том числе 2% иностранных, профессоров — 705	Студентов — 22 482, в том числе 18% иностранных, профессоров — 3313
Дата создания, год	1986	1996
Концепция создания	Небольшой кампус, ориентированный на науку и технологические инновации	Приобретение компанией Samsung в целях наращивания компетенций Samsung Medical Center в биомедицинских исследованиях, совместное предприятие SAMSUNG-SKKU создано в 1996 г.
Субъект, сыгравший основную роль в интеграции	Президент POSTECH	Министерство образования
Степень автономии от корпоративного партнера в принятии решений	Высокая	Низкая
Сфера операционных интересов	Привязана преимущественно к интересам корпоративного партнера	Значительно шире
Корпоративные инвестиции в университет	Совокупные инвестиции POSCO свыше 2 млрд долл, бюджет POSTECH — 320 млн долл. в 2020 г.	Samsung тратит 50–100 млн долл. в год на SKKU с 1997 г.
<i>Источники:</i> составлено авторами по данным [Stek, 2015; Cho, 2008, 2014; Innace, Dress, 1992] данных THE, QS, ARWU, POSTECH (http://www.postech.ac.kr/eng/about-postech/introduction-to-postech/postech-at-a-glance-2/#).		

инновации [Cho, 2014]. При университете функционирует Исследовательский институт промышленной науки и технологий (Research Institute of Science and Technology, RIST), который реализует краткосрочные проекты по ускорению тестирования инновационных технологий обработки железа, стали, а также в сферах инжиниринга, перспективных материалов, менеджмента и экономики. Обе стороны извлекают преимущества из использования общей инфраструктуры, при этом сохраняя взаимную автономию¹⁶. Несмотря на небольшой размер, POSTECH обладает развитой партнерской сетью, охватывающий 128 университетов из 33 стран, и реализует крупный совместный проект с Обществом Макса Планка.

SKKU, долгое время существовавший как традиционный университет, во второй половине XX в. stagnировал. В конце 1990-х гг. Samsung аффилировала свой медицинский центр с университетом для проведения биомедицинских исследований, что позволило вывести качество лечебных услуг на новый уровень (табл. 6). На этой базе в SKKU создан медицинский факультет, также функционируют Центр исследований в области полупроводников, департамент Computer Education и высшая школа бизнеса. Стратегия развития университета во многом подчинена интересам Samsung и определяется экспертным центром Samsung Economic Research Institute (SERI). SKKU приобрел статус корпоративного

университета, и в названиях многих его подразделений присутствует бренд компании.

Обсуждение результатов и эффекты для политики

На протяжении последних двух десятилетий в промышленной политике произошло смещение фокуса: от селективной защиты, поддержки импортозамещения и ставки на победителя к содействию интеграции в цепочки добавленной стоимости, цифровой трансформации, поддержке малого и среднего бизнеса и позиционированию в новой промышленной революции. Промышленная политика развитых стран усложняется, долгосрочные приоритеты гибко корректируются для максимальной реализации конкурентного потенциала.

Притом что США, Франция и Япония сохраняют лидерство на мировых рынках ПП, их доли в отдельных сегментах постепенно сокращаются под давлением новых игроков, переживающих быструю структурную трансформацию экономики (Тайвань, Корея, Китай). Одновременно специализация упомянутых лидеров переключается на новейшие рынки, связанные с Индустрией 4.0. Великобритания ослабила позиции в сфере ИКТ и современных материалов, но расширила присутствие на рынках биотехнологий и аэрокосмической промышленности. Германия частично свернула

¹⁶ Например, в 2017 г. подписано соглашение о совместном развитии экосистемы искусственного интеллекта в POSCO и подготовке собственных специалистов по этому направлению. <https://newsroom.posco.com/en/posco-group-university-partners-postech-ai-specialists/>, дата обращения 14.03.2021.

активность в сегментах современных материалов и аддитивного производства, но усилила в сферах биотехнологий, наук о жизни и электроники.

Российская промышленная политика, несмотря на общемировые тренды, сохраняет вертикальность и иерархичность, ориентацию на крупные компании на фоне проблем с позиционированием новых игроков, в том числе из развивающейся сферы ПП. Это сочетается с запаздыванием в формировании рационального регулирования секторов, связанных с «подрывными» технологиями. Необходимо разделение стратегий развития для зарождающихся (*sunrise*) и затухающих (*sunset*) отраслей. Возникающие направления отличаются высоким потенциалом роста и возможностями масштабирования. Однако к ним относятся индустрии, не только перспективные с точки зрения технологического обновления, но и меняющие организацию традиционных производств и являющиеся «сквозными» для ряда отраслей (электроника, гибкое производство, современные материалы) [Wang, 1995].

Затухают как традиционные, так и отдельные высокотехнологичные сектора (например, текстильная промышленность, автомобилестроение). Причисление к этой категории может основываться на стратегическом решении о перераспределении ресурсов и политической поддержке с учетом отсутствия долгосрочных перспектив и потери конкурентоспособности.

Для рынков Индустрии 4.0 характерна сильная концентрация знаний в университетах в сочетании с высокой активностью стартапов, тогда как на рынках Индустрии 3.0 преобладает скорее масштабное производство. Зарождающиеся рынки ПП связаны с монополизацией новых знаний и их быстрой коммерциализацией, тогда как «сложившиеся» отличаются углубленной специализацией, укрупнением ведущих компаний и усилением конкуренции в исследовательской среде. Как следствие, различаются подходы к поддержке различных рынков ПП. В случае возникающих рынков приоритет отводится улучшению делового климата, повышению инновационной активности, наращиванию новых компетенций. Многие страны независимо от уровня развития изучают тренды на возникающих рынках ПП, адаптируют отраслевые стратегии к контексту Индустрии 4.0 [UNIDO, 2020; Дежина, Пономарев, 2014]. Успешные страновые кейсы показывают, что универсальных рецептов для достижения лидерства не существует. В каждом случае следует учитывать уникальный контекст страны и отрасли. Некоторые государства добивались стремительных успехов благодаря привлечению иностранного капитала. Однако подобные результаты возможны только в небольших странах, а их устойчивость зависит от поведения нескольких крупных международных компаний. Для крупных экономик привлечение зарубежных инвестиций сопряжено с большими издержками. При отсутствии востребованных специальных компетенций затрудняется приток зарубежных ин-

вестиций. Освоение новых технологий затухающими отраслями может стать драйвером конкурентоспособности и будущего роста. Для достижения лидерства на рынках ПП важно не только обладать человеческим капиталом, но и обеспечить его циркуляцию между академическим и реальным секторами. При этом баланс (чистая миграция) в странах, добившихся успеха на рынках ПП, складывается в пользу последнего [Dayton, 2020]. Университетский персонал может применять свои компетенции в производстве, расширять круг тестируемых на практике идей, что критично для прогресса зарождающихся рынков.

Стратегии развития рынков ПП, как правило, базируются на вовлечении сети стейкхолдеров [UNIDO, 2020; Hausmann, Rodrik, 2003, 2018; Santiago, 2018] и переходе к модели *stakeholder capitalism* [Schwab, Vanham, 2021; WEF, 2019]. Успех их реализации во многом зависит от готовности и способности лиц, принимающих решения, обеспечить согласованное видение [Lee, 2021], создать возможности для ранней идентификации трендов [Paunov, Planes-Satorra, 2019], экспериментировать, запускать пилотные проекты, отбирать идеи и программы для масштабирования [Hausmann, Rodrik, 2003; Rodrik, 2018]. Подход «сверху вниз» для координации технологических изменений демонстрирует высокую результативность в догоняющих странах, например в Чили и Вьетнаме [UNIDO, 2020].

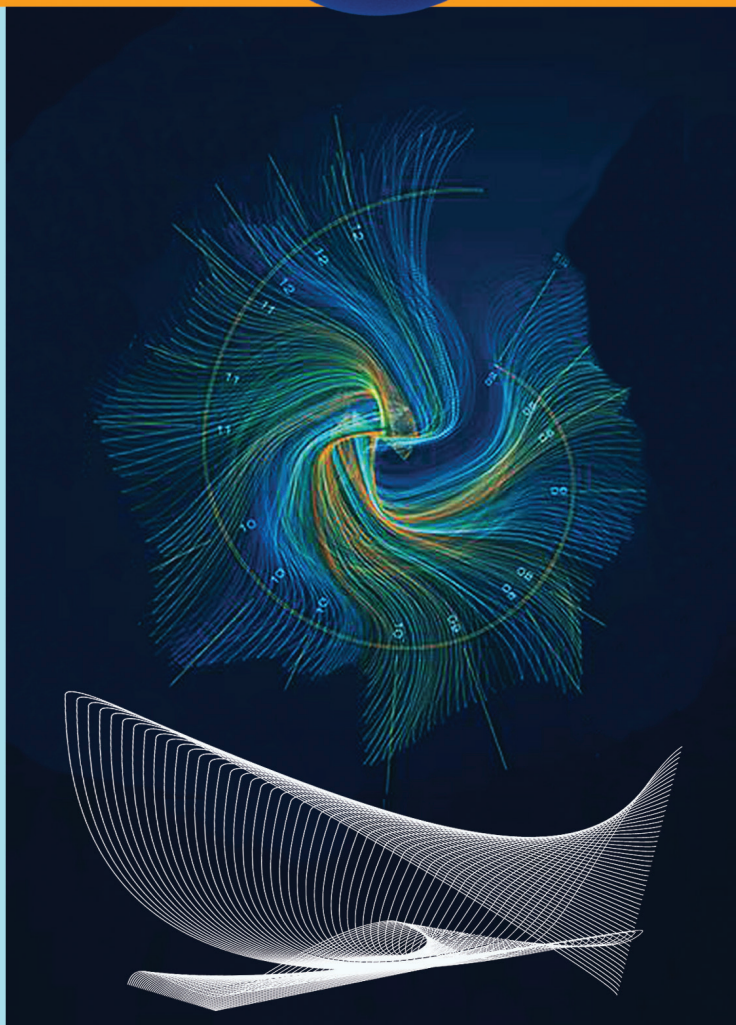
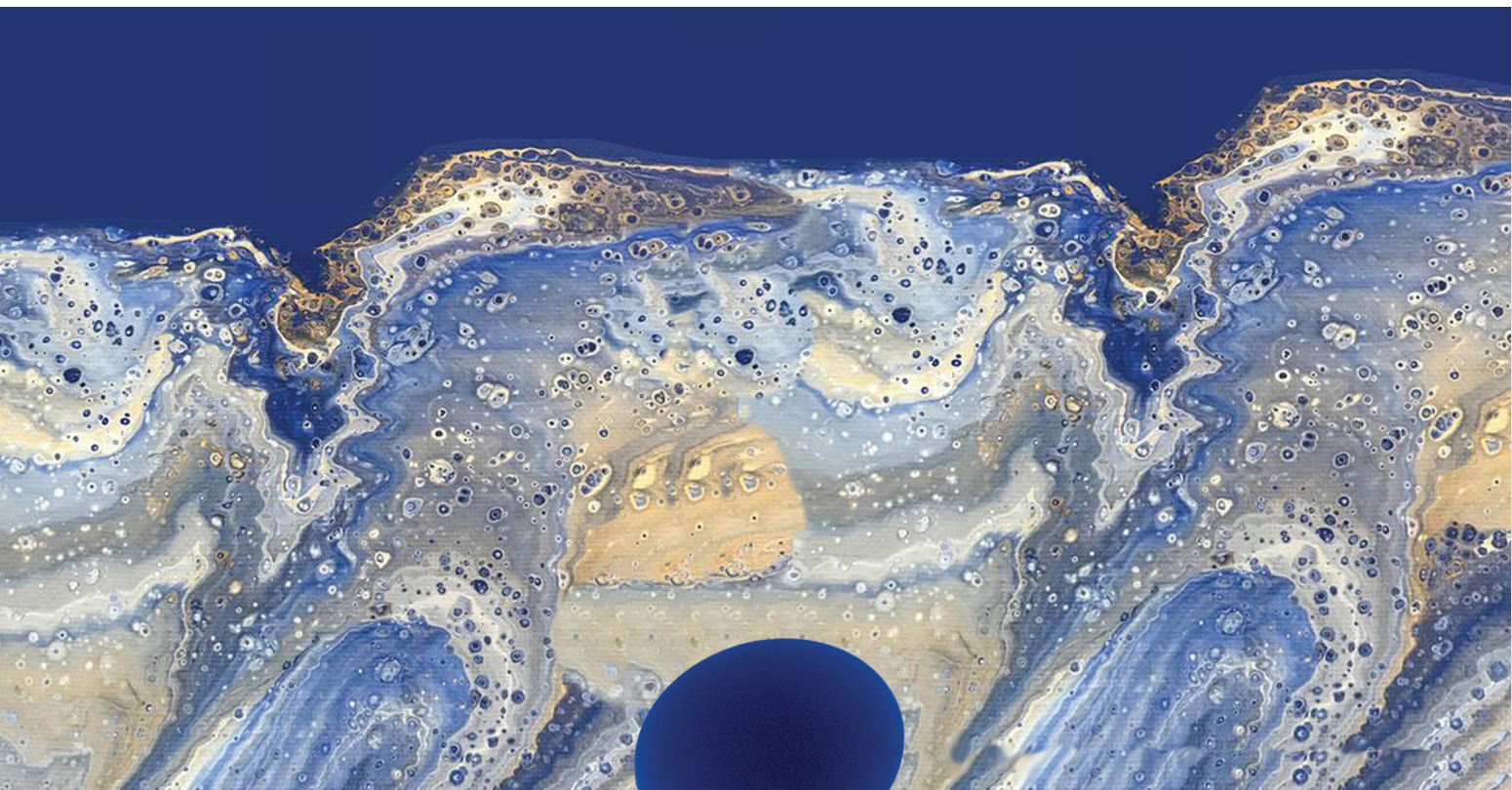
Однако ППТ (по крайней мере, их часть) являются «сквозными», размывают традиционные границы секторов. В связи с этим возникает потребность в постоянной корректировке и адаптации подходов к управлению трансформацией производств под влиянием новых технологий. Необходимы альтернативные инструменты и рамки для работы с усложняющимися производственными системами, которые характеризуются многообразием взаимозависимостей между отраслями, компаниями, технологиями, подсистемами [López-Gómez et al., 2017]. «Всеохватность» и сквозная природа новых технологий требуют комплексного управления и координации государства [Lee, 2021]. Как следствие, актуальным является развитие горизонтальных связей между вертикальными стратегиями на уровне секторов, основных акторов и стейкхолдеров.

Разделы «Методология», «Структурные особенности глобальных рынков ПП», «Позиции стран на рынках ПП», «Факторы странового лидерства на рынках ПП» подготовлены в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых «Оценка участия России в международной торговле продукцией, связанной с технологиями Четвертой промышленной революции, и ее влияние на улучшение позиций России в глобальных цепочках создания стоимости» (соглашение от 20.04.2021 № 075-15-2021-318). Раздел «Кейсы стран — новых лидеров по интеграции в рынки ПП» подготовлен в рамках проекта «Эффекты от участия России на глобальных рынках передового производства и следствия для российской структурной политики», выполненного в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2021 г.

Библиография

- Дежина И., Пономарев А. (2014) Перспективные производственные технологии: новые акценты в развитии промышленности. *Форсайт*, 8(2), 16–29.
- НИУ ВШЭ (2018) *Структурные изменения в российской экономике и структурная политика*, М.: НИУ ВШЭ.
- Симачёв Ю.В., Кузык М.И., Погребняк Е.В. (2018) Промышленная политика федерального уровня: базовые модели и российская практика. *Журнал Новой экономической ассоциации*, 3 (39), 146–154. DOI: 10.31737/2221-2264-2018-39-3-8
- Accenture (2014) *The Flexible Manufacturer. Out-performing competition by changing the rules*, Dublin: Accenture. https://www.accenture.com/t20150523T035031_w__/_se-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Dualpub3/Accenture-Flexible-Manufacturer-Out-Performing-Competition-Changing-Rules.pdf, дата обращения 20.04.2021.
- Ardito L., D'Adda D., Petruzzelli A.M. (2018) Mapping innovation dynamics in the Internet of Things domain: Evidence from patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 317–330. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.022>
- Balassa B. (1965) Trade liberalisation and “revealed” comparative advantage. *The Manchester School*, 33(2), 99–123. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x>
- Blanchet M., Rinn T., Duijn A., Geissler C. (2016) *The Industrie 4.0 Transition Quantified: How the Fourth Industrial Revolution Is Reshuffling the Economic, Social and Industrial Model. Think Act – Beyond Mainstream*, Munich: Roland Berger.
- Castelo-Branco I., Cruz-Jesus F., Oliveira T. (2019) Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: Evidence for the European Union. *Computers in Industry*, 107, 22–32. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.007>
- Cho M.H. (2008) Corporate Helix Model: The industry and triple helix networks. *International Journal of Technology and Globalisation*, 4(2), 103–120. <https://doi.org/10.1504/IJTG.2008.018958>
- Cho M.H. (2014) Technological catch-up and the role of universities: South Korea's innovation-based growth explained through the Corporate Helix model. *Triple Helix*, 1(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s40604-014-0002-1>
- Dayton L. (2020) How South Korea made itself a global innovation leader. *Nature*, 581(7809), S54–S56. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01466-7>
- Deloitte (2020a) *2021 Telecommunications industry outlook*, London: Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/technology-media-telecommunications/us-tmt-2021-outlook-for-the-us-tme-industry.pdf>, дата обращения 30.12.2020.
- Deloitte (2020b) *Global trends on the pharmaceutical and biotechnology market*, London: Deloitte. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ce/Documents/about-deloitte/ce_2020_global_life_sciences_outlook.pdf, дата обращения 30.12.2020.
- Do T.T.N. (2016) *Assessing and Improving Rational Antimicrobial Use in Urban and Rural Health Care Facilities in Vietnam*, Milton Keynes: Open University.
- Dundar M., Akbarova Y. (2011) Current State of Biotechnology in Turkey. *Current Opinion in Biotechnology*, 22, S3–S6. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.05.509>
- EY (2020) *Swiss Biotech Report*, London: Ernst & Young. <https://www.swissbiotech.org/wp-content/uploads/2020/05/20200421-Swiss-Biotech-Report.pdf>, дата обращения 30.12.2020.
- Ferrantino M.J., Koopman R.B., Wang Z., Yinug F. (2010) The nature of US–China trade in advanced technology products. *Comparative Economic Studies*, 52(2), 207–224. <https://doi.org/10.1057/ces.2010.6>
- Foster-McGregor N., Nomaler Ö., Verspagen B. (2019) Measuring the creation and adoption of new technologies using trade and patent data. Maastricht: UNU-MERIT. <https://192.87.143.10/publications/wppdf/2019/wp2019-053.pdf>, дата обращения 17.02.2021.
- Fujii H., Managi S. (2018) Trends and priority shifts in artificial intelligence technology invention: A global patent analysis. *Economic Analysis and Policy*, 58, 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2017.12.006>
- Fulton M., Hon B. (2010) Managing advanced manufacturing technology (AMT) implementation in manufacturing SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59(4), 351–371. <https://doi.org/10.1108/17410401011038900>
- Gasparatos A., Doll C.N., Esteban M., Ahmed A., Olang T.A. (2017) Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 161–184. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.030>
- Hallward-Driemeier M., Gaurav N. (2018) *Trouble in the Making? The Future of Manufacturing-Led Development*, Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1174-6>
- Hausmann R., Rodrik D. (2003) Economic development as self-discovery. *Journal of Development Economics*, 72(2), 603–633. [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(03\)00124-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(03)00124-X)
- Hobday M., Cawson A., Kim S.R. (2001) Governance of technology in the electronics industries of East and South-East Asia. *Technovation*, 21(4), 209–226. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(00\)00038-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(00)00038-9)
- Horváth D., Szabó R.Z. (2019) Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 119–132. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.021>
- IAEA (2020) *Nuclear Technology Review 2020*, Vienna: IAEA. <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc64-inf2.pdf>, дата обращения 30.12.2020.
- Innace J.J., Dress A. (1992) *Igniting Steel: Korea's POSCO Lights the Way*, Tampa, FL: Global Village Press.
- Kim G., Bae J. (2017) A novel approach to forecast promising technology through patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 228–237. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.023>
- Kim H.W., Qureshi Z. (eds.) (2020) *Growth in a time of change: Global and country perspectives on a new agenda*, Washington, D.C.: Brookings Institution Press.
- Kose I. (2017) Science and Technology Policies in Turkey. In: *Researches on Science and Art in 21st Century Turkey* (eds. H. Arapgirlioglu, A. Atik, R.L. Elliott, R. Turgeon), Ankara: Gece Kitapligi, pp. 1759–1774.
- Lee K. (2021) *Economics of technological leapfrogging*, Vienna: UNIDO.
- Lin J.Y. (2012) *New Structural Economics: A Framework for Rethinking Development and Policy*, Washington, D.C.: The World Bank.
- Lineberger R. (2019) *2020 Global Aerospace and Defense Industry Outlook*, London: Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Manufacturing/gx-global-outlook-ad-2020.pdf>, дата обращения 30.12.2020.
- López-Gómez C., Leal-Ayala D., Palladino M., O'Sullivan E. (2017) *Emerging trends in global advanced manufacturing: Challenges, opportunities and policy responses*, Vienna, Manchester: UNIDO, Cambridge University.
- Marginson S. (2007) Global university rankings: Implications in general and for Australia. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 29(2), 131–142. <https://doi.org/10.1080/13600800701351660>
- Marginson S., van der Wende M. (2007) To rank or to be ranked: The impact of global rankings in higher education. *Journal of Studies in International Education*, 11(3–4), 306–329. <https://doi.org/10.1177/1028315307303544>
- Mohan A., Roy A. (2017) *A Strategic Investment Framework for Biotechnology Markets via Dynamic Asset Allocation and Class Diversification*. <https://arxiv.org/abs/1710.03267>, дата обращения 12.06.2021.
- Narain A. (2016) *Electronics in South Asia*, Washington, D.C.: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/25118/108827-WP-P146865-PUBLIC-electronics.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, дата обращения 14.04. 2021.
- Naudé W., Surdej A., Cameron M. (2019) Ready for Industry 4.0? The Case of Central and Eastern Europe. In: *Industry 4.0 and Engineering for a Sustainable Future* (eds. M. Dastbaz, P. Cochrane), pp. 153–175. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12953-8_10

- Ngoc T.T.B., Binh D.T. (2019) Vietnam's Electronics Industry: The Rise and Problems of Further Development. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 7(4), 1–12. <https://doi.org/10.18510/hssr.2019.741>
- OECD (2008) *OECD Review of Korea's Innovation Policy*, Paris: OECD. https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-reviews-of-innovation-policy-korea-2009_9789264067233-en#page1, дата обращения 30.12.2020.
- Osborne-Kinch J., Coates D., Nolan L. (2017) The aircraft leasing industry in Ireland: Cross border flows and statistical treatment. *Central Bank of Ireland Quarterly Bulletin Articles*, 1, 58–69. <https://www.centralbank.ie/docs/default-source/publications/quarterly-bulletins/quarterly-bulletin-signed-articles/the-aircraft-leasing-industry-in-ireland.pdf?sfvrsn=6>, дата обращения 24.02.2021.
- Özdamar T.H. (2009) Biotechnology in Turkey: An Overview. *Biotechnology Journal: Healthcare Nutrition Technology*, 4(7), 981–991. <https://doi.org/10.1002/biot.200900145>
- Paunov C., Planes-Satorra S. (2019) *How are digital technologies changing innovation? Evidence from agriculture, the automotive industry and retail*, Paris: OECD. <https://doi.org/10.1787/23074957>
- Paus E. (2012) Confronting the middle income trap: insights from small latecomers. *Studies in Comparative International Development*, 47(2), 115–138. <https://doi.org/10.1007/s12116-012-9110-y>
- Pham H.S.T., Nguyen A.N., Johnston A. (2020) Economic policies and technological development of Vietnam's electronics industry. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/13547860.2020.1809055>
- PWC (2020) *Investing in Ireland*, Dublin: PWC. <https://www.pwc.ie/publications/2020/fdi-investing-in-ireland-issue-42.pdf>, дата обращения 30.12.2020.
- Reischauer G. (2018) Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.012>
- Rodrik D. (2018) *New Technologies, Global Value Chains, and Developing Economies* (NBER Working Paper 25164). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w25164>
- Santiago F. (2018) *You say you want a revolution: Strategic approaches to Industry 4.0 in middle-income countries*, Vienna: UNIDO.
- Schwab K., Vanham P. (2018) *Shaping the future of the fourth industrial revolution*, New York: Currency.
- Schwab K., Vanham P. (2021) *Stakeholder capitalism: A global economy that works for progress, people and planet*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Science Foundation Ireland (2003) *Annual report and accounts 2003*, Dublin: Science Foundation Ireland. <https://www.sfi.ie/research-news/publications/annual-reports/SFI-Annual-Report-2003.pdf>, дата обращения 30.12.2020.
- Science Foundation Ireland (2019) *Annual report and accounts 2019*, Dublin: Science Foundation Ireland. [https://www.sfi.ie/research-news/publications/annual-reports/SFI-2019-Annual-Report-\(English\).pdf](https://www.sfi.ie/research-news/publications/annual-reports/SFI-2019-Annual-Report-(English).pdf), дата обращения 30.12.2020.
- Severcan F., Ozan A., Haris P.I. (2000) Development of biotechnology education in Turkey. *Biochemical Education*, 28(1), 36–38. <https://doi.org/10.1111/j.1539-3429.2000.tb00011.x>
- Shipp S.S., Gupta N., Lal B., Scott J.A., Weber C.L., Finnin M.S., Thomas S. (2012) *Emerging global trends in advanced manufacturing*, Alexandria VA: Institute For Defense Analyses.
- Simachev Y.V., Fedyunina A., Kuzyk M.G. (2020) Industrial revolution 4.0 in the BRICS countries: What are the challenges for industrial policy? *BRICS Journal of Economics*, 1(3), 4–22.
- Stek P. (2015) The strategic alliance between Sungkyunkwan University and the Samsung Group: South Korean exceptionalism or new global model? *Helice*, 4. <https://www.triplehelixassociation.org/helice/volume-4-2015/helice-issue-12/the-strategic-alliance-between-sungkyunkwan-university-and-the-samsung-group-south-korean-exceptionalism-or-new-global-model>, дата обращения 15.12.2020.
- STPI (2010) *White Papers on Advanced Manufacturing Questions. Draft Working Papers Version 040510*, Washington, DC: Science and Technology Policy Institute. <https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/05/09/advanced-manuf-papers.pdf>, дата обращения 06.04.2020.
- Tansan B., Gökbülüt A., Targotay Ç., Tevfik E. (2016) *Industry 4.0 in Turkey as an Imperative for Global Competitiveness: An Emerging Market Perspective*, Istanbul: TÜSIAD.
- Tofail S.A., Koumoulos E.P., Bandyopadhyay A., Bose S., O'Donoghue L., Charitidis C. (2018) Additive manufacturing: Scientific and technological challenges, market uptake and opportunities. *Materials Today*, 21(1), 22–37. <https://doi.org/10.1016/j.matod.2017.07.001>
- Tuesta E.F., Garcia-Zorita C., Ayllon R.R., Sanz-Casado E. (2019) Does a Country/Region's Economic Status Affect Its Universities' Presence in International Rankings? *Journal of Data and Information Science*, 4(2), 56–78. <https://doi.org/10.2478/jdis-2019-0009>
- UNCTAD (2019) *Contribution of Turkey to the Commission on Science and Technology for Development (CSTD) 2018–19 Priority Theme on 'The Impact of Rapid Technological Change on Sustainable Development'*, Vienna: UNCTAD. https://unctad.org/system/files/non-official-document/CSTD_2019_IPanel_T1_RapidTech_con11_Turkey_en.pdf, дата обращения 27.04.2021.
- UNIDO (2020) *Competitive Industrial Performance Index 2020: Country Profiles*, Vienna: UNIDO. https://stat.unido.org/content/publications/competitive-industrial-performance-index-2020%253a-country-profiles?_ga=2.161772281.455182122.1612350573-1676216167.1612350573, дата обращения 30.12.2020.
- UNODC (2019) *The legal market in firearms*, Vienna: UNODC. https://www.unodc.org/documents/e4j/Module_03_-_Legal_Market_in_Firearms_FINAL.pdf, дата обращения 30.12.2020.
- van Wilgenburg B., van Wilgenburg K., Paisner K., van Deventer S., Rooswinkel R.W. (2019) Mapping the European startup landscape. *Nature Biotechnology*, 37(4), 345–349. <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0076-4>
- Wang V.W.C. (1995) Developing the information industry in Taiwan: Entrepreneurial state, guerrilla capitalists, and accommodative technologists. *Pacific Affairs*, 68(4), 551–576. <https://doi.org/10.2307/2761276>
- WEF (2019) *Global Technology Governance A Multistakeholder Approach*, Geneva: WEF. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Technology_Governance.pdf, дата обращения 30.12.2020.
- World Bank (2016) *World Development Report 2016: Digital Dividends*, Washington, D.C.: World Bank.
- World Bank (2019) *World Development Report 2020: Trading for Development in the Age of Global Value Chains*, Washington, D.C.: World Bank.



Идентификация технологического фронта

Евгений Балацкий

Профессор, директор^a, главный научный сотрудник^b, ebalatsky@inbox.ru

^a Центр макроэкономических исследований, Финансовый университет при Правительстве РФ, 125993, Москва, Ленинградский проспект, 49

^b Центральный экономико-математический институт РАН, 117418, Москва, Нахимовский проспект, 47

Аннотация

Предметом исследования является рынок инноваций. Для понимания закономерностей его функционирования в статье вводится понятие технологического фронта — условной отметки, достижение которой делает оправданным для развивающихся экономик переход от широкомасштабного заимствования иностранных новых технологий к их разработке внутри страны. Предложена простая модель расчета указанной границы на базе международной статистики по 61 стране мира.

Для повышения точности оценок осуществлена кластеризация стран на передовые (преодолевшие

технологический фронт и разрабатывающие собственные технологии) и догоняющие. Согласно расчетам современное среднемировое значение технологического фронта находится в районе 70% производительности труда в США. Сравнение с предыдущими оценками показывает, что данная величина увеличивается, усложняя переход догоняющих государств от заимствования к собственным разработкам. Учет технологического фронта позволяет избежать как неправомерной задержки в развитии собственных технологий, так и преждевременного перехода к созданию инноваций при игнорировании возможностей заимствования.

Ключевые слова: технологический фронт;
производительность труда; заимствование технологий;
инновации

Цитирование: Balatsky E. (2021) Identification of the Technology Frontier. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 23–34. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.23.34

Identification of the Technology Frontier

Evgeny Balatsky

Professor and Head^a, Principal Research Scientist^b, ebalatsky@inbox.ru

^a Macroeconomic Regulation Center, Financial University under the Government of the Russian Federation, 49 Leningradsky Prospekt, Moscow, 125993, Russian Federation

^b Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, 47 Nakhimov Prospekt, Moscow, 117418, Russian Federation

Abstract

The subject of this study is the innovation market. To understand the laws of its functioning, this article introduces the concept of a technology frontier. This is understood as the relative productivity of labor (relative to the technological leader – the United States), the achievement of which makes it justified for developing economies to move from large-scale borrowing of foreign new technologies to their development within the country. The purpose of the article is to determine the specified frontier, for which a simple econometric model based on international statistics for 61 countries is proposed.

To improve the accuracy of the calculations, countries were clustered into two groups: advanced, for which

the technology frontier has been crossed and their own developments of new technologies prevail, and developing, for which the problem of the technology frontier remains important. The current value of the technology frontier is in the region of 70% of labor productivity in the United States. The comparison with previous estimates shows that this value tends to increase, which creates additional difficulties for the transition of catching-up countries from the mode of borrowing to the mode of creating new technologies. Taking into account the technological frontier allows avoiding both an undue delay in the development of proprietary technologies as well as a premature transition to the creation of innovations while ignoring the possibilities of borrowing.

Keywords: technology frontier; labor productivity; technology borrowing; innovation

Citation: Balatsky E. (2021) Identification of the Technology Frontier. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 23–34. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.23.34

По уровню технологического развития страны делятся на лидеров (ядро) и догоняющих (периферия и полупериферия). Для сокращения технологического отставания в разных пропорциях могут использоваться стратегии создания новых технологий (инновационная) и заимствований (имитационная). Несмотря на кажущуюся несложность имитационного подхода, лишь немногие государства, избравшие эту модель, смогли приблизиться к лидерам.

Проведению эффективной инновационной политики препятствуют многие факторы. Среди них — трудность определения технологического фронта (ТФ) — критической отметки (выражающей относительную производительность труда на фоне страны-лидера), после преодоления которой целесообразно переходить от заимствования чужих технологий к собственным разработкам. Недоучет данного фактора приводит к тому, что, если уровень развития вышел за пределы ТФ, а ставка на заимствование технологий сохраняется, страна попадает в ловушку и дальнейший прогресс тормозится [Дементьев, 2006]. Напротив, попытка реализовать масштабные исследования и разработки (ИиР) при нахождении национальной экономики существенно ниже ТФ влечет неоправданные расходы в силу невостребованности производителями передовых технологий.

Задача статьи состоит в разработке алгоритма идентификации ТФ на базе международной статистики. Учет данного параметра даст значительные преимущества, поскольку позволит своевременно определить момент для переключения с имитационной стратегии на инновационную.

Понятие технологического фронта

В экономической литературе концепция ТФ возникла в рамках теории эндогенного экономического роста и тесно связана с понятием совокупной, или общей факторной производительности (ОФП). Данный термин, фигурирующий иногда в качестве остатка Солоу, обозначает оценку уровня технологического прогресса в экономике и представляет собой разность взвешенных темпов прироста между выпуском и остальными факторами производства [Solow, 1956]. К таковым в канонических моделях относятся труд и физический капитал, а в усложненных модификациях добавляются человеческие ресурсы, качество институтов, инфраструктуры и т. п. В классической модели Солоу существуют такие предпосылки, как постоянная отдача от масштаба, условия совершенной конкуренции, оперирование компаний на границе производственных возможностей.

Для устранения указанных факторов были предложены «граничные» способы оценки технологического прогресса: непараметрические методы огибающих (линейное программирование) [Farrell, 1957] и модели стохастической границы производственных возможностей (панельные данные) [Aigner et al., 1977]. Оба метода ориентированы на оценку величины технологического прогресса на основе моделирования производственной границы (фронта) посредством поиска предель-

ной эффективности технологического фактора. В ряде исследований фронт называется технологическим [Caselli et al., 2006]. Однако при таком понимании ТФ речь идет о технологических возможностях экономики и подразумевается расширенная коннотация указанного понятия. Подобная трактовка довольно сложна, так как подразумевает совокупность наиболее эффективных способов производства, доступных при определенных условиях (для компании, отрасли или страны) [Sato, 1974]. Причем в английском языке данное понятие несет двойной смысл. Под пограничной или передовой (*frontier technology*) понимают технологию, способную радикально трансформировать устоявшиеся экономические или социальные процессы. К их числу относятся, например, возобновляемая энергия, искусственный интеллект, электромобили и т. д. [UNCTAD, 2018]. Совокупность таких технологий, действующих на рынке, образует ТФ как некоторый предел технологических возможностей.

Расширенная интерпретация ТФ отождествляет ее с технологическим фактором в самом широком смысле слова, тогда как в естественных и технических науках ТФ имеет более узкое значение — это пороговая величина (например, температура), при которой наблюдаемый объект или процесс принципиально меняет свои свойства (например, температура плавления). Именно такое понимание все чаще используется экономистами, моделирующими поведение компании или страны при переключении с режима инвестиций в зарубежные технологии (имитация) на проведение собственных разработок (инновации).

Попытки моделирования поведения организации в условиях смены режимов предпринимаются с 1960-х гг. [Scherer, 1967; Baldwin, Childs, 1969]. Изначально в основу модели закладывался затратный подход: расходы на покупку технологии (имитацию) имеют преимущество в силу быстрой окупаемости. Однако из-за того, что компания теряет долю рынка, прибыль, получаемая от внедрения приобретенной технологии, быстро падает. Издержки, связанные с собственными разработками, напротив, менее привлекательны в краткосрочном периоде, но в долгосрочном — оправдываются с избытком. Таким образом, с учетом особенностей рынка предприятие всегда находится перед выбором: имитировать инновации или их создавать.

Подобный подход выглядит плодотворным, однако усложняется из-за необходимости учитывать межвременное соизмерение альтернативных эффектов. В дальнейшем он был перенесен на макроуровень. Разработана модель, рассматривающая отрасль как конкурентное поле компаний — новаторов и имитаторов и описывающая влияние корпоративных стратегий на экономический рост и эффективность государственных субсидий на ИиР [Segerstrom, 1991]. В дальнейшем разделение стран на технологических лидеров и догоняющих позволило обозначить направления политики, обеспечивающей максимальные темпы экономического роста для каждой группы государств [Sala-i-Martin, Barro, 1995]. Введена дихотомия в отношении не только технологического режима компании (страны), но и

многочисленных участников рынка, ставшая основой для будущих эмпирических исследований. Термин ТФ здесь напрямую не упоминался, но именно эти публикации создали предпосылки для выработки его нового понимания.

Сформулировано простое правило: прорывные инновации (то есть переход к ТФ) становятся выгодными, когда растет отдача от технологических достижений, а масштабы инновации перекрывают стоимость ИиР [Paulson Gjerde et al., 2002]. Изначально это правило относилось к отдельным компаниям, тем не менее оно легко применимо к отраслям и странам. Выявлена базовая закономерность: государства с отсталой экономикой выбирают имитационный путь, а более развитые берут на вооружение инновационную стратегию. Мерой зрелости экономики служит расстояние до мировой ТФ [Acemoglu et al., 2003, 2006]. Очевидно, переключение режимов происходит относительно плавно, когда возможно сосуществование обоих способов технологического обновления. По мере приближения к ТФ возрастают сложность заимствуемых технологий и значимость собственных инноваций, основанных на человеческом капитале и научно-технологических заделах страны [Acemoglu, 1997]. Инновации появляются в отраслях (экономике), находящихся в пограничной зоне или вблизи нее, а потребность в заимствовании технологий возрастает с отдалением национальной экономики от мировой планки ТФ [Cincera, van Pottelsberghe, 2001; Полтерович, 2009]. Таким образом, была предложена идея комбинированной стратегии, когда одновременно имеют место заимствование и разработки новых технологий, а динамика развития проявляется в увеличении инновационной активности.

В целом расширенное понимание ТФ объясняется ускоренной динамикой самих технологических изменений. Например, коммерциализация одной из пограничных технологий способна существенно переместить ТФ во всем мире. Существует принципиальное различие между инновациями «для себя», реализуемыми в том числе при заимствовании технологий, и реальными инновациями — для рынка. Их приобретение означает признание потребителями, что в определенной мере отодвигает ТФ [Ясин, Снеговая, 2018]. Следовательно, расширенная трактовка ТФ более абстрактна и сложнее верифицируема, при этом содержательно объясняет траектории развития компаний и стран, а также служит элементом в системе проектирования дальнейшего прогресса.

Практика количественной оценки ТФ

Рассмотрим некоторые подходы к идентификации ТФ.

1. *Определение ТФ как ОФП в традиционных производственных функциях* [Бессонова, 2007]:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha},$$

где:

Y — совокупный выпуск;

K — капитал;

L — труд;

α — эластичность;

A — совокупная факторная производительность, которая трактуется как ТФ.

Напомним, что более сложные и реалистичные модификации достигаются введением дополнительных факторов или дезагрегированием базовых составляющих (например, труда на квалифицированный и неквалифицированный) [Caselli et al., 2006]. Основным преимуществом подобного подхода выглядит возможность введения двух категорий ТФ: 1) расстояние страны относительно ее условной границы, т. е. максимально достижимого уровня производительности; 2) мера дистанции между условной границей страны и мировой планкой [Filippetti, Peyrache, 2017]. Второй подход доказал свою плодотворность в объяснении темпов экономического роста с учетом масштабов технологического отставания страны [Battisti et al., 2018; Rabe, 2016]. Он ориентирован на абстрактный маргинальный технологический потенциал государства, выраженный в безразмерных единицах.

2. *Понимание ТФ как соотношения производительности труда в рассматриваемом государстве с показателями лидера* (обычно США) с учетом паритета покупательной способности (ППС) [Aghion et al., 2005] позволяет воспринимать эту величину в качестве разделительной полосы между режимами имитации и создания инноваций. Часто значение ТФ вводится в уравнения, содержащие другие макроэкономические переменные — добавленную стоимость, затраты на ИиР, стоимость промежуточной продукции и т. д. Аналогичная схема применяется и на микроуровне с той лишь разницей, что в систему уравнений вводятся одна или несколько компаний-конкурентов для расчета рентабельности выбора инновационного режима, а ТФ оказывается равным максимальной производительности среди всех предприятий [Benhabib et al., 2017]. Тем самым в указанных исследованиях само понятие ТФ фактически подменяется показателем относительной производительности труда. В результате учитывается дистанция от технологического лидера, но точка смены режима с заимствования на создание инноваций, строго говоря, не определяется.

Если на уровне стран или отраслей эмпирические данные обычно собираются национальными статистическими ведомствами, то для оценки ТФ отдельных компаний применяются социологические исследования. Так, на основе опроса представителей испанского бизнеса удалось смоделировать влияние удаленности от технологического уровня компании-лидера на выбор между инновациями и заимствованием для отдельных предприятий, при этом ТФ был представлен через ОФП [Gombau, Segarra, 2011]. Аналогичное обследование проводилось по африканским странам, однако ТФ не рассматривался в контексте имитации либо генерации инноваций [Cirera et al., 2017]. На примере португальских предприятий изучено влияние структурных реформ на изменение дистанции от ТФ [Gouveia et al., 2017]. Существует опыт оценки эффективности издержек на ИиР в зависимости от близости к ТФ на базе опросных данных о примерно 550 компаниях, харак-

теризующихся самыми высокими затратами на ИиР в мире [Andrade et al., 2018]. Из сказанного видно, что и здесь в качестве ТФ используется не слишком прозрачная конструкция — относительная ОФП. Кроме того, определение величины ТФ является относительно простым, а расчеты вновь сводятся к вычислению разрыва между максимальным (граничным) и фактическим уровнем ОФП для многих субъектов рынка.

3. *Идентификация ТФ на основе качественных опросов компаний.* Подход базируется на закрытом вопросе (с заданными вариантами ответа) об оценочном уровне технологий, используемых компанией (более продвинутые по сравнению с конкурентами, примерно идентичные либо отстающие) [Alder, 2010]. В частности, такой подход встречается в исследовании Всемирного банка 2002–2008 гг., охватившем более 9 тыс. предприятий¹. Другой вариант вопроса сформулирован в социологическом обследовании корейских компаний: «Какова цель внедрения инноваций?». Предлагаемые ответы позволяют классифицировать технологические стратегии игроков: открытие нового рынка (уровень ТФ), увеличение рыночной доли или диверсификация линейки продуктов (последователи), изменение дизайна продукции (аутсайдеры) [No, Seo, 2014]. Слабость подхода обусловлена нерегулярностью социологических исследований, отсутствием международной сопоставимости результатов и группировкой компаний по нерепрезентативной выборке.

4. *Косвенная оценка ТФ на основе коэффициента Тобина* (соотношение рыночной стоимости предприятия и балансовой стоимости активов) [Coad, 2008]. Оперативное получение данных с фондового рынка позволяет идентифицировать смену поведенческого паттерна компании в зависимости от ее производительности. Однако увеличение коэффициента Тобина не всегда является следствием роста технологического уровня фирмы.

Итак, каждый из представленных в мировой литературе методов «оцифровки» имеет сильные и слабые стороны, которые детерминируются контекстом анализа. В России термин «технологический фронт» имеет исключительно описательное назначение, и случаев его количественной интерпретации, а следовательно, включения в макроэкономические модели обнаружить не удастся. В рамках наиболее перспективного подхода к пониманию ТФ предложена теория перехода от заимствования к разработке новых технологий [Polterovich, Tonis, 2005]. ТФ трактовался как относительная производительность труда (база сравнения — США), превышение которой делает экономически оправданными собственные разработки страны. Получены две эконометрические зависимости, описывающие затраты на имитацию и инновации, которые в нашей предыдущей работе [Балацкий, 2012] служили для непосредственного расчета ТФ. Продемонстрирована принципиальная возможность простого аналитического решения аналитической задачи. Насколько нам известно, других попыток количественно оценить ТФ в современном пони-

мании точки переключения с одного режима на другой в России не было. Вместе с тем исходные данные в указанной работе носили весьма обобщенный характер и нуждаются в существенных уточнениях. Следовательно, сама задача о ТФ предполагает более тонкие методические аранжировки. Так, остается открытым вопрос о том, насколько универсален ТФ — в пространстве и во времени. Неясны, например, степень различия ТФ по группам государств, находящихся на разных уровнях экономического развития, а также направление, в котором он дрейфует с течением времени. На эти вопросы призваны ответить последующие построения.

Теоретическая модель рынка инноваций

Продолжая линию, начатую в работах [Polterovich, Tonis, 2005; Балацкий, 2012], рассмотрим две стороны рынка инноваций. Возможны две интерпретации рыночных взаимодействий — на микроуровне (затратном) и макроэкономическом (рыночном). Микроуровень получил развитие в упомянутых работах и является более традиционным.

Пусть S — удельные расходы страны на закупку на открытом рынке технологий (сальдо роялти), а D — на осуществление ИиР. Основное допущение состоит в том, что данные издержки являются функциями производительности труда P . Резонно предположить, что с ростом технологического уровня страны (относительной производительности труда, как правило, на фоне условного лидера — США) снижаются удельные затраты на ИиР, а рост продуктивности ведет к увеличению издержек на заимствование из-за необходимости покупать все более современные и дорогие технологии. В этом случае задача выбора национальной инновационной стратегии может описываться обобщенной функцией удельных издержек W , сочетающей два типа затрат с весовым коэффициентом ζ :

$$W = \zeta S + (1 - \zeta)D. \quad (1)$$

Оптимизация комбинации (1) по весовому коэффициенту дает простейшее условие:

$$dW/d\zeta = S - D. \quad (2)$$

Таким образом, оптимум достигается при равенстве двух видов удельных издержек. Рациональная стратегия государства состоит не в выборе правильной пропорции между двумя видами издержек и реализации комбинированного подхода. Напротив, она предполагает следование простому правилу: если $D > S$, то $dW/d\zeta < 0$ и страна реализует преимущественно собственные ИиР. В противном случае речь идет о массовом заимствовании технологий. На практике обычно применяется смешанная стратегия с явным доминированием одного типа затрат. Для нас важен указанный момент преобладания одной из чистых инновационных стратегий.

Для простоты, как и во многих предыдущих работах, будем полагать, что зависимости издержек описываются простейшими линейными функциями производительности труда:

¹ <https://www.enterprisesurveys.org/en/enterprisesurveys>, дата обращения 21.06.2021.

$$D = \alpha + \beta P, \quad (3)$$

$$S = \alpha^* + \beta^* P, \quad (4)$$

где α , α^* , β и β^* — параметры.

Тогда равновесное значение производительности труда P^* при $S=D$ будет выступать в качестве искомого ТФ:

$$P^* = -\frac{\alpha^* - \alpha}{\beta^* - \beta}. \quad (5)$$

Согласно второй интерпретации (рыночной, макроэкономической) уравнение (3) описывает спрос на технологические ноу-хау, тогда как уравнение (4) — предложение технологических инноваций. Здесь резонно предположить, что спрос (потребности страны в инновациях) убывает по мере роста производительности труда, а предложение (ее возможности по созданию роялти) возрастает. Тогда равновесие на рынке роялти возникает при равенстве спроса и предложения, что и определяет ТФ (5).

Несмотря на относительную простоту, предложенная модель рынка инноваций дает содержательные и хорошо верифицируемые результаты. Рассмотрим возможность ее эконометрической проверки, для чего достаточно построить регрессии вида (3) и (4).

Методология исследования

Исходные данные

Прикладные расчеты в целях идентификации ТФ базируются на статистических данных базы World Development Indicators² за период 1996–2017 гг. (22 наблюдения). Использовались следующие переменные:

- P — относительная производительность труда (объем ВВП к численности занятых)³;
- D — доля внутренних затрат на ИиР в ВВП (прокси-переменная для удельных затрат на создание инноваций);
- S — удельный вес инвестиций в основной капитал в ВВП (*gross fixed capital formation*);
- S — отношение объемов поступлений (экспорт технологий) и платежей (импорт технологий) за использование интеллектуальной собственности к ВВП (прокси-переменная для удельных затрат на заимствование технологий).

Выбор прокси-переменных опирается на распространную практику моделирования инновационной (затраты на ИиР) и имитационной (покупка готовых технологий) стратегий бизнеса или национальных экономик [Schewe, 1996; Slivko, Theilen, 2014]. Все показатели обрабатывались на исследуемом интервале методом среднего геометрического, за исключением S , к которому применялся принцип среднего арифметического из-за отрицательных значений. В итоговую статистическую выборку вошло 61 государство, для которых имелись данные хотя бы по 11 наблюдениям в отношении каждой переменной. Пропущенные значения восстанавливались как среднее от двух соседних

точек. В нескольких случаях усреднение происходило по неполному временному ряду. Соответственно эконометрические зависимости строились на базе пространственной выборки, так как анализ панельных данных не соответствует цели идентификации общей зависимости на определенном временном срезе с последующим сравнением ТФ во времени. Кроме того, на длительных временных участках имеет место высокая волатильность S . Все переменные за исключением доли инвестиций в основной капитал подвергались стандартной нормировке $x: x_n = (x - x_{min}) / (x_{max} - x_{min})$ по выборке в целом или соответствующему кластеру.

Кластеризация стран

Для корректных расчетов предварительно следует определить, какие страны подпадают под задачу о ТФ, а для каких она не имеет смысла. С этой целью проводится кластеризация исходного массива стран, чтобы в дальнейшем для полученных групп строить отдельные регрессионные зависимости. Очевидно, что для разных кластеров государств с соответствующим уровнем развития зависимости окажутся неодинаковыми. Универсальная модель для всей выборки, скорее всего, будет давать завышенные либо заниженные оценки. Здесь уточняются модели, которые ранее использовались для единого массива стран [Polterovich, Tonis, 2005]. Кроме того, мы используем свежие данные, что вносит корректировки относительно предыдущих оценок.

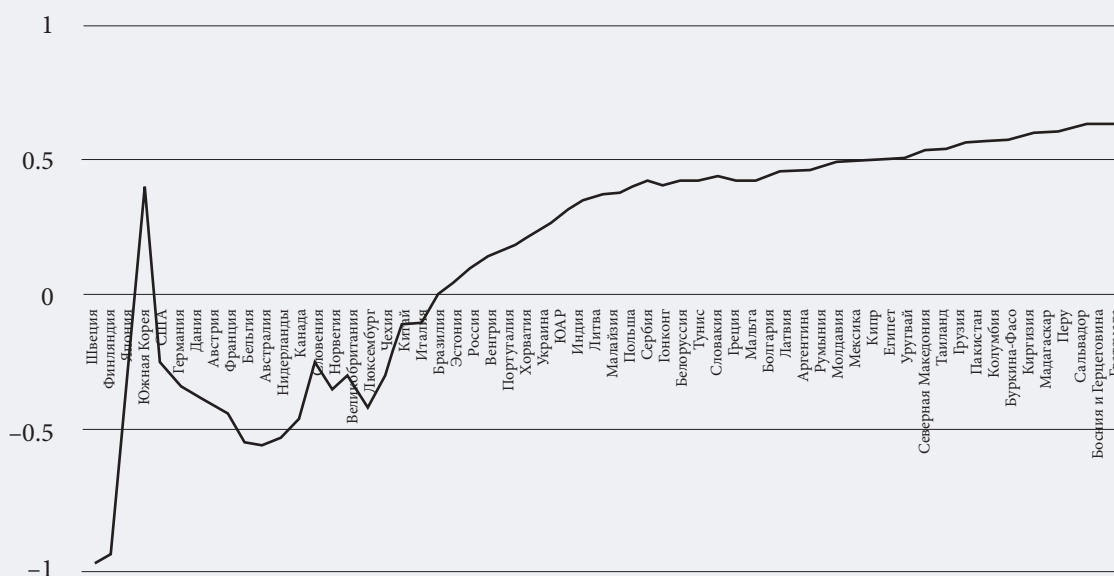
Задача кластеризации состоит в разделении стран на передовые и догоняющие. Для этого принята двухшаговая процедура. Первый этап — применение машинных методов для первичной идентификации нескольких эшелонов государств. Чаще всего для определения расстояния между кластерами используются вычисления одиночной, полной и средней связей, центроиды, метод Уорда (*ward.D*). Наибольшую корреляцию с другими инструментами демонстрирует центроидный, а уникальность — метод Уорда. Все подходы, кроме последнего, генерируют варианты с одним непропорционально большим кластером и несколькими небольшими. Подобный результат является неудовлетворительным, поскольку слишком малые выборки не позволяют строить статистически значимые регрессии. Тем не менее на этом этапе просматривается первичная закономерность: при любых методах группировки в первый эшелон попадают преимущественно страны с долей затрат на ИиР в ВВП больше 1.5%. По результатам предварительной сортировки сформировались две группы стран, для которых ключевым признаком стала величина затрат на ИиР. В дальнейшем значимых регрессий для полученных кластеров составить не удалось, несмотря на четко прослеживаемую связь между переменными.

Второй этап — калибровка машинной кластеризации, состоящая из трех последовательных операций: сортировка стран по убыванию показателя D , расчет коэффициентов корреляции между D и P (последо-

² <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/world-development-indicators>, дата обращения 21.06.2021.

³ Значение производительности каждой страны относилось к аналогичному показателю США, который был выбран в качестве базы (эталоны).

Рис. 1. Скользящие коэффициенты корреляции между показателями D и P



Источник: составлено автором.

вательная оценка корреляции для верхних двух государств, трех, четырех и т. д.), поиск пороговых точек, в которых меняется знак коэффициента корреляции, а также «горбов», сигнализирующих об изменениях силы связи (рис. 1). За исключением Южной Кореи, на рис. 1 просматривается разделение стран по характеру связи между показателями D и P. По этой причине в первый кластер отнесены все страны выше Чехии, так как начиная с нее коэффициент корреляции становится по модулю меньше 0.2, что говорит об относительно слабой связи. Примечательно, что 16 из 18 стран первого кластера включены в него машинным методом. Выделение субкластеров в эшелоне догоняющих стран не дало положительного результата. Причем повторение ручной калибровки второго кластера с использованием скользящих коэффициентов корреляции показало, что для него параметр D не является определяющим, равно как и S. Однако сортировка второго кластера по показателю P дала положительный результат, хотя такая явная синусоида, как в первом кластере, не просматривается. Окончательное число стран второго кластера — 43.

Эмпирическое определение технологического фронта

Исходной гипотезой дальнейших расчетов выступает тезис о том, что для различных страновых кластеров характерны разные значения ТФ. Окончательная проверка сформулированной гипотезы и правильности кластеризации стран состоит в построении двух эконометрических зависимостей. Если модели строятся по каждому кластеру, имеют хорошие статистические характеристики и дают непротиворечивые результаты, то можно полагать, что и кластеры идентифицированы верно. В противном случае группировка признается не-

удачной, и для ее выполнения следует воспользоваться иными процедурами. Различия значений ТФ по кластерам должны подтвердить гетерогенность данного параметра для мировой экономики. Для первого кластера, включающего передовые страны, получена следующая пара эконометрических зависимостей:

$$D = 0,813 - 0,231P \quad (6)$$

(6,497) (1,724)

$N=18$; $R^2=0.157$; $BP=2.18$ (уровень значимости — 0,14); $GQ=0.18$ (0.99).

$$S = 0,970 - 0,376P \quad (7)$$

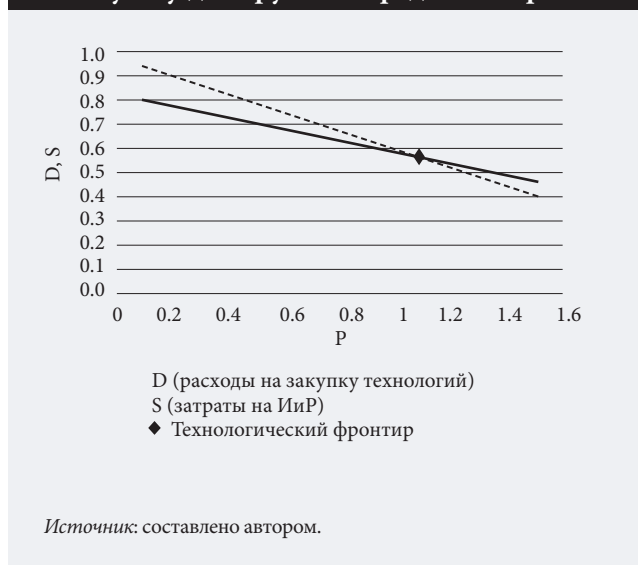
(6,141) (2,224)

$N=18$; $R^2=0.236$; $BP=0.01$ (0.96); $GQ=3.29$ (0.07).

Построенные модели (6) и (7) имеют удовлетворительные статистические характеристики. Коэффициент β в модели (6) является значимым на 11-процентном уровне, что допустимо для используемой выборки с усредненными значениями на длительном временном интервале. Отсутствие гетероскедастичности проверено с помощью тестов Бройша–Пагана (BP) и Голдфелда–Куандта (GQ) — для обеих моделей получены удовлетворительные результаты. Более тщательная верификация модели (5)–(6) не проводилась, так как ее результаты используются для прикладных расчетов «виртуального» ТФ, носящего вспомогательный характер (см. ниже).

С учетом среднего значения доли инвестиций в ВВП по первой группе стран в 22.6% расчет ТФ для моделей (6) и (7) дает величину $P^*=108.2\%$, выходящую за область допустимых. Иными словами, эконометрические расчеты подтвердили, что для кластера передовых государств задача о ТФ не имеет смысла, а сам ТФ становится «виртуальным». Подобный факт требует комментария с точки зрения структуры моделей (6) и (7). Для

Рис. 2. Кривые спроса и предложения ноу-хау для группы передовых стран



традиционной ситуации, как правило, действуют два эффекта — обучения применительно к сфере ИиР ($\beta < 0$) и удорожания заимствуемых технологий ($\beta^* > 0$). Однако для прогрессивных стран последний из упомянутых эффектов претерпевает инверсию ($\beta^* < 0$), что имеет довольно прозрачную интерпретацию: в государствах, которые самостоятельно поставляют на рынок инновации, вследствие роста производительности труда технологии становятся еще более доступными и дешевыми. Таким образом, для стран-лидеров обе кривые спроса и предложения становятся убывающими. Их пересечение происходит за пределами отметки в 100%, так как на всей области определения оси абсцисс удельные издержки создания «своих» новых технологий для них ниже удельной стоимости «чужого» оборудования (рис. 2).

Для второго кластера (догоняющие страны) получены следующие эконометрические зависимости:

$$D = -0.427 + 0.677P + 0.028C \quad (8)$$

(2.468) (4.318) (3.862)

$N=43$; $R^2=0.448$; $BP=0.31$ (0.86); $GQ=0.33$ (0.99); $Chow=1.01$ (0.40).

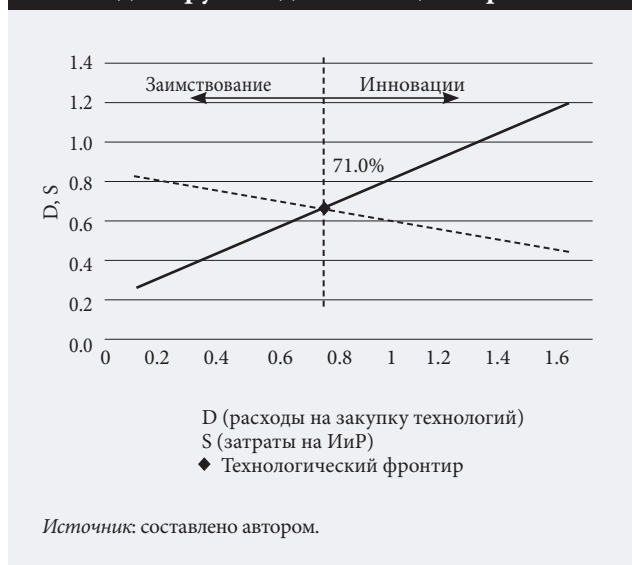
$$S = 0.086 - 0.275P \quad (9)$$

(15.504) (1.974)

$N=43$; $R^2=0.087$; $BP=1.27$ (0.26); $GQ=2.75$ (0.02), $BP_{wt}=1.51$ (0.47); $Chow=1.84$ (0.17).

Построенные модели (8) и (9) также имеют удовлетворительные статистические характеристики. Коэффициент β^* в модели (9) является значимым на 6-процентном уровне, что практически не снижает достоверность полученных оценок. Признаки гетероскедастичности обнаружены в модели (9) по одному из тестов, но дополнительный тест Уайта (BP_{wt}) указывает на ее отсутствие. Верификация моделей для второго кластера была проведена при помощи теста Чоу (Chow) — в отношении обоих уравнений получены удовлетворительные результаты, что говорит об устойчивости вычисленных зависимостей.

Рис. 3. Кривые спроса и предложения ноу-хау для группы догоняющих стран



Поскольку доля инвестиций в ВВП по второй группе государств составляет 21.8%, расчет ТФ для моделей (8) и (9) дает величину $P^*=71.7\%$. Тем самым для «догоняющих» стран задача о ТФ имеет высокую актуальность. Эффекты обучения и удорожания в их случае имеют классический вид, а кривые спроса и предложения (8) и (9) являются разнонаправленными (рис. 3). Более того, полученная величина ставит серьезный инновационный барьер для развивающихся экономик. Следовательно, прежде чем начинать собственные разработки, им предстоит обеспечить производительность труда не менее чем 2/3 от уровня США, в том числе за счет заимствования и внедрения иностранных технологий. Лишь после этого имеет смысл разворачивать национальные инициативы по разработке собственных инноваций.

Полученные результаты выглядят интересными и неожиданными в двух аспектах.

Первый заключается в увеличении ТФ с течением времени. В нашей предыдущей работе [Балацкий, 2012] получена «грубая» оценка ТФ на уровне 61.5%, тогда как приведенные выше более «свежие» расчеты дают величину в 71.7%, т. е. на 10 п.п. больше. Если не списывать получившиеся расхождения на нюансы алгоритмов получения двух оценок, можно предположить, что для стран «позднего старта» затрудняется переход к активной инновационной политике. Ловушка заимствования становится все более глубокой и прочной — опоздавшие государства вынуждены надолго оставаться в качестве пользователей чужих технологий. Чтобы вырваться из нее, нужно не просто сократить дистанцию с лидерами, но вплотную приблизиться к ним по производительности труда.

Вторым фактором, понижающим величину ТФ, является инвестиционная активность. Расчеты показывают, что рост инвестиций в основной капитал с 21 до 30% позволяет сократить ТФ с 71.7 до 47.5%. В итоге

ловушка технологического заимствования не выглядит фатальной. Если догоняющие страны стремятся ее преодолеть, они должны на время сознательно отказаться от потребительской установки в пользу высокой инвестиционной активности. Подобной стратегии в свое время придерживались СССР, Южная Корея и Китай. В противном случае период преследования может растянуться бесконечно.

Успешные и неудачные стратегии преодоления ТФ

Учет ТФ имеет большое значение для догоняющих стран, помогая избежать двух типов ошибок — отставания инновационной активности на фоне общего экономического потенциала и преждевременного ее наращивания в отсутствие надлежащей базы. Задержки с формированием национальной инновационной системы при соответствующих технологических предпосылках столь же губительны, как и попытки создания таковой в условиях отсутствия прочного экономического фундамента. Многими странами накоплен опыт ошибок и достижений. Проиллюстрируем контрастность роли ТФ в инновационной политике на примерах Южной Кореи, Китая и России.

Китай

Еще в 1980-х гг. архаичная китайская экономика не могла претендовать на достойный технологический уровень. Местный бизнес начал с копирования и незначительного улучшения зарубежной продукции [Yip, McKern, 2016]. Позже была введена политика встраивания китайских компаний в транснациональные цепочки добавленной стоимости в ИКТ-отраслях. Сотрудничество с Intel, Google, MediaTek создало предпосылки для масштабной технологической диффузии и формирования национальных предприятий, производящих высокотехнологичные товары под китайскими брендами. С 2004 г. создаются собственные инновации, расширяется сфера ИиР [König et al., 2018], локальная генерация новых технологий становится системным процессом. Поскольку выход на ТФ пока не состоялся, развитие инноваций не обрело масштабного характера. Однако устойчивый рост доли затрат на ИиР в ВВП позволяет стране уверенно двигаться к данной отметке (табл. 1). Стратегия имитации, дополненная локальными инновациями, обеспечила высокие достижения: в 2018 г. в первую сотню компаний мира по уровню затрат на ИиР вошли девять китайских компаний, специализирующихся в передовых отраслях экономики⁴.

Южная Корея

Технологический путь Южной Кореи можно условно разделить на четыре этапа [El Fakir, 2008]. На первых двух активно приобретались зарубежные технологии. В 1962–1982 гг. было совершено более 2000 закупочных сделок, суммарная стоимость которых соответствова-

Табл. 1. Производительность труда в странах относительно уровня США (по ППС), %

Год	Китай	Южная Корея	Россия
1975	н/д	9.4*	н/д
1985	1.5*	16.5*	н/д
1992	4.1	37.8	43.9
1995	5.5	43.4	35.8
2000	7.0	48.2	34.1
2005	9.9	51.0	39.4
2010	15.6	57.3	43.4
2015	21.7	59.3	45.2
2017	24.5	61.4	46.0

* без учета ППС.

Источник: составлено автором.

ла почти половине объема всех прямых инвестиций за этот период [Suh, Chen Derek, 2007]. Допускались и протекционистские меры по отношению к местным корпорациям (чеболям) [Lee et al., 1996]. На третьей стадии (1980–1990-е гг.) начался переход в режим генерации инноваций. В результате объем внутренних ИиР увеличился, возникли высокотехнологичные компании. Четвертый этап (с конца 1990-х гг.) характеризуется кластерным подходом к управлению развитием национальной промышленности и поддержкой корпораций — мировых лидеров. С этой целью страна поделена на зоны по принципу ведущих базовых отраслей, а инновации стимулируются с учетом особенностей каждой из них [Kim, 2008]. Сегодня Южная Корея приблизилась к ТФ (см. табл. 1), радикально увеличила внутренние затраты на ИиР, а в 2018 г. четыре корейские компании вошли в число глобальных лидеров по уровню затрат на ИиР⁵.

Таким образом, Южная Корея и Китай благодаря последовательной инновационной политике перешли от заимствования иностранных технологий к созданию инноваций в ограниченном круге перспективных отраслей (высокотехнологичных кластерах). Учитывается фактор зрелости: понимая, что ТФ пока не преодолен, руководство обеих стран не стремится к полномасштабному освоению рынка высоких технологий.

Россия

В России с начала масштабных экономических реформ в 1992 г. были приняты многочисленные стратегические документы, направленные на развитие сферы инноваций. Однако реальных изменений в повышении технологического уровня производства не произошло. Среди возможных причин: специфика макроэкономических условий, структуры рынков и корпоративного управления, несоответствие институциональной системы требованиям инновационного развития [Гохберг, Кузнецова, 2009], чрезмерная ставка на госкорпорации [Симачёв и др., 2014]. По нашему мнению, главный фак-

⁴ <https://www.strategyand.pwc.com/innovation1000#VisualTabs1>, дата обращения 21.06.2021.

⁵ <https://www.strategyand.pwc.com/innovation1000#VisualTabs1>, дата обращения 21.06.2021.

тор, обусловивший провал всех планов по созданию высокотехнологичной сферы, состоит в попытке «перепрыгивания» этапа имитации к разработке инноваций. В результате Россия не смогла заметно улучшить свои мировые позиции производительности труда и все еще далека от ТФ (см. табл. 1).

Кроме того, многочисленные внутренние и внешние инновации оказались невостребованными российским бизнесом, который нуждался в простых, но более продуктивных технологиях, тогда как разработчики предлагали усложненные и непроверенные решения. Подобная непоследовательная политика привела к стагнации затрат на ИиР и отсутствию среди национальных высокотехнологических компаний глобальных лидеров. В рейтинге 2018 г. компаний, выделяющих максимальные затраты на ИиР, присутствовал российский «Газпром» (448-е место). Не заостряя внимания на тактических ошибках национальной инновационной политики, вряд ли будет преувеличением сказать, что главная проблема модернизации экономики состоит в отсутствии внутренних и внешних механизмов диффузии технологий. Опыт даже преуспевающих отечественных предприятий по-прежнему не перенимается компаниями аналогичного профиля. Внешние механизмы заимствования до конца не выстроены и к тому же во многом осложняются международными санкциями.

Обсуждение результатов

Рассмотренная трактовка ТФ и алгоритм ее количественного определения пополняют арсенал полезных аналитических инструментов в экономике. Учет данного индикатора предоставляет ряд преимуществ. Идентификация ТФ позволяет предельно точно выявить тот «клуб» стран, в который входит конкретное государство. Если фактическая относительная производительность труда намного ниже ТФ, то речь идет о технологически отсталом государстве, в ином случае его можно отнести к лидерам. Подтвердилось предположение о том, что для технологически развитых стран само понятие ТФ как порогового значения бессмысленно, ибо они уже находятся на инновационной стадии развития. В случае догоняющих экономик ТФ, напротив, имеет большое значение для определения собственного места в мировой системе.

Понимание положения страны относительно ТФ дает возможность определить, какой вид технологической политики для нее является приоритетным — заимствование или создание инноваций. Приведенные в предыдущем разделе страновые примеры показывают, что учет данного обстоятельства способствует выстраиванию адекватной технологической политики и ускорению экономической модернизации. В то же время игнорирование существующего технологического барьера приводит к дезориентации властей, несбалансированности научно-производственной стратегии, хаотично-

му экспериментированию с разными инновационными институтами и неправильному определению приоритетов в финансировании и организации производств.

Ряд особенностей не позволяют пользоваться ТФ автоматически и шаблонно. Его содержание и алгоритм определения требуют аккуратного использования. Оценку ТФ нельзя абсолютизировать, так как эконометрический аппарат, несмотря на свои возможности, не гарантирует высокой точности столь непростого индикатора. На наш взгляд, реальная величина ТФ находится в радиусе ± 3 п.п. от ее идентифицированного значения.

Определенная нами ТФ носит макроэкономический характер. Вместе с тем во многих странах, включая Россию, производительность труда между отраслями может различаться в разы, а показатели компаний внутри одной отрасли и между регионами — в десятки раз [Балацкий, Екимова, 2020]. В связи с этим макрооценка ТФ показывает общий ориентир для экономики в проведении технологической политики. Отраслевой и региональный анализ позволит выделить соответствующие зоны, в которых целесообразно заимствование технологий либо создание собственных. В идеале ТФ нужно определять отдельно по каждой отрасли, чтобы обеспечить сопоставимость исходных данных. Однако в настоящее время для этого недостаточно статистической базы, в связи с чем можно ограничиться хотя бы общим правилом относительно критической величины ОПТ.

Предложенная теоретическая схема носит крайне упрощенный характер, в связи с чем оперирует чистыми стратегиями — заимствование либо разработка новых технологий. В реальности многие страны придерживаются смешанных стратегий, когда для определенных, наиболее отсталых сегментов экономики используется режим заимствования, а для других — собственные разработки, что заведомо отрицает бинарный характер экономической и технологической политики. Следовательно, ТФ указывает на доминирующую модель модернизации, а селекция зон на два режима является прерогативой более тщательного анализа национальной экономики и ее технологического уровня.

Даже предельно корректное определение ТФ для всей экономики или отдельного сектора не объясняет, какие именно механизмы должны задействоваться при заимствовании или разработке инноваций. Формирование подобных инструментов представляется искусством и определяется компетентностью государственного менеджмента. Иными словами, ТФ позволяет на качественном уровне понять, как надо осуществлять технологический прогресс — преимущественно за счет имитации или создания собственных инноваций.

Сказанное позволяет сформулировать тезис о целесообразности использования концепции ТФ в российской инновационной политике с учетом указанных

⁶ В расчетах использовалась статистика по валовой добавленной стоимости (<http://data.un.org/Data.aspx?q=Gross+Value+Added+by+Kind+of+Economic+Activity&d=SNAAMA&f=grID%3a202%3bcurrID%3aUSD%3bpcFlag%3a0>, дата обращения 21.06.2021) и численности занятых (https://www.ilo.org/shinyapps/bulkexplorer29/?lang=en&segment=indicator&id=EMP_TEMP_SEX_ECO_NB_A, дата обращения 21.06.2021).

нюансов и ограничений. Вместе с тем проведенные расчеты показывают, что в России заимствование новых технологий осуществлялось крайне неэффективно. В качестве критериев его эффективности выступают степень и темпы приближения к ТФ. Так, в 2017 г. Южную Корею от ТФ отделяло всего 10 п.п., тогда как Россию — более 25. Скорость приближения к ТФ на временном интервале 1992–2017 гг. у Южной Кореи была в 11.2 раза выше, чем у России. В последние годы ситуация в России улучшилась, но по-прежнему далека от оптимальной (см. табл. 1). Еще ярче указанные критерии проявлялись в обрабатывающих производствах, где производительность труда в России по отношению к США составляла 16.7%, а в Южной Корее — 71.2% (уровень ТФ!)⁶. Подобное положение дел подтверждается интенсивностью закупки промышленных роботов: по данным Международной федерации робототехники, плотность роботизации промышленности в Южной Корее в 2018 г. составила 774 ед. (на 10 тыс. занятых), а в России — только пять.⁷

В нормативных документах страны, касающихся научно-технологического развития, не ставится задача организации продуманного заимствования зарубежных и внедрения собственных разработок. Между тем именно на это ориентирует идентификация ТФ. Здесь у России имеется недоиспользованный регулятивный резерв в модернизации экономики и существует потенциал для плодотворного применения нового индикатора⁸.

Заключение

Выполненные построения показывают, что шумпетерианский анализ инновационной сферы по-прежнему продуктивен и способен давать новые интересные резуль-

таты. Применение понятия ТФ в узкой интерпретации как порогового значения ОФП позволяет существенно углубить концепцию Й. Шумпетера о двух фазах технологического развития — имитации (заимствовании) и инновации (создании) технологий [Schumpeter, 1964]. Для догоняющих стран, включая Россию, эффективный переход от одной фазы развития к другой предполагает свои закономерности и условия. Одно из них состоит в достижении развивающимся государством ТФ, и нарушение этого принципа приводит к неэффективным затратам и торможению развития.

Несмотря на простоту концепции ТФ, на практике она может непреднамеренно нарушаться по разным причинам. После распада СССР и потери промышленного потенциала Россия перешла в разряд догоняющих стран, однако в силу институциональной инерции за три десятилетия так и не были созданы эффективные механизмы широкого заимствования технологий. Страна не является уникальной в этом отношении — сегодня многие государства стремятся обрести независимость и солидный международный вес благодаря наращиванию сектора ИиР при недостаточном технологическом уровне национальной экономики. По всей видимости, к разряду таких стран можно отнести Пакистан, Иран и Нигерию. Подобные стратегии не только тормозят развитие, но и провоцируют различные экономические дисбалансы и социальную напряженность.

Статья подготовлена в рамках государственного задания Правительства Российской Федерации Финансовому университету на 2021 год по теме «Технологические, структурные и социальные факторы долгосрочного экономического роста». Автор выражает искреннюю признательность анонимным рецензентам за полезные замечания к рукописи.

Библиография

- Балацкий Е.В. (2012) Технологическая диффузия и инвестиционные решения. *Журнал Новой экономической ассоциации*, 15(3), 10–34.
- Балацкий Е.В., Екимова Н.А. (2020) Внутренние источники роста производительности труда в России. *Мир новой экономики*, 14(2), 32–43. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2020-14-2-32-43>
- Бессонова Е.В. (2007) Оценка эффективности производства российских промышленных предприятий. *Прикладная эконометрика*, 2, 13–35.
- Гохберг Л.М., Кузнецова И.А. (2009) Инновации в российской экономике: стагнация в преддверии кризиса? *Форсайт*, 3(2), 28–46.
- Дементьев В.Е. (2006) Ловушка технологических заимствований и условия ее преодоления в двухсекторной модели экономики. *Экономика и математические методы*, 42(4), 17–32.
- Полтерович В.М. (2009) Проблема формирования национальной инновационной системы. *Экономика и математические методы*, 45(2), 3–18.
- Симачёв Ю.В., Кузык М.Г., Фейгина В.В. (2014) Государственная поддержка инноваций в России: что можно сказать о воздействии на компании налоговых и финансовых механизмов? *Российский журнал менеджмента*, 12(1), 7–38.
- Ясин Е.Г., Снеговая М.В. (2018) Роль инноваций в развитии мировой экономики. *Вопросы экономики*, 9, 15–31. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2009-9-15-31>
- Acemoglu D. (1997) Training and innovation in an imperfect labour market. *The Review of Economic Studies*, 64(3), 445–464. <https://doi.org/10.2307/2971723>
- Acemoglu D., Aghion P., Zilibotti F. (2003) Vertical integration and distance to frontier. *Journal of the European Economic Association*, 1(2–3), 630–638. <https://doi.org/10.1162/154247603322391260>
- Acemoglu D., Aghion P., Zilibotti F. (2006) Distance to frontier, selection, and economic growth. *Journal of the European Economic Association*, 4(1), 37–74. <https://doi.org/10.1162/jeea.2006.4.1.37>
- Aghion P., Howitt P., Mayer-Foulkes D. (2005) The effect of financial development on convergence: Theory and evidence. *The Quarterly Journal of Economics*, 120(1), 173–222. <https://doi.org/10.1162/0033553053327515>

⁷ <https://roscongress.org/en/materials/perspektivnye-napravleniya-primeneniya-robototekhniki-v-biznese/>, дата обращения 21.06.2021.

⁸ Существуют разнообразные механизмы заимствования: введение налоговых льгот для зарубежных компаний на территории страны, поощрение отечественных предприятий к закупке и внедрению современного оборудования путем введения инвестиционных вычетов из прибыли и т. п. Однако этот практический вопрос заслуживает отдельного обсуждения и выходит за рамки нашей статьи, которая носит преимущественно инструментальный характер.

- Aigner D., Lovell C., Schmidt P. (1977) Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21–37. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(77\)90052-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(77)90052-5)
- Alder S. (2010) Competition and innovation: Does the distance to the technology frontier matter? *SSRN Electronic Journal*, June 1. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1635789>
- Andrade L.R., Cardenas L.Q., Lopes F.D., Oliveira F.P.S., Fernandes K.C. (2018) The Impact of R&D Investments on Performance of Firms in Different Degrees of Proximity to the Technological Frontier. *Economics Bulletin*, 38(2), 1156–1170.
- Baldwin W.L., Childs G.L. (1969) The fast second and rivalry in research and development. *Southern Economic Journal*, 36(1), 18–24. <https://doi.org/10.2307/1056804>
- Battisti M., Del Gatto M., Parmeter C.F. (2018) Labor productivity growth: Disentangling technology and capital accumulation. *Journal of Economic Growth*, 23(1), 111–143. <https://doi.org/10.1007/s10887-017-9143-1>
- Benhabib J., Perla J., Tonetti C. (2017) *Reconciling models of diffusion and innovation: A theory of the productivity distribution and technology frontier* (NBER Working Paper w23095), Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Caselli F., Coleman I.I., John W. (2006) The world technology frontier. *American Economic Review*, 96(3), 499–522. DOI: 10.1257/aer.96.3.499
- Cincera M., van Pottelsberghe de la Potterie B. (2001) International R&D Spillovers: A Survey. Brussels: Université libre de Bruxelles.
- Cirera X., Fattal Jaef R.N., Maemir H.B. (2017) *Taxing the good? Distortions, misallocation, and productivity in Sub-Saharan Africa*, Washington, D.C.: The World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/492891485178180375/Taxing-the-good-distortions-misallocation-and-productivity-in-Sub-Saharan-Africa>, дата обращения 15.02.2020.
- Coad A. (2008) *Distance to frontier and appropriate business strategy* (DRUID Working Paper 0807), Copenhagen: Copenhagen Business School. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/31801/1/572410638.pdf>, дата обращения 15.02.2020.
- El Fakir A. (2008) South Korean system of innovation: From imitation to frontiers of technology, successes and limitations. In: *Management of Technology Innovation and Value Creation. Selected Papers from the 16th International Conference on Management of Technology* (eds. M.H. Sherif, T.M. Khalil), pp. 275–292. https://doi.org/10.1142/9789812790545_0017
- Farrell M.J. (1957) The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253–290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Filippetti A., Peyrache A. (2017) Productivity growth and catching up: A technology gap explanation. *International Review of Applied Economics*, 31(3), 283–303. <https://doi.org/10.1080/02692171.2016.1249831>
- Gombau V., Segarra A. (2011) *The Innovation and Imitation Dichotomy in Spanish Firms: Do Absorptive Capacity and the Technological Frontier Matter?* (XREAP Working Paper 2011-22). https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1973790, дата обращения 15.02.2020.
- Gouveia A.F., Santos S., Goncalves I. (2017) *The impact of structural reforms on productivity: The role of the distance to the technological frontier* (OECD Productivity working paper № 8), Paris: OECD. https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-impact-of-structural-reforms-on-productivity_6e4a4bf7-en?jsessionid=ocD4z8zimAYXeuT-JLPtGBRG.ip-10-240-5-160, дата обращения 15.02.2020.
- Kim Y.S. (2008) Regional Industrial Policy in Korea — Its Outcomes and Implications. *KIET Industrial Economic Review*, 2, 17–26.
- König M., Storesletten K., Song Z., Zilibotti F. (2018) *From Imitation to Innovation? Where Is All That Chinese R&D Going?*, New Haven, CO: Yale University. https://economics.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj9386/f/kssz_180403_webpage.pdf, дата обращения 15.02.2020.
- Lee M., Son B., Om K. (1996) Evaluation of national R&D projects in Korea. *Research Policy*, 25(5), 805–818. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(96\)00879-7](https://doi.org/10.1016/0048-7333(96)00879-7)
- No J.Y.A., Seo B. (2014) Innovation and Competition. *Korea and the World Economy*, 15(2), 155–183.
- Paulson Gjerde K.A., Slotnick S.A., Sobel M.J. (2002) New product innovation with multiple features and technology constraints. *Management Science*, 48(10), 1268–1284. <https://doi.org/10.1287/mnsc.48.10.1268.270>
- Polterovich V., Tonis A. (2005) *Innovation and Imitation at Various Stages of Development: A Model with Capital* (NES Working Paper). https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1753531, дата обращения 15.02.2020.
- Rabe C. (2016) Capital controls, competitive depreciation, and the technological frontier. *Journal of International Money and Finance*, 68, 74–102. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2016.06.003>
- Sala-i-Martin X.X., Barro R.J. (1995) Technological diffusion, convergence, and growth (Center Discussion Paper 735). <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/160652/1/cdp735.pdf>, дата обращения 15.02.2020.
- Sato K. (1974) The neoclassical postulate and the technology frontier in capital theory. *The Quarterly Journal of Economics*, 88(3), 353–384. <https://doi.org/10.2307/1881941>
- Scherer F.M. (1967) Research and development resource allocation under rivalry. *The Quarterly Journal of Economics*, 81(3), 359–394. <https://doi.org/10.2307/1884807>
- Schewe G. (1996) Imitation as a strategic option for external acquisition of technology. *Journal of Engineering and Technology Management*, 13(1), 55–82. [https://doi.org/10.1016/0923-4748\(96\)00005-7](https://doi.org/10.1016/0923-4748(96)00005-7)
- Schumpeter J.A. (1964) *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, New York: McGraw-Hill
- Segerstrom P.S. (1991) Innovation, imitation, and economic growth. *Journal of Political Economy*, 99(4), 807–827. <http://dx.doi.org/10.1086/261779>
- Slivko O., Theilen B. (2014) Innovation or imitation? The effect of spillovers and competitive pressure on firms' R&D strategy choice. *Journal of Economics*, 112(3), 253–282. <https://doi.org/10.1007/s00712-013-0361-5>
- Solow R.M. (1956) A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Song B.J., Lim D. (2006) Korean Industry Vision 2020 and Megatrends. *KIET Industrial Economic Review*, 1, 8.
- Suh J., Chen Derek H.C. (2007) *Korea as a Knowledge Economy: Evolutionary Process and Lessons Learned*, Washington, D.C.: World Bank Institute, Korea Development Institute.
- UNCTAD (2018) *The Technology and Innovation Report 2018: Harnessing Frontier Technologies for Sustainable Development*, Geneva: UNCTAD. https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/tir2018_en.pdf, дата обращения 15.02.2020.
- Yip G.S., McKern B. (2016) *China's next strategic advantage: From imitation to innovation*, Cambridge, MA: MIT Press.

«Зеленая» цифровая трансформация в электроэнергетике

Юлия Туровец

Эксперт, Центр исследований цифровой экономики, yturovecz@hse.ru

Лилиана Прокурякова

Заместитель заведующего, Лаборатория исследований науки и технологий, lproskuryakova@hse.ru

Анна Стародубцева

Стажер-исследователь, Лаборатория исследований науки и технологий, astarodubtseva@hse.ru

Институт статистических исследований и экономики знаний, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (ИСИЭЗ НИУ ВШЭ), 101000, Москва, ул. Мясницкая, 11

Винченцо Бьянко

Доцент, vincenzo.bianco@unige.it

Университет Генуи (Genova University), Италия, Via All'Opera Pia 15/A, 16145 Genova, Italy

Аннотация

Глобальный пандемический кризис поставил под вопрос действенность прежних драйверов экономического роста и подтолкнул к поиску новых оснований устойчивого развития. Послекризисное восстановление пройдет под знаком «зеленой» экономики при ведущей роли топливно-энергетического комплекса. Распространение «зеленых» цифровых технологий и их влияние на электроэнергетику рассмотрены на примере десяти стран — крупнейших энергопроизводителей и потребителей. Теоретической базой исследования стала концепция отраслевых инновационных систем, а методологической основой — изучение научных

и аналитических публикаций. На базе официальной статистики и других надежных и доступных данных проведено сопоставление ключевых показателей «зеленой» цифровизации в электроэнергетике выбранных стран. Сравнительный анализ стратегий развития отрасли позволил выявить ключевые задачи и индикаторы цифровой трансформации для компаний. Определены ключевые направления и три модели «зеленой» цифровизации отрасли на национальном уровне, оценены предпосылки и потенциальные социально-экономические последствия внедрения цифровых технологий в электроэнергетике.

Ключевые слова: цифровые технологии; «зеленые» технологии; топливно-энергетический комплекс; устойчивое развитие; восстановление экономики; интернет энергии; умные сети

Цитирование: Turovets J., Proskuryakova L., Starodubtseva A., Bianco V. (2021) Green Digitalization in the Electric Power Industry. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 35–51. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.35.51

Green Digitalization in the Electric Power Industry

Julia Turovets

Expert, Digital Economics Centre, yturovecz@hse.ru

Liliana Proskuryakova

Deputy Laboratory Head, Laboratory for Science and Technology Studies, lproskuryakova@hse.ru

Anna Starodubtseva

Research Assistant, Laboratory for Science and Technology Studies, astarodubtseva@hse.ru

Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge at the National Research University Higher School of Economics (HSE ISSEK), 11, Myasnitskaya str., Moscow 101000, Russian Federation

Vincenzo Bianco

Associate Professor, vincenzo.bianco@unige.it

Genova University, Via All'Opera Pia 15/A, 16145 Genova, Italy

Abstract

The lasting global economic downturn caused by the COVID-19 pandemic allows decision-makers and societies to re-think the basis and drivers of economic growth, laying the foundation for sustainable development. The green economic recovery takes place with a leading role played by the energy industry. This paper focuses on the application and desired effects of green digital technologies in the electric power industry in ten countries — the largest electricity producers and consumers. The study is designed in the framework of the sectoral innovation systems concept. The research tasks were addressed, first, through horizon scanning (the analysis of

research and analytical publications). Second, the green digitalization indicators for the electric power industry in the selected countries were identified with the use of statistical and other available reliable data and compared. Third, a comparative analysis of national strategic documents was performed, along with corporate tasks and indicators that reflect the digital transformation at micro level. As a result of the study, key trends and three models of green digitalization at the national level were identified, the prerequisites and potential social and economic effects of the application of these technologies in electric power industry were described.

Keywords: digital technologies; green technologies; energy industry; sustainable development; economic recovery; Internet of Energy; smart grid

Citation: Turovets J., Proskuryakova L., Starodubtseva A., Bianco V. (2021) Green Digitalization in the Electric Power Industry. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 35–51. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.35.51

Затяжной спад мировой экономики, вызванный пандемией COVID-19, меняет представление об источниках и драйверах роста, определяющих долгосрочное снижение негативных эффектов для окружающей среды и климата. Начавшаяся еще до пандемии цифровизация различных отраслей в 2020 г. заметно ускорилась и стала ведущим трендом, который способствует увеличению технологической и экономической эффективности, производительности труда, точности планирования, снижению аварийности и стимулирует «зеленый» рост [Midttun, Piccini, 2017; IEA, 2020b; Montevecchi et al., 2020].

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) играет важную роль в «зеленом» посткризисном восстановлении экономики [Barbier, 2020; Noussan et al., 2021]. С учетом растущего спроса на электроэнергию и специфики развития ТЭК особое значение приобретает электроэнергетика [IEA, 2020a; IRENA, 2019]. За десятилетие 2016–2025 гг. потенциал наращивания добавленной стоимости за счет ее цифровизации оценивается в 1.3 трлн долл. [WEF, 2016]. Как и другие отрасли ТЭК, электроэнергетика находится под воздействием ряда тенденций:

- опережающий прирост генерации и инвестиций в возобновляемые источники энергии (ВИЭ);
- стимулирование энергосбережения и энергоэффективности при положительной динамике спроса на энергоресурсы;
- реконфигурация отношений между производителями и потребителями благодаря умным сетям (*smart grids*) и «интернету энергии» (*Internet of Energy*).

Растущая доля электроэнергии в мировом энергобалансе позволяет оценить перспективы смежных рынков. Благодаря новейшим технологиям, таким как цифровая подстанция, повышается эффективность ее генерации, снижаются потери при передаче, особенно на дальние расстояния, оптимизируются перетоки. Цифровое управление энергопотреблением посредством умных счетчиков снижает нагрузку в пиковые часы и сокращает расходы для разных групп потребителей.

Распространение недорогих, надежных, экологических источников энергии во многих странах связывается с обеспечением энергетически бедных регионов чистым электричеством из местных возобновляемых источников, строительством умных мини- и микросетей¹. Интенсивное внедрение распределенной, автономной и индивидуальной генерации актуально и для России. Многие компании переходят на собственную генерацию — их доля в общей выработке превысила 5% в 2018 г. и продолжает расти темпами около 3% в год² [Минэнерго России, 2019]. Усилению данного тренда способствуют развитие технологий аккумулирования электроэнергии большой мощности, снижение их себестоимости, удешевление крышных солнечных панелей и солнечно-ветровых установок для личного пользования. Возникающие риски для России связаны с плани-

рованием и строительством объектов генерации, особенно с учетом накопленного профицита мощности.

Ключевую роль в глобальном распространении «зеленой» экономики за счет повышения ресурсоэффективности и экспансии чистых источников энергии играют стратегии цифровизации ТЭК, прежде всего электроэнергетики. В литературе пока не сложилось единого представления об этом процессе применительно к традиционным отраслям [OECD, 2019a]. Существующие исследования лишь подчеркивают необходимость комплексного подхода к рассмотрению его особенностей на различных уровнях [IEA, 2017; OECD, 2019b].

Теоретической основой настоящего исследования выступает концепция отраслевых инновационных систем (*sectoral innovation systems*), широко применяемая при изучении технологий в различных секторах [Malerba, 2002]. Рассматриваются ключевые характеристики и эффекты «зеленых» цифровых технологий в сегменте передачи и распределения электроэнергии на национальном и отраслевом уровнях. Проведен сравнительный анализ трансформации отрасли в десяти странах мира, лидирующих по объему производства электроэнергии, — Китае, США, Индии, России, Японии, Канаде, Германии, Бразилии, Южной Корее и Франции. Предложены три модели цифровой трансформации электроэнергетики на национальном уровне, оценены основные эффекты этого процесса.

Направления «зеленой» цифровизации в электроэнергетике

Цифровизация традиционных отраслей экономики — относительно новый вектор исследований с растущим объемом научных и аналитических публикаций [Beier et al., 2017; Müller et al., 2018; Teece, 2018]. Эту тему рассматривают в рамках более широких концепций и феноменов, таких как Индустрия 4.0, умное производство, интернет вещей (ИВ), киберфизические системы, платформенная экономика [Kang et al., 2016; Ghobakhloo, 2018; Kamble et al., 2018]. Эффекты цифровых технологий имеют существенную общеэкономическую, отраслевую и страновую специфику, что связано с инфраструктурным характером отрасли, масштабными экономическими и социальными последствиями, растущим спросом со стороны возникающих секторов, в частности сегмента хранения и обработки данных [Gatto, Drago, 2020; Tripathi, Kaur, 2020]. Развитие электроэнергетики также определяется регуляторными ограничениями, обусловленными глобальными экологическими вызовами [Newberry, 2001; Cavanagh, 2021].

Цифровизация позволяет оптимизировать функционирование и техническое обслуживание сетей энергоснабжения. Появляются новые сервисы, автоматизируется торговля энергией. Энергетические системы, работающие на ВИЭ, децентрализуются [Graf, Jacobsen, 2021; BDEW, 2019]. Получают распространение умные

¹ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/energy/>, дата обращения 28.03.2021.

² <https://minenergo.gov.ru/node/532>, дата обращения 19.02.2021.

(активно-адаптивные) сети и датчики, интернет энергии, виртуальные электростанции (*virtual power plants*), цифровые подстанции, системы распределенного реестра (блокчейн), цифровые платформы [Dellermann et al., 2017; Ketter et al., 2018; Adeyemi et al., 2020; Menzel, Teubner, 2020]. Каждое направление оперирует собственным комплексом технологий [KAS, 2020]. Умные сети интегрируют различные устройства, используемые производителями, поставщиками и потребителями энергии [Ketter et al., 2018; Bertolini et al., 2020]. Их ядром служат умные счетчики, которые в режиме реального времени отслеживают объем потребления и передают данные поставщику для принятия решений об оптимизации инфраструктуры и, следовательно, управления энергопотреблением [Waite et al., 2017; Ketter et al., 2018]. К умным устройствам относят также датчики для контроля качества электроэнергии [Bagdadee et al., 2020] и потерь на линиях электропередач [Song et al., 2017], сенсорного мониторинга подземной инфраструктуры [Rodríguez et al., 2020], автоматизации управления системой [Wertani et al., 2020], мониторинга состояния оборудования [Dileep, 2020] и др.

Широкое применение находят блокчейн-технологии, обеспечивающие защищенную цифровую среду [Carvalho, 2015; Adeyemi et al., 2020; Zhu et al., 2020]. Подобные системы отслеживают операционные процессы, например функционирование устройств, регулирующих напряжение энергосети, выявляют отклонения, предотвращают перебои в снабжении и непредвиденные ситуации [Shahidehpour, Fotuhi-Friuzabad, 2016]. Облегчается взаимодействие между участниками за счет смарт-контрактов, предполагающих безопасные транзакции, управление цифровыми активами (токенами), биллингом, идентификацией и доступом с применением современных алгоритмов шифрования [Andoni et al., 2019; Adeyemi et al., 2020]. В новых сегментах электроэнергетики, в первую очередь ВИЭ, технологии распределенных реестров обеспечивают мониторинг всех звеньев создания стоимости. Потребители получают возможность продавать излишки произведенной ими электроэнергии (концепция просьюмеров) [Zhu et al., 2020]. Криптовалюты (SolarCoin, EverGreenCoin, EcoCoin, EECoin, NRGcoin [Andoni et al., 2019]) снижают роль посредников в поставках электроэнергии. Подобные проекты пока реализуются в пилотном режиме [Adeyemi et al., 2020]. Объектом торговли могут стать права на выбросы углекислого газа, что особенно актуально на фоне ужесточения климатического регулирования [Andoni et al., 2019]. Инфраструктура ВИЭ включает виртуальные электростанции, обеспечивающие стабильный объем общей генерации и предложения. Она представляет собой систему небольших генерирующих объектов, объединенных открытыми интерфейсами и управляемых оператором [Dellermann et al., 2017].

Цифровые платформы снижают риски для отдельных участников и предоставляют им персонализированные сервисы. Выделяют электроэнергетические платформы, объединяющие розничную торговлю и потребителей (B2C) либо только клиентов (C2C),

платформы совместного подключения (*plug-sharing platforms*), устройства для подзарядки электромобилей и гибридных транспортных средств с возможностью передачи излишков обратно в сеть (*vehicle-to-grid*, V2G) и др. Они способны гибко управлять нагрузкой на сети. Операторы регулируют деятельность участников, роли которых могут меняться. Так, коммунальная компания на различных платформах выступает продавцом, провайдером услуги либо покупателем электроэнергии [Menzel, Teubner, 2020].

К ограничениям цифровизации отрасли относятся повышенные требования к информационной безопасности, необходимость привлечения значительных капитальных инвестиций с длительным периодом окупаемости, трудности интеграции новых устройств в действующую инфраструктуру [Edelstein, Kilian, 2007]. Технологические инновации и вовлечение потребителей в управление спросом требуют освоения новых цифровых компетенций. Темпы цифровизации в значительной мере определяются качеством регулирования и зрелостью рынка, включая сохранность и защиту данных, безопасность обмена ими, совместимость информационных систем и оборудования [Epiphaniou et al., 2020; Anderson, El Gamal, 2017; European Commission, 2017].

Новым предметом управления становятся правовые основания и принципы вовлечения потребителей в торговлю энергоресурсами. Разрабатываются отраслевые стандарты применения передовых технологий [Afanasyev et al., 2019]. Отдельных усилий требует определение правил обработки и хранения больших объемов данных отраслевыми организациями [Adeyemi et al., 2020]. Цифровизация повысит эффективность компаний. По некоторым прогнозам, следствием игнорирования этого процесса к 2025 г. станет банкротство каждого четвертого поставщика электроэнергии [Schwieters et al., 2016; Menzel, Teubner, 2020]. Технологические цифровые платформы могут изменить фокусировку инвестиционной модели — от ограниченного числа крупных программ к портфелю небольших проектов, иницируемых потребителями [Menzel, Teubner, 2020]. Масштабы трансформации рынка труда под влиянием цифровых технологий окажутся сопоставимы с последствиями либерализации и сокращения рабочих мест. К примеру, в период реформы 1998–2007 гг. занятость в электроэнергетике Германии снизилась на 20% [Graf, Jacobsen, 2021].

Подходы к изучению цифровой трансформации отраслей пока формируются. Апробируются различные количественные и качественные методы анализа [European Commission, 2019b; Zaoui, Souissi, 2020]. Большинство исследований фокусируются на применении отдельных цифровых технологий и их технико-экономических параметрах [Ketter et al., 2018; Xiong et al., 2018; Adeyemi et al., 2020; Ahmad et al., 2021; Bagdadee et al., 2020; Bertolini et al., 2020; Dileep, 2020], институциональных преобразованиях на отраслевом и национальном уровнях [Dellermann et al., 2017; Menzel, Teubner, 2020; Graf, Jacobsen, 2021]. Работы, посвященные сопоставлению различных аспектов и эффектов цифровизации, остаются единичными. Настоящая статья восполняет

пробел, обобщая тенденции, проблемы и выигрышные решения, касающиеся «зеленой» цифровой трансформации электроэнергетики.

Методология и дизайн исследования

Исследовательский инструментариум охватывает сканирование горизонтов, анализ кейсов, экспертные интервью, опросы руководителей компаний, сопоставление доступных статистических данных. Анализ научных публикаций, а также прогнозных аналитических материалов международных организаций и ведущих мировых исследовательских центров за 2017–2020 гг. позволил выявить перспективные направления «зеленой» цифровизации отрасли³.

Для изучения национальных инициатив цифровизации проведен сравнительный анализ стратегий десяти стран — крупнейших производителей и потребителей электроэнергии: Китая, США, Индии, России, Японии, Канады, Германии, Бразилии, Южной Кореи и Франции. Информация структурировалась следующим образом: страна; название программного документа с описанием мер по внедрению цифровых технологий в отрасли; ключевые направления развития сектора на национальном уровне, инструменты поддержки цифровизации. С использованием теоретических и практических подходов [Brown, Brown, 2019; Korachi, Bounabat, 2019; Lichtenthaler, 2020] определены этапы цифровой трансформации отрасли, описан ход их реализации в странах выборки, сформирован перечень основных количественных индикаторов. Источниками послужили данные Всемирного банка [World Bank, 2021], Управления энергетической информации США (Energy Information Administration) [DOE, 2021], порталы Statista [Statista, 2021a,b,c] и Автостат⁴, научные и аналитические публикации.

Предлагаемый подход вносит вклад в сопоставительные исследования процессов цифровизации электроэнергетики и может применяться для других отраслей ТЭК.

«Зеленая» цифровизация как приоритет

Государство не только стимулирует цифровизацию, но и принимает меры по смягчению ее возможных негативных последствий, таких как сокращение занятости [Graf, Jacobsen, 2021], усложнение систем управления [Ahl et al., 2020], угрозы сохранности данных [Dellerman et al., 2017], рост регуляторной нагрузки на компании и неопределенность правовых механизмов [Soshinskaya et al., 2014]. В выборку вошли крупные экономики, лидирующие по абсолютному объему генерации электроэнергии (табл. 1).

По каждой стране проанализированы доступные отраслевые документы (опубликованные преимущественно в 2015–2020 гг.). Рассмотрены стратегии развития,

аналитические материалы, посвященные технико-экономическим и технологическим аспектам, законодательные акты, регулирующие внедрение и применение отдельных технологий, установление тарифных схем и т. п. Определены ключевые характеристики цифровизации и инструменты государственной политики.

В большинстве экономик основу цифровой трансформации составляют умные сети. Внедрение других технологий (ИВ, искусственного интеллекта (ИИ), облачных технологий, цифровых двойников и др.) обычно закреплено в национальных стратегиях цифровизации, которые носят сквозной характер и охватывают широкий круг отраслей. В некоторых странах, включая Россию, стратегия цифровизации электроэнергетики оформлена в виде отдельного документа.

Китай остается мировым лидером по объемам энергопотребления и производства чистой энергии, доля которой в общей генерации достигла 30%. Инвестиции направляются прежде всего на адаптацию сетевой инфраструктуры к ВИЭ, повышение гибкости традиционных электростанций, управление спросом и развитие масштабных систем хранения. Быстрорастущий китайский рынок электрокаров имеет широкие перспективы интеграции в национальную энергетическую систему. Из-за динамично растущего энергопотребления сохраняется вероятность, что переход к чистой энергетике и углеродной нейтральности к 2060 г. останется нереализованным. Подобного сценария можно избежать, внедрив и масштабировав все возможные инструменты цифровизации [IEA, 2019a].

В ближайшее десятилетие США останутся в числе крупнейших потребителей и производителей электроэнергии. При сохранении доминирования газогенерации доля ВИЭ продолжит расти, а угольная генерация существенно сократится. Электростанциям и энергосистемам всех типов предстоит резко повысить эффективность за счет цифровизации, рационального ресурсопользования, бережливого производства (*lean production*) и внедрения передовых аналитических систем на базе больших данных. Оптимизация рабочих процессов, цифровизация процессов и гибкое управление (*agile working*) позволят коммунальным предприятиям увеличить результативность на 3%, снизить себестоимость производства электроэнергии (исключая топливную составляющую) на 10–20% для угольных электростанций и на 5–15% — для газовых при одновременном повышении безопасности [McKinsey & Company, 2019]. Ключевые риски связаны с потерей рабочих мест и отсутствием квалифицированного персонала для вновь создаваемых «цифровых» вакансий в энергетике, а также с обеспечением надлежащей кибербезопасности при достигнутом уровне цифровизации. Как и в Канаде, регионы страны обладают высокой автономией в выборе опорных технологий генерации и цифровизации, что затрудняет их интеграцию.

³ Статьи отбирались по ключевым словам: digitalization, digital transformation, digital/smart energy, energy power industry; smart meters, Internet of energy, energy blockchain platform; green/distributed/renewable energy.

⁴ <https://www.autostat.ru/news/42999/>, дата обращения 19.02.2021.

Табл. 1. Страны с наибольшим объемом производства электроэнергии в 2019 г. и прогноз на 2030 г.

Страна	Объем производства электроэнергии в 2019 г., ТВт	Место в рейтинге (2019)	Объем производства электроэнергии в 2030 г., ТВт	
			Базовый вариант	Сценарий энергоперехода
Китай	7 482	1	9 952	9 317
США	4 385	2	4 506	4 153
Индия	1 614	3	2 461	2 365
Россия	1 122	4	1 207	1 146
Япония	1 013	5	1 001	958
Канада	649	6	690.7	—
Германия	616	7	—	—
Бразилия	615	8	770	711
Южная Корея	576	9	—	—
Франция	570	10	—	—

Источник: составлено авторами на основе [Enerdata, 2020; IEA, 2020f; IRENA, 2020].

Индия при сохранении текущих темпов роста экономики уже через несколько лет выйдет на первое место в мире по объему энергопотребления, обогнав Китай. До сих пор основными источниками энергии в стране служили уголь и свыше 80% импортируемой нефти. Для удовлетворения спроса и снижения зависимости от импорта ускоренными темпами наращивается солнечная генерация, которая интегрируется в сеть благодаря цифровизации. В фокусе национальных приоритетов — цифровизация сетевого хозяйства (системы мониторинга переходных процессов, передачи электроэнергии переменным током и др.) и распределения энергии (благодаря передовым системам управления — SCADA, ADMS и др.), автоматизация и проектирование цифровых подстанций (их число в стране превышало 50 в 2019 г.), поддержка просьюмеров и активных потребителей [Batra, 2019]. Базовые ограничения связаны с высоким уровнем бедности и зависимостью быстрорастущей экономики от импортируемой нефти.

В России с преимущественно газовыми тепловыми электростанциями на долю ВИЭ приходится менее 1% централизованной генерации энергии. Отраслевые инициативы вписаны в более широкую повестку цифровизации, заданную в 2019 г. национальной программой «Цифровая экономика Российской Федерации»⁵. Программа предполагает комплексное развитие информационной инфраструктуры, кадров, цифровых технологий, информационной безопасности, нормативно-правовых условий разработки и внедрения соответствующих решений в экономике, обществе и сфере государственного управления. Отдельный проект Минэнерго России «Цифровая энергетика» дополняет эту систему мер повышением надежности энергоснабжения, созданием единой отраслевой цифровой платформы для передачи данных в режиме реального времени и сбором отраслевой отчетности⁶. Для России основные сдерживающие факторы обусловлены чрезмерной централи-

зацией, ставкой на развитие единой энергосистемы, избытком организаций-посредников и высоким уровнем перекрестного субсидирования, затрудняющими принятие оптимальных решений на местах.

Японии, как и Германии, удалось обеспечить экономический рост при сокращении потребления первичной энергии (относительно уровня 1990 г.). В энергопотреблении страны в 2018 г. преобладали нефть (около 40%), газ (21%) и уголь (26%). На долю ВИЭ и гидроэнергии приходится 10%. Удельный вес генерации электроэнергии на АЭС сократился с 30% в 2011 г. до 3% в 2018 г. [IEA, 2020d] вследствие аварии на Фукусиме, которая привела к масштабному сбою в национальной электросети. В совокупности с социальными факторами (прежде всего старением населения) это повлекло постепенную реорганизацию энергоснабжения посредством цифровых технологий. Стратегия социально-экономического развития «Общество 5.0»⁷, принятая в 2016 г., предписывает анализировать разнородные большие данные (о метеорологии, работе электростанций, состоянии батарей электромобилей, режимах энергопотребления домохозяйств) с помощью ИИ. Это позволит точнее прогнозировать и оптимизировать энергопотребление, перераспределяя нагрузку на местные источники, повышая энергосбережение и сокращая воздействие на окружающую среду и климат. Согласно национальному Стратегическому энергетическому плану (*Strategic Energy Plan*) заметное влияние на структуру энергопотребления окажут ИИ, ИВ, технологии виртуальной и дополненной реальности и другие разработки. Кумулятивный эффект применения цифровых решений, систем хранения энергии и ВИЭ обеспечит достижение климатических целей декарбонизации экономики. К рискам энергоперехода в Японии можно отнести нарастающее политическое влияние Китая и Индии, ужесточение технологической конкуренции и угрозы кибербезопасности [METI, 2018].

⁵ <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/>, дата обращения 24.02.2021.

⁶ <https://minenergo.gov.ru/node/14559>, дата обращения 19.02.2021.

⁷ https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html, дата обращения 10.02.2021.

В структуре первичного энергопотребления Канады по 30% составляют нефть и природный газ, 25 — гидроэнергия, по 3–4% — уголь и ВИЭ, остальное — атом. При этом в генерации превалирует гидроэнергетика, на долю которой приходится около 60%. По объему произведенной гидроэлектроэнергии страна уступает только Китаю и Бразилии [EIA, 2019]. Ожидается, что комбинирование чистой энергетики и цифровых технологий приведет к снижению затрат и выбросов [The Generation Energy Council, 2018]. К приоритетам цифровизации отрасли до 2050 г. отнесены повышение энергоэффективности, управление спросом и потреблением, развитие умных сетей, расширение инфраструктуры электромобилей и подготовка специалистов. Как и другие страны с высоким уровнем развития цифровизации и электрификации, Канада стоит перед вызовами обеспечения кибербезопасности и устойчивости отрасли [Canadian Electricity Association, 2019].

Европейская стратегия цифровизации (The European Digital Strategy), которой руководствуются Германия, Франция, Испания и другие страны ЕС, базируется на принципах открытости, общественного участия, устойчивого развития, конкуренции и социальной справедливости [European Commission, 2021b]. Внедрение современных информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), включая сенсоры, средства работы с большими данными, ИИ и ИВ, повысит связность, эффективность, надежность и устойчивость энергосистем [European Commission, 2021a] за счет гармонизации сотрудничества в рамках Энергетического союза (Energy Union)⁸ и Цифрового единого рынка (Digital Single Market)⁹.

В Германии в общем объеме потребления первичных ресурсов доминируют нефть (34% в 2018 г.), природный газ (23%) и ВИЭ (14%). Страна поставила самые амбициозные для ЕС цели по декарбонизации экономики и переходу к чистым источникам энергии с применением умных счетчиков и других цифровых технологий [Gangale et al., 2017]. Достижение этих целей регулирует Закон о цифровизации энергетического перехода (The Act on the Digitisation of the Energy Transition) [BMW, EY, 2019] и Дорожная карта энергосетей будущего (Roadmap for Smart Energy Grids of the Future) [BMW, 2017]. Для этого предстоит поддерживать надежность системы в условиях роста доли ВИЭ и перехода к активно-адаптивным сетям, обеспечить защиту персональных данных и совместимость цифровых решений [BMW, 2017].

Бразилия удовлетворяет около 50% спроса на первичную энергию за счет нефти и около 30% — с помощью ВИЭ и атомной энергии. До 70% национального спроса на электроэнергию покрывает гидрогенерация, до 80% электроэнергии в стране производится из ВИЭ. ТЭК Бразилии переживает масштабные реформы, которые могут изменить ландшафт сектора в последующие десятилетия [WEF, Bain & Company, 2017]. Принятая в 2018 г. национальная стратегия цифровой трансформа-

ции E-Digital [Government of Brazil, 2018] предполагает развитие умных городов за счет внедрения технологичной ИВ, особенно в сферах мобильности, безопасности организаций ЖКХ и умных сетей энерго- и водоснабжения. Все шире применяются интеллектуальные счетчики, системы удаленного управления, автоматизированной генерации [WEF, Bain & Company, 2017], симуляторы в режиме реального времени и другие технологии прогнозирования, мониторинга и реагирования на изменения [RRE, 2017]. Цифровизация облегчит интеграцию в сеть новых ВИЭ, таких как ветер и солнце, а также формирование децентрализованных энергосистем. Особое внимание уделяется защите от киберугроз ключевой национальной инфраструктуры — информационной (депозитарии, серверы и др.) и традиционной (электроэнергетика, водоканалы, нефтегазовый сектор и др.), которая будет осуществляться совместно органами власти и бизнесом.

В энергобалансе Южной Кореи за преобладающими нефтью и углем следуют природный газ и атомная энергия. Принятый в декабре 2017 г. План по переходу на ВИЭ до 2030 г. (Renewable Energy 2030 Implementation Plan) предполагает доведение доли ВИЭ в общем объеме электроэнергии с 3 до 20% [Hong et al., 2019; IEA, 2020e]. Помимо наращивания солнечной и ветрогенерации в Девятом плане долгосрочного развития электроэнергетики (9th Basic Plan for Power Supply and Demand) намечены повышение гибкости производства, хранения, передачи и потребления энергии, поддержание высокого уровня безопасности электроснабжения. Цифровизация также находится в фокусе Мастер-плана развития энергетики до 2035 г. (Korea Energy Master Plan 2035) и Зеленой стратегии посткризисного восстановления (Green New Deal) 2020 г. Планируется перейти к управлению спросом за счет внедрения умных сетей и электросчетчиков, наращивать энергоэффективность путем развития ИКТ-инфраструктуры [MOTIE, 2014]. «Узкими местами» остаются высокая зависимость от импорта ископаемых энергоносителей, географическая замкнутость национальной электросети, удаленность центров генерации электроэнергии (юг страны) от основных районов потребления. Последнее характерно и для других стран, например Германии.

Несмотря на различия в структуре и уровне потребления первичных энергоресурсов, технологическом развитии отрасли, почти во всех указанных государствах цифровые технологии рассматриваются как инструмент повышения эффективности, перехода на чистую энергию и децентрализации энергосистем.

Национальные модели и этапы цифровой трансформации в электроэнергетике

Проанализированные источники позволяют выделить три модели цифровизации национальных энергосистем. Первая присуща странам с децентрализованным

⁸ https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/energy-union_en, дата обращения 19.03.2021.

⁹ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/shaping-digital-single-market>, дата обращения 16.02.2021.

управлением — США и Канаде, чьи регионы (штаты, провинции) обладают достаточной автономией для выбора основного вида электрогенерации и принятия технологических решений, которые носят рыночный характер (*market pull*). Эта модель позволяет опробовать различные подходы и выбрать наиболее эффективные с учетом региональных различий (ресурсов, плотности населения, климата и т. п.). Координирующую роль в гармонизации региональных систем и решений играют национальные отраслевые ассоциации. Подобный подход касается развитых стран, не испытывающих дефицита энергоресурсов.

Вторая модель цифровизации отличает экономики с высокой зависимостью от импорта ископаемых энергоносителей, такие как Индия, Корея, Япония и Германия. Ускоренный переход на ВИЭ обусловлен здесь не только климатическими и природоохранными интересами, но и требованиями повышения энергонезависимости. В подобных условиях цифровизация обеспечит стабильность и устойчивость энергосистем, быструю передачу энергии из центров генерации потребителям, радикальное повышение энергоэффективности в рамках «технологического броска» (*technology push*).

Третья, смешанная, модель опирается одновременно на рыночные механизмы и директивное государственное управление в зависимости от сегмента электроэнергетики или сферы применения цифровых решений. Она характерна для России, Китая и Бразилии. При том что государство определяет траектории цифровизации, организации отрасли и регионы сохраняют некоторую свободу в выборе путей достижения заявленных целей.

Предложенные модели можно дополнить двумя основными этапами цифровизации отрасли. Первый предусматривает внедрение умных устройств (прежде всего счетчиков) и создание интеллектуальной инфраструктуры. Речь идет о модернизации действующих электросетей и оборудования, повышении эффективности использования материальных активов и процессов компаний за счет повсеместной интеграции умных систем учета электроэнергии, совершенствования правовой базы.

Начавшееся около десяти лет назад распространение умных счетчиков до сих пор не завершено в некоторых странах (например, в Бразилии) в силу регуляторных барьеров и длительных сроков разработки стандартов [European Commission, 2011]. Тарифная политика коммунальных предприятий США затрудняет реализацию крупных проектов цифровизации [DOE, 2015]. К 2018 г. число умных счетчиков приближалось к отметке 100 млн [BCSE, 2020].

Значительное время занимают разработка стандартов и законодательное обеспечение их применения. Государства, достигшие целевых показателей по внедрению нормативов, переходят к следующей стадии — установке умных сенсоров и датчиков нового поколения. Так, в КНР ожидается очередная волна модернизации этих устройств ввиду их относительно короткого (5–8 лет) жизненного цикла, что должно обеспечить стабильный внутренний спрос в объеме 55–60 млн в год [BMWi,

2020a]. В Канаде доля умных электросчетчиков уже достигла 82% [Natural Resources Canada, 2018]. В Южной Корее первые такие приборы устанавливались в 2009–2013 гг. в провинции Чеджудо в рамках пилотного проекта, позволившего апробировать устройства и выйти с ними на внешние рынки Перу и Камбоджи [IEA, 2020f].

Второй этап затрагивает всю цепочку создания стоимости и обеспечивает переход к чистым источникам энергии. Он предполагает системную трансформацию электроэнергетики за счет внедрения цифровых технологий и чистой энергии, строительства распределенных энергосетей и инфраструктуры умной мобильности (включая электромобили), умного энергообеспечения зданий, расширения спектра цифровых сервисов. Задействовано множество инновационных решений, таких как предиктивная аналитика на основе алгоритмов машинного обучения, автоматизация взаиморасчетов с помощью систем распределенных реестров, цифровые платформы для торговли энергоресурсами [Cardenas et al., 2014], современные системы энергоменеджмента и сквозные цифровые платформы [Vaio et al., 2021; Menzel, Teubner, 2020]. В цифровизацию вовлекаются потребители, поставщики и партнеры передающих и распределительных компаний.

Современная инфраструктура умных сетей предоставляет потребителям новые услуги благодаря отслеживанию в онлайн-режиме объемов и структуры энергопотребления и формированию дифференцированных тарифов. Аналогичный подход применяется во Франции, где счетчики Linky обеспечивают управление низковольтной сетью и дифференциацию тарифов наряду с точным мониторингом и предиктивной диагностикой, регулируемыми пиковые нагрузки [European Commission, 2020]. В Бразилии почасовой тариф (The White Hourly Tariff) позволяет отслеживать поведение домохозяйств и на базе собранной информации стимулировать их снижать потребление энергоресурсов в пиковый период с 18 до 22 часов [Dantas et al., 2018; Dranka, Ferreira, 2020]. Для повсеместной установки счетчиков предстоит привлечь около 2 млрд долл. инвестиций [Dranka, Ferreira, 2020].

На данном этапе внедряются различные цифровые технологии по всей цепочке добавленной стоимости с опорой на платформенные решения. Примером может служить проект китайской электроэнергетической госкорпорации SGCC (e-IoT) по созданию экосистемы «интернет энергии», интегрирующей цифровые платформы, систему управления спросом и другие инструменты повышения внутренней эффективности. В интересах потребителя предполагается разработать сервисы по интеграции систем распределения электроэнергии и розничной торговли, новые модели облачного трейдинга энергоресурсами [Energy Iceberg, 2019].

На каждом этапе цифровизации применяются меры государственной поддержки, которые можно разделить на три группы: финансовые, регуляторные и прочие (табл. 2–4).

Финансовые инструменты стимулируют проведение исследований и разработок (ИиР) и внедрение но-

Табл. 2. Финансовые меры поддержки цифровой трансформации электроэнергетики

Направление	Механизм	Страна
Исследования и разработки (ИиР)	Фонды коммерциализации технологий для энергетики*	США
	Гранты на разработку технологий для энергетики	Германия
	Налоговые льготы для проведения ИиР	Индия
	Гранты на разработку и коммерциализацию проектов дорожной карты «Энерджинет» Национальной технологической инициативы	Россия
	Создание и поддержка центров разработки передовых технологий (ИИ и др.)	США
	Государственно-частные партнерства для создания центров превосходства в области энергетики (с участием представителей академической науки, малого и среднего бизнеса) для проведения ИиР по приоритетным направлениям	Франция
Внедрение цифровых решений	Гранты на модернизацию сетей передачи и распределения (Smart Grid Investment Grant program)*	США
	Гранты (специальные кооперационные соглашения) для изучения возможностей нового поколения умных сетей (их совмещения с действующей инфраструктурой) и технологий хранения электроэнергии (Smart Grid Demonstration Program)*	США
	Субсидии на приобретение электромобилей	Китай
	Государственные закупки электромобилей для обновления традиционного автопарка	Индия
	Формирование отраслевых заказов на оборудование и иную продукцию сектора	Россия
	Гранты на проекты интеграции распределенных энергоресурсов, устройств хранения и электромобилей	Канада
	Призовые конкурсы по отбору компаний — лидеров в реализации стратегий ИКТ	Япония
	Поддержка стартапов	Индия
	Фонды развития экспорта для коммерциализации решений компаний в области чистой энергетики	Канада
Применение	Дифференцированный тариф для регулирования пиковых нагрузок с помощью умных счетчиков в зависимости от времени суток или года*	Франция
	Специальный тариф для межрегиональных (межмуниципальных) объединений — пониженная ставка при передаче в пределах объединения и более высокая ввне*	Франция
	Специальные условия для внедрения умных счетчиков при использовании определенного вида тарифа (The White Hourly Tariff)*	Бразилия

Примечание для табл. 2-4. Звездочкой отмечены инструменты, которые могут использоваться на первом этапе цифровизации.

Источники: составлено авторами на основе [EC-MAP, 2018; Natural Resources Canada, 2018; BMWi, EY, 2019; European Commission, 2019a; IEA, 2019b; SGCC, 2019; BMWi, 2020b; European Commission, 2020; IEA, 2020c; KAS, 2020; METI, 2020; DOE, 2021].

вых технологий. К ним относятся: гранты, субсидии, налоговые льготы на ИиР, фонды коммерциализации технологий, государственные закупки, дотации на приобретение определенных продуктов, конкурсы, финансирование стартапов, специальные тарифы и условия использования умных устройств.

Так, в России с 2016 г. в рамках Национальной технологической инициативы реализуется дорожная

карта «Энерджинет», предусматривающая гранты на разработку и коммерциализацию идей. Цифровые решения «Энерджинет» направлены на оптимизацию энергопотребления. Грамотная энергетическая политика и точечные конкурентные стимулы обеспечат им востребованность на внутреннем и глобальном рынках. Прогнозируется, что к 2035 г. доля российских компаний на мировых рынках достигнет от 3

Табл. 3. Регуляторные стимулы цифровизации электроэнергетики

Механизм	Страна
Требование об обязательной сертификации умных устройств (счетчиков и концентраторов)*	Германия, Франция, Япония
«Регуляторные песочницы» в рамках демонстрационных проектов для тестирования новых моделей энергоснабжения	Южная Корея
Законодательное требование к доступности данных о передаче электроэнергии на розничном рынке	США
Законодательное требование о наличии информационных систем управления безопасностью энергосетей	Германия
Законодательно установленное право распределительных организаций на установление на своей территории концессионных зарядных станций для электромобилей	Бразилия
Доступ к различным наборам данных о хранении, сетевой инфраструктуре, метеорологии по требованию регулятора с помощью API	Франция
Онлайн-система комплаенса на соответствие требованиям энергетического кода страны при планировании и возведении зданий	Индия
Единый стандарт данных, включая формат, протокол данных для электросетевых предприятий (Green Button или the Energy Services Provider Interface standard)	Канада

Табл. 4. Прочие механизмы, способствующие переходу к цифровой энергетике

Направление	Механизм	Страна
Стандартизация	Разработка стратегии стандартизации — дорожная карта формирования технических стандартов в виде рекомендаций	Германия
	Разработка стандартов кибербезопасности, включая требование сообщать об инцидентах, которые поставили под угрозу надежность системы или могут представлять для нее будущую угрозу	США
	Разработка руководства по повышению безопасности промышленного интернета	Китай
	Ежегодный мониторинг цифровизации	Германия
Интегральные и платформенные решения	Создание открытой федеративной инфраструктуры данных для интеграции централизованных и децентрализованных инфраструктур в однородную среду (совместный проект GAIA-X)	Германия и Франция
	Платформы для электронного оказания услуг по подключению к электрическим и газораспределительным сетям	Россия
	Блокчейн-платформы для торговли избыточной электроэнергией, маркетплейсы на базе данных операторов рынка	Япония, Франция
	Новые бизнес-модели и модели поставки энергоресурсов (Mieterstrom)	Франция
Апробация и масштабирование	«Живые лаборатории»: тестирование технологий с высоким уровнем готовности в реальных условиях действующей правовой и физической инфраструктуры без специальных нормативных изъятий (программа SINTEG)	Германия
	Пилотные и демонстрационные проекты по запуску платформ и мобильных приложений на блокчейне, микрогридах, облачных платформ	США, Китай, Южная Корея
	Демонстрационные программы для поддержки проектов по созданию зарядной инфраструктуры электромобилей	Канада
	Демонстрационные проекты систем управления энергией в домохозяйствах, менеджмента энергоснабжения зданий, виртуальных электростанций	Япония
	Отбор лучших практик для запуска пилотных проектов и их дальнейшего масштабирования (Цифровой район электрических сетей)	Россия

до 12%¹⁰, а объем выручки составит 40 млрд долл. в год¹¹.

Регуляторные инструменты охватывают юридически закрепленные требования к обращению с устройствами, данным и процессам их эксплуатации. Речь идет о правилах сертификации, обеспечения доступности данных, единых стандартах, организации «регуляторных песочниц». Так, в законодательстве Германии, Франции, Японии и других стран закреплено требование о сертификации умных устройств [European Commission, 2019a].

Третья группа инструментов объединяет *иные меры поддержки*, включая рекомендации по внедрению технологий, стандарты кибербезопасности, индикаторы цифровизации, вовлечение потребителей в создание сервисных платформ энергоснабжения, построение открытых инфраструктур данных, цифровых площадок для торговли электроэнергией, развитие новых бизнес-моделей и запуск пилотных проектов по энергопоставкам.

На втором этапе цифровизации арсенал мер расширяется в силу большого объема инноваций по всей цепочке создания стоимости. Среди новых направлений регулирования — управление отраслевыми данными [Avancini et al., 2019]. В последние годы ряд инициатив получают поддержку национальных регуляторов.

Франко-германский комплексный проект GAIA-X, реализуемый в форме международной некоммерческой ассоциации, предусматривает создание открытой распределенной инфраструктуры для интеграции центра-

лизованных и децентрализованных сетей в единую среду, разработку соответствующих регуляторных норм и услуг. В результате появится унифицированный формат хранения сведений о состоянии инфраструктурных объектов и иных данных.

Единые стандарты позволят объединить на общей платформе поставщиков облачных решений, высокопроизводительных вычислений, периферийных вычислительных систем и других участников рынка, расширив спектр предоставляемых услуг. Проект создает условия для развития новых бизнес-моделей (Закон об электроснабжении арендаторов жилья, Landlord-to-Tenant Electricity Act¹²), центров обработки, агрегации данных и других услуг [BMWi, 2020b].

Многие страны разрабатывают регуляторные правила по обращению с информацией в энергетике. В США законодательно оформлено требование об обеспечении доступности данных, связанных с передачей электроэнергии на розничном рынке [IEA, 2019b]. Аналогичное требование к открытости интерфейсов со сведениями о потреблении электроэнергии, сетевой инфраструктуре и метеорологической обстановке закреплено во Франции [Catapult Energy Systems, 2019].

Независимо от используемой модели интеграция в единую сеть требует повышения информационной безопасности оборудования и программного обеспечения. Так, применяемые в США нормы кибербезопасности предписывают уведомлять об инцидентах, ставящих под угрозу надежность системы [Federal Register, 2019]. Единый стандарт, принятый в США и Канаде в 2011 г.,

¹⁰ Включая надежные и гибкие распределительные сети, интеллектуальную распределенную энергетику и потребительские сервисы, а также сегменты смежных отраслей — коммунальные и ресурсные сервисы ЖКХ.

¹¹ https://www.nti2035.ru/markets/docs/DK_energynet.pdf, дата обращения 12.02.2021.

известный как Green Button (Energy Services Provider Interface, ESPI), включает формат и протокол обмена информацией между поставщиками и потребителями электроэнергии с помощью специальных приложений [Natural Resources Canada, 2018].

В сфере «зеленой» цифровизации значительные ресурсы направляются на ИиР государственных научных организаций и центров превосходства, зачастую в формате государственно-частного партнерства. Практикуются разнообразные стимулы для населения к приобретению новых технологий. В Германии реализуется проект по установке систем хранения энергии вместе с солнечными батареями, подключенными к электросети. При этом индивидуальные системы генерации могут передавать в сеть не более 50% производимой энергии. Механизм стимулирования компаний и физических лиц предусматривает инвестиционный грант, покрывающий 30% стоимости аккумуляторных батарей, и кредит с низкой процентной ставкой на оставшиеся 70%. Объектами поддержки выступают установка новых солнечных панелей и модернизация действующих солнечных электростанций, номинальная мощность которых не превышает 30 кВт/пик, а срок службы — не менее пяти лет [DIW Berlin, 2013].

Электромобильность остается приоритетным направлением развития отрасли практически во всех странах. Привлекательность электромобилей обеспечивается субсидиями на их приобретение. В Китае в 2019 г. соответствующая инфраструктура насчитывала свыше 500 тыс. точек зарядки, что на 50% превысило показатель предыдущего года. При этом именно на Китай приходится 50% мировых продаж электромобилей [BMW, 2020a]. Преимущество имеют электромобили, предусматривающие возможность не только заряжаться от сети, но и отдавать электроэнергию обратно по принципу *vehicle-to-grid* (V2G) [Clement-Nyns et al., 2011; Bibak, Tekiner-Moğulkoç, 2021].

Проект ELBE (Гамбург, Германия) предполагает установку свыше 7.4 тыс. умных зарядных станций для электромобилей по принципу распределенной системы. Участники программы могут рассчитывать на компенсацию в размере 40–60% стоимости оборудования или затрат на модернизацию сетей до сентября 2022 г. при обеспечении совместимости создаваемых станций с городским оператором, что позволит регулировать объемы потребляемой электроэнергии, в том числе в пиковые часы [IRENA, 2019; IEA, 2019c].

«Регуляторные песочницы» дают возможность апробировать новые технологии в условиях специального правового режима. В случае электроэнергетики речь идет о новых моделях предоставления услуг энергоснабжения [IEA-ISGAN, 2019]. «Живые лаборатории», напро-

тив, предназначены для тестирования технологий с высоким уровнем готовности в реальных условиях, в том числе правовых [Ahl et al., 2020]. Примером «живой лаборатории» выступает SINTEG — программа апробации и дальнейшего масштабирования инфраструктурных проектов в сфере ВИЭ-генерации в пяти регионах Германии.

Для потребителей действуют различные электронные платформы, упрощающие подключение к электро- и газораспределительным сетям (Россия)¹³ [Минэнерго России, 2019b] или торговлю избытками произведенной электроэнергии, а также маркетплейсы на базе данных операторов рынка (Япония, Франция) [SETIC, 2018].

Для сравнения продуктивности национальных моделей «зеленой» цифровизации по результатам анализа литературы выбраны следующие показатели:

- средняя продолжительность прекращений энергоснабжения [Adeyemi et al., 2020; Ahmad et al., 2021; Dileep, 2020] как критерий надежности соответствующих услуг;
- среднее значение потерь электроэнергии [Xiong et al., 2018; Leiden et al., 2021] как индикатор состояния электросетевого оборудования, влияющего на скорость внедрения цифровых технологий;
- процент умных счетчиков от общего числа [Adeyemi et al., 2020; Bertolini et al., 2020; Havle et al., 2019];
- удельный вес электромобилей в общем размере автопарка страны [Plötz et al., 2017];
- доля заправочных станций с возможностью зарядки электромобилей [Ahmad et al., 2021; Hirst, 2020].

Значения этих показателей представлены в табл. 5.

Индикаторы «зеленой» цифровизации в выбранных для анализа странах существенно варьируют. Средняя продолжительность прекращений энергоснабжения (мощности) колеблется в диапазоне от 21 до 348 мин. Наилучший показатель у Японии, наихудшие — у Индии и США с 317 и 348 мин. соответственно.

Потери электроэнергии при передаче также свидетельствуют о различной эффективности национальных сетей. В Индии они составляют около трети всей вырабатываемой электроэнергии, в Бразилии — 16%, в России — 11%. Наименьшее значение этого показателя в Японии (4%) и Германии (4.5%). В государствах с переходной экономикой утечки, как правило, составляют более 10%, в развитых — менее 5%. Доля умных счетчиков в общем их числе также колеблется от 1% в Индии до 98–99% в некоторых европейских странах и КНР.

Наименьший разброс наблюдается по доле электромобилей, не превышающей 3% общего размера автопарка. Максимального значения этот параметр достигает во Франции (2.7%) и Германии (2.96%). Однако по абсолютным показателям, как и по числу заправочных станций для автомобилей этого типа, лидирует КНР.

¹² Закон делает электроснабжение арендаторов жилья более выгодным для обеих сторон договора найма и системных операторов, которые получают от наймодателей доплату к ставке в размере от 2.2 до 3.8 центов за кВт*ч. Система стимулирует использовать технологии ВИЭ, в частности крышные солнечные панели или комбинированные системы электро- и теплогенерации. Ранее почти вся выработанная таким образом энергия поставлялась напрямую в сеть и не доходила до арендаторов в силу сложности бизнес-модели по продаже электроэнергии пользователям и отсутствия стимулов для системных операторов. Новая бизнес-модель наиболее востребована в регионах с высокими тарифами на сетевую электроэнергию, например в Берлине или Гамбурге.

¹³ <https://digital.gov.ru/uploaded/files/tsifrovaya-energetika16x915.pdf>, дата обращения 09.02.2021.

Табл. 5. Характеристика национальных моделей «зеленой» цифровизации

Показатель	Китай	США	Индия	Россия	Япония	Канада	Германия	Бразилия	Южная Корея	Франция	Испания
Средняя продолжительность прекращений энергоснабжения (мин.)	—	348 (2018)	317 (2018)	120 (2019)	21	—	—	—	—	—	—
Среднее значение потерь электроэнергии (%)	5.9 (2019)	5	33	11 (2019)	4	9	4.46 (2018)	16	—	6.41 (2018)	8.93 (2018)
Доля умных счетчиков от общего их числа (%)	99 (2018)	57	1 (2019)	10 (2018)	67 (2018)	80 (2019)	15	—	—	22.2 (2018)	93.1 (2018)
Удельный вес электромобилей в общем размере автопарка в стране (%)	0.94 (2018)	1.9 (2019)	0.3 (2019)	0.014 (2020)	1 (2019)	0.14 (2019)	2.96	—	—	2.7	1.31
Число заправок станций с возможностью зарядки электромобилей (ед.)	808 00 (2019)	26 000 (2019)	250 (2019)	1612 (2019)	7900 (2019)	5000 (2019)	27 459 (2019)	—	—	24 950 (2019)	5209 (2019)

Источники: составлено авторами на основе [Krisher, 2020; Business Standard, 2019; Center on Global Energy Policy, 2019; EIA, 2020a, 2020b; Electric autonomy, 2020; Electrical India, 2018; IEA, 2020c; Energy Efficiency & Renewable Energy, 2019; Financial Express, 2019, 2020; Gasgoo, 2018; Rivard, 2019; d'Entremont, 2020; Naik, 2020; M2M Research Series, 2018; Nhede, 2020; Spencer-Jones, 2020; Statista, 2021a, 2021b, 2021c; TEPCO, 2015; World Bank, 2021] и данных Автостата (<https://www.autostat.ru/news/42999/>, дата обращения 19.02.2021).

По представленным в табл. 5 индикаторам Россия значительно отстает от стран ЕС. Продолжительность прекращений энергоснабжения физических лиц на территории страны регулируется законодательством¹⁴, ограничивающим такие периоды 24 часами подряд и 72 часами в год. Фактическая их продолжительность в 2019 г. не превышала двух часов¹⁵, однако сообщения об аварийной остановке подачи электроэнергии и их неблагоприятных последствиях в Красноярском крае¹⁶, Псковской области¹⁷ и других регионах часто появляются в СМИ. Нормативы энергопотерь при передаче электрическим сетям утверждаются Министерством энергетики РФ¹⁸. По мнению участников рынка, фактические технологические потери не превышают 11% (см. табл. 5).

Анализ национальных и отраслевых стратегий позволил выделить социальные, климатические, ценностные и смежноотраслевые потенциальные эффекты «зеленой» цифровизации. К социальным относятся удешевление новых технологий для просьюмеров, внедрение гибких тарифов для потребителей, сокращение периодов отключения электроэнергии, повышение ее доступности для удаленных и изолированных территорий. Основным преимуществом в климатическом плане видится снижение парниковых выбросов за счет более экономного и эффективного использования энергоресурсов и перехода на ВИЭ. Ценностная составляющая заключается в изменении паттернов потребительского

поведения и закреплении на национальном уровне приоритета устойчивого развития вместо экономического роста любой ценой. Эффекты в смежных отраслях касаются появления новых сервисов в сфере мобильности и внедрения новых стандартов в строительстве.

Заключение

В отличие от других отраслей ТЭК, электроэнергетика находится на переднем крае цифровой трансформации — от внедрения облачных платформ ИВ и специализированных приложений до оптимизации всей цепочки производства и потребления энергии. Можно сказать, что отрасль максимально приблизилась к образу желаемого будущего цифровой экономики, доказывая его достижимость. Цифровизация, декарбонизация и децентрализация стали ключевыми векторами развития энергетики в большинстве стран мира. Цифровые технологии открывают возможность перехода к новым бизнес-моделям и широкому распространению ВИЭ.

Выделены три страновые модели и два основных этапа цифровой трансформации отрасли, различающиеся в зависимости от степени централизации принятия решений, импорта энергоресурсов и ориентации на спрос или предложение технологий (*market pull — technology push*). Анализ стратегических документов национального уровня позволил определить социальные,

¹⁴ Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения по ГОСТ 32144 – 2013; постановления Правительства РФ № 354 от 06.05.2011 г. и № 442 от 04.05.2012 г.

¹⁵ <https://tass.ru/ekonomika/7898243>, дата обращения 19.02.2021.

¹⁶ <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5efec2ab9a79477bda91c7e8>, дата обращения 19.02.2021.

¹⁷ <https://www.gtrkpskov.ru/news-feed/vesti-pskov/15165-v-pskovskoj-oblasti-proizoshli-massovye-otklyucheniya-elektroenergii.html>, дата обращения 19.02.2021.

¹⁸ В соответствии с постановлением Правительства РФ № 861 от 27.12.2004 г.

климатические и ценностные эффекты, оценить их влияние на смежные сектора.

К социальным относятся снижение стоимости и повышение доступности новых энергетических технологий благодаря развитию отрасли, конкуренции и государственной поддержке. Применение цифровых технологий в электроэнергетике способствует более рациональному потреблению ресурсов игроками отрасли и потребителями, надежному и равномерному распределению энергоресурсов. Анализ больших данных о потребительском поведении дает возможность поставщикам формировать гибкие тарифы в зависимости от паттернов энергопотребления. Снижение издержек и ресурсоемкости компаний сокращает затраты и тарифы, а децентрализованные системы повышают доступность электроэнергии для жителей удаленных и изолированных территорий. Усилия компаний по повышению экономической и технологической эффективности напрямую влияют на надежность и бесперебойность поставок электроэнергии потребителям. Помимо перечисленных эффектов цифровизация электроэнергетики способствует устойчивому росту отрасли и экономики в целом.

Хотя государства и бизнес декларируют приверженность снижению антропогенного воздействия на окружающую среду и климат, на операционном уровне эти цели не всегда отвечают интересам цифровизации. Рационализация использования ресурсов (например, снижение потерь при передаче электроэнергии), повышение энергоэффективности и переход к чистой энергии прямо указывают на связь цифровизации и «зеленого» роста. Однако подобные преобразования невозможны без изменения ценностных установок, что в значительной мере зависит от информационной и просветительской деятельности государства.

Переход к устойчивому развитию и цифровым технологиям ведет к изменениям во многих отраслях, включает такие межотраслевые эффекты, как формирование новых бизнес-моделей, паттернов мобильности, внедрение «зеленых» стандартов в строительстве и возникновение новых сегментов ИКТ-индустрии.

Статья подготовлена в рамках гранта, предоставленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (№ соглашения о предоставлении гранта: 075-15-2020-928).

Библиография

- Adeyemi A., Yan M., Shahidehpour M., Botero C., Guerra A.V., Gurung N., Zhang L., Paaso A. (2020) Blockchain Technology Applications in Power Distribution Systems. *The Electricity Journal*, 33(8), 106817. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2020.106817>
- Afanasyev V.Ya., Lyubimova N.G., Ukolov V.F., Shayakhmetov S.R. (2019) Digitalization of Energy Manufacturing: Infrastructure, Supply Chain Strategy and Communication. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(4), 601–609.
- Afanasyev V.Ya., Ukolov V.F., Bolshakova O.I., Kislenco N.A., Alekseev A.O. (2020) Adaptive Impact Factor Research Concerning Effectiveness of the Introduction and Use of Digital Twins for Oil and Gas Deposits. *International Journal of Criminology and Sociology*, 9, 2043–2047. DOI: 10.6000/1929-4409.2020.09.239
- Ahl A., Yarime M., Goto M., Chopra S.S., Kumar N.M., Tanaka K., Sagawa D. (2020) Exploring Blockchain for the Energy Transition: Opportunities and Challenges Based on a Case Study in Japan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 117, 109488. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109488>
- Ahmad T., Zhang D., Huang C., Zhang H., Dai N., Song Y., Chen H. (2021) Artificial Intelligence in Sustainable Energy Industry: Status Quo, Challenges and Opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125834. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125834>
- Anderson K., El Gamal A. (2017) Co-Optimizing the Value of Storage in Energy and Regulation Service Markets. *Energy Systems*, 8(2), pp. 369–387. <https://doi.org/10.1007/s12667-016-0201-0>
- Andoni M., Robu V., Flynn D., Abram S., Geach D., Jenkins D., Peacock A. (2019) Blockchain Technology in the Energy Sector: A Systematic Review of Challenges and Opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 100, 143–174. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.10.014>
- Avancini D.B., Rodrigues J.J., Martins S.G., Rabêlo R.A., Al-Muhtadi J., Solic P. (2019) Energy Meters Evolution in Smart Grids: A Review. *Journal of Cleaner Production*, 217, 702–715. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.229>
- Bagdadee A.H., Hoque M.Z., Zhang L. (2020) IoT Based Wireless Sensor Network for Power Quality Control in Smart Grid. *Procedia Computer Science*, 167, 1148–1160. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.417>
- Barbier E.B. (2020) Greening the Post-Pandemic Recovery in the G20. *Environmental and Resource Economics*, 76(4), 685–703. <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00437-w>
- Batra P. (2019) *Geo Smart Energy — Building a National Integrated Management System*. <https://geosmartindia.net/speaker/presentations2019/geosmart%20energy%20building%20national%20integrated%20management%20system%20Pankaj%20Batra.pdf>, дата обращения 19.02.2021.
- BCSE (2020) *Sustainable Energy in America*. <https://www.bcse.org/wp-content/uploads/2020-Sustainable-Energy-in-America-Factbook.pdf#page=121>, дата обращения 19.02.2021.
- BDEW (2019) *BDEW Energy Market Germany 2019 in German and English*. https://www.bdew.de/media/documents/Pub_20190603_Energy-Market-Germany-2019.pdf, дата обращения 19.02.2021.
- Beier G., Niehoff S., Ziemis T., Xue B. (2017) Sustainability Aspects of a Digitalized Industry — A Comparative Study From China and Germany. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 4(2), 227–234. <https://doi.org/10.1007/s40684-017-0028-8>
- Bertolini B., Buso M., Greco L. (2020) Competition in Smart Distribution Grids. *Energy Policy*, 145, 111729. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111729>
- Bibak B., Tekiner-Moğulkoç H. (2021) A Comprehensive Analysis of Vehicle to Grid (V2G) Systems and Scholarly Literature on the Application of Such Systems. *Renewable Energy Focus*, 36, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2020.10.001>
- BMW (2017) *Electricity 2030 — Concluding Paper*. <https://www.bmw.de/Redaktion/EN/Publikationen/electricity-2030-concluding-paper.html>, дата обращения 03.02.2021.

- BMW (2020a) *China Energy Transition Status Report 2020. Sino-German Energy Transition Project*. https://www.energypartnership.cn/fileadmin/user_upload/china/media_elements/publications/China_Energy_Transition_Status_Report.pdf, дата обращения 03.02.2021.
- BMW (2020b) *GAIA-X: Driver of Digital Innovation in Europe. Featuring the Next Generation of Data Infrastructure*. https://www.bmw.de/Redaktion/EN/Publikationen/gaia-x-driver-of-digital-innovation-in-europe.pdf?__blob=publicationFile&v=8, дата обращения 03.02.2021.
- BMW, EY (2019) *Barometer Digitalisierung der Energiewende Wichtige Voraussetzungen für die Digitalisierung wurden geschaffen Berichtsjahr 2019*. https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/barometer-digitalisierung-der-energiewende-berichtsjahr-2019.pdf?__blob=publicationFile&v=8, дата обращения 15.02.2021.
- Brown N., Brown I. (2019) *From Digital Business Strategy to Digital Transformation — How? A Systematic Literature Review*. Paper presented at the SAICSIT 2019 Conference, September 2019. <https://doi.org/10.1145/3351108.3351122>
- Business Standard (2019) *Nearly 400,000 Electric Vehicles in India, UP Leads Race*. https://www.business-standard.com/article/automobile/nearly-400-000-electric-vehicles-in-india-up-leads-race-delhi-at-2nd-spot-119071500233_1.html, дата обращения 19.02.2021.
- Canadian Electricity Association (2019) *State of the Canadian Electricity Industry*. https://cea-ksiu6qbsd.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/02/AIO_Report_2019_Digital.pdf, дата обращения 10.03.2021.
- Cardenas J., Gemoets L., Ablanedo Rosas J., Sarfi R. (2014) A Literature Survey on Smart Grid Distribution: An Analytical Approach. *Journal of Cleaner Production*, 65, 202–216. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.019>
- Carvalho P. (2015) Smart Metering Deployment in Brazil. *Energy Procedia*, 83, 360–369. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.12.211>
- Catapult Energy Systems (2019) *A Strategy for a Modern Digitalised Energy System*. <https://es.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2019/06/Catapult-Energy-Data-Taskforce-Report-A4-v4AW-Digital.pdf>, дата обращения 03.02.2021.
- Cavanagh R. (2021) Energy Efficiency and Decarbonization: Priorities for Regulated Utilities. *The Electricity Journal*, 34(2), 106908. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2020.106908>
- Center on Global Energy Policy (2019) *Electric Vehicle Charging In China And The United States*. https://energypolicy.columbia.edu/sites/default/files/file-uploads/EV_ChargingChina-CGEP_Report_Final.pdf, дата обращения 19.02.2021.
- Clement-Nyns K., Haesen E., Driesen J. (2011) The Impact of Vehicle-to-Grid on the Distribution Grid. *Electric Power Systems Research*, 81(1), 185–192. <https://doi.org/10.1016/j.epr.2010.08.007>
- D'Entremont C. (2020) *Why 80 Per Cent of Canadians are Already Using Smart Meters*. <https://huddle.today/why-80-per-cent-of-canadians-are-already-using-smart-meters/>, дата обращения 13.02.2021.
- Dantas G.D.A., de Castro N.J., Dias L., Antunes C.H., Vardiero P., Brandão R., Zamboni L. (2018) Public Policies for Smart Grids in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 92, 501–512. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.077>
- Dellermann D., Fliaster A., Kolloch M. (2017) Innovation Risk in Digital Business Models: The German Energy Sector. *Journal of Business Strategy*, 38(5), 35–43. <https://doi.org/10.1108/JBS-07-2016-0078>
- Di Vaio A., Palladino R., Pezzi A., Kalisz D.E. (2021) The Role of Digital Innovation in Knowledge Management Systems: A Systematic Literature Review. *Journal of Business Research*, 123, 220–231. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.042>
- Dileep G. (2020) A Survey on Smart Grid Technologies and Applications. *Renewable Energy*, 146, 2589–2625. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.08.092>
- DIW Berlin (2013) *Policy Efforts for the Development of Storage Technologies in the U.S. and Germany*. <https://d-nb.info/1153062666/34>, дата обращения 19.02.2021.
- DOE (2015) *United States Electricity Industry Primer*, Washington, D.C.: Department of Energy. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/12/f28/united-states-electricity-industry-primer.pdf>, дата обращения 09.02.2021.
- DOE (2021) *Recovery Act: Smart Grid Investment Grant Program*, Washington, D.C.: Department of Energy. https://www.smartgrid.gov/recovery_act/overview/smart_grid_investment_grant_program.html, дата обращения 27.02.2021.
- Dranka G.G., Ferreira P. (2020) Towards a Smart Grid Power System in Brazil: Challenges and Opportunities. *Energy Policy*, 136, 111033. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111033>
- EC-MAP (2018) *New Policy For An Era Of Energy Digitalization: Power*. <http://ec-map.org/wp-content/uploads/2018/10/Power-Whitepaper.pdf>, дата обращения 27.02.2021.
- Edelstein P., Kilian L. (2007) *The Response of Business Fixed Investment to Changes in Energy Prices: A Test of Some Hypotheses About the Transmission of Energy Price Shocks*. <https://repec.cepr.org/repec/cpr/ceprdp/DP6507.pdf>, дата обращения 19.02.2021.
- EIA (2019) *Canada. Country analysis. Overview*, Washington, D.C.: Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/international/analysis/country/CAN>, дата обращения 09.03.2021.
- EIA (2020a) *How Much Electricity Is Lost in Electricity Transmission and Distribution in the United States?*, Washington, D.C.: Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=105&t=3#:~:text=The%20U.S.%20Energy%20Information%20Administration,in%20the%20State%20Electricity%20Profiles,> дата обращения 10.02.2021.
- EIA (2020b) *U.S. Customers Experienced an Average of Nearly Six Hours of Power Interruptions in 2018*, Washington, D.C.: Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=43915#:~:text=In%202018%2C%20power%20outage%20durations,averaged%205.8%20hours%20per%20customer,> дата обращения 10.02.2021.
- Electric Autonomy (2020) *Canada's EV Charging Networks Are Growing at Pace, But More Is Needed*. https://electricautonomy.ca/2020/03/02/canadas-ev-charging-networks-2020/#/analyze?country=CA&fuel=ELEC&ev_levels=all&show_map=true, дата обращения 10.02.2021.
- Electrical India (2018) *Transmission Losses in India*. <https://www.electricalindia.in/transmission-losses-in-india/>, дата обращения 13.02.2021.
- Enerdata (2020) *Global Energy Statistical Yearbook 2020*. <https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html>, дата обращения 19.02.2021.
- Energy Efficiency & Renewable Energy (2019) *Plug-in Vehicle Sales Accounted for About 2% of All Light-Duty Vehicle Sales in the United States in 2019*. <https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/fotw-1136-june-1-2020-plug-vehicle-sales-accounted-about-2-all-light-duty>, дата обращения 10.02.2021.
- Energy Iceberg (2019) *Chinese Grids' Transformation to Benefit Digital & Tech Companies Globally*. <https://energyiceberg.com/chinese-grids-transformation-to-benefit-digital-tech-companies-globally/>, дата обращения 19.02.2021.
- Epiphaniou G., Bottarelli M., Al-Khateeb H., Ersotelos N.T., Kanyaru J., Nahar V. (2020) Smart Distributed Ledger Technologies in Industry 4.0: Challenges and Opportunities in Supply Chain Management. In: *Cyber Defence in the Age of AI, Smart Societies and Augmented Humanity* (eds. H. Jahankhani, S. Kendzierskyj, N. Chelvachandran, J. Ibarra Jimenez), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, pp. 319–345. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35746-7_15
- European Commission (2011) *Smart Grids: From Innovation to Deployment*, Brussels: European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011SC0463&from=EN>, дата обращения 19.02.2021.

- European Commission (2017) *Cyber Security in the Energy Sector. Recommendations for the European Commission on a European Strategic Framework and Potential Future Legislative Acts for the Energy Sector*, Brussels: European Commission. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/eecsp_final.pdf, дата обращения 09.02.2021.
- European Commission (2019a) *Assessment and roadmap for the digital transformation of the energy sector towards an innovative internal energy market*, Brussels: European Commission. https://www.euneighbours.eu/sites/default/files/publications/2020-03/MJ0220185ENN_en.pdf, дата обращения 09.02.2021.
- European Commission (2019b) *Digital Transformation in Transport, Construction, Energy, Government and Public Administration*, Brussels: European Commission. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC116179/jrc_digital_transformation_final_online_en_baja_resoluci%3%b3n_online.pdf, дата обращения 09.02.2021.
- European Commission (2020) *Integrated National Energy and Climate Plan for France*, Brussels: European Commission. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/fr_final_necr_main_en.pdf, дата обращения 19.02.2021.
- European Commission (2021a) *Digitalisation*, Brussels: European Commission. https://ec.europa.eu/energy/topics/technology-and-innovation/digitalisation_en, дата обращения 09.02.2021.
- European Commission (2021b) *The European Digital Strategy*, Brussels: European Commission. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/content/european-digital-strategy>, дата обращения 09.02.2021.
- Federal Register (2019) *Critical Infrastructure Protection Reliability Standard CIP-012-1-Cyber Security-Communications Between Control Centers*. <https://www.federalregister.gov/documents/2019/04/24/2019-08236/critical-infrastructure-protection-reliability-standard-cip-012-1-cyber-security-communications>, дата обращения 09.02.2021.
- Financial Express (2019) *Powered up: Average electricity cut duration falls in May*. <https://www.financialexpress.com/economy/power-up-all-india-average-electricity-cut-duration-falls-in-may/1608184/>, дата обращения 10.02.2021.
- Financial Express (2020) *Smart meters: Time to make that smart switch*. <https://www.financialexpress.com/industry/smart-meters-time-to-make-that-smart-switch/2092936/>, дата обращения 13.02.2021.
- Gangale F., Vasiljevska J., Covrig C.F., Mengolini A., Fulli G. (2017) *Smart grid projects outlook 2017*, Brussels: European Commission. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106796/sgp_outlook_2017-online.pdf, дата обращения 09.02.2021.
- Gasgoo (2018) *China car population reaches 235 million units, Ministry of Public Security*. http://autonews.gasgoo.com/china_news/70015270.html, дата обращения 13.02.2021.
- Gatto A., Drago C. (2020) Measuring and modeling energy resilience. *Ecological Economics*, 172. 106527. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106527>
- Ghobakhloo M. (2018) The future of manufacturing industry: A strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Government of Brazil (2018) *Brazilian Digital Transformation Strategy E-Digital*. <https://www.gov.br/mcti/pt-br/centrais-de-conteudo/comunicados-mcti/estrategia-digital-brasileira/digitalstrategy.pdf>, дата обращения 09.02.2021.
- Graf P., Jacobsen H. (2021) Institutional work in the transformation of the German energy sector. *Utilities Policy*, 68, 101107. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101107>
- Havle B., Dursun M. (2019) *Digital Transformation in Energy Industry: A Literature Review for Future Studies*. Paper presented at the 3rd International Conference on Data Science and Business Analytics (ICDSBA) 11–12 October 2019. DOI: 10.1109/ICDSBA48748.2019.00043
- Hirst D. (2020) *Electric vehicles and infrastructure* (Briefing Paper CBP07480). <https://commonslibrary.parliament.uk/research-briefings/cbp-7480/>, дата обращения 06.07.2021.
- Hong J., Kim J., Son W., Shin H., Kim N., Lee W.K., Kim J. (2019) Long-term energy strategy scenarios for South Korea: Transition to a sustainable energy system. *Energy Policy*, 127, 425–437. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.055>
- IEA (2017) *Digitalisation and Energy*, Paris: International Energy Agency. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b1e6600c-4e40-4d9c-809d-1d1724c763d5/DigitalizationandEnergy3.pdf>, дата обращения 09.02.2021.
- IEA (2019a) *China Power System Transformation*, Paris: International Energy Agency. https://iea.blob.core.windows.net/assets/fd886bb9-27d8-4d5d-a03f-38cb34b77ed7/China_Power_System_Transformation.pdf, дата обращения 09.02.2021.
- IEA (2019b) *Energy Policy of the IEA Countries. The United States 2019 Review*, Paris: International Energy Agency. <https://webstore.iea.org/download/summary/2829>, дата обращения 09.02.2021.
- IEA (2019c) *Project ELBE (incentive programme for EV charging infrastructure)*, Paris: International Energy Agency. <https://www.iea.org/policies/8540-project-elbe-incentive-programme-for-ev-charging-infrastructure>, дата обращения 09.02.2021.
- IEA (2020a) *Electricity Market Report — December 2020*, Paris: International Energy Agency. https://iea.blob.core.windows.net/assets/a695ae98-cec1-43ce-9cab-c37bb0143a05/Electricity_Market_Report_December_2020.pdf, дата обращения 09.02.2021.
- IEA (2020b) *Energy end-use data collection methodologies and the emerging role of digital technologies*, Paris: International Energy Agency. https://iea.blob.core.windows.net/assets/34e2659e-809c-4299-bb51-c0343257af08/Energy_end-use_data_collection_methodologies_and_the_emerging_role_of_digital_technologies.pdf, дата обращения 15.02.2021.
- IEA (2020c) *India 2020. Energy Policy Review*, Paris: International Energy Agency. https://niti.gov.in/sites/default/files/2020-01/IEA-India%202020-In-depth-EnergyPolicy_0.pdf, дата обращения 07.02.2021.
- IEA (2020d) *Japan*, Paris: International Energy Agency. <https://www.iea.org/countries/japan>, дата обращения 09.02.2021.
- IEA (2020e) *Korea*, Paris: International Energy Agency. <https://www.iea.org/countries/korea>, дата обращения 09.02.2021.
- IEA (2020f) *World Energy Outlook 2020*, Paris: International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>, дата обращения 09.02.2021.
- IEA-ISGAN (2019) *Innovative Regulatory Approaches with Focus on Experimental Sandboxes*, Paris: International Energy Agency. https://www.iea-isgan.org/wp-content/uploads/2019/05/ISGAN_Casebook-on-Regulatory-Sandbox-A2-1.pdf, дата обращения 19.02.2021.
- IRENA (2019) *Electrification with renewables: Driving the transformation of energy services*, Abu-Dhabi: IRENA. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jan/IRENA_RE-Electrification_SGCC_2019_preview.pdf, дата обращения 09.02.2021.
- IRENA (2020) *Renewable capacity statistics 2020*, Abu-Dhabi: IRENA. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Mar/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2020.pdf, дата обращения 09.02.2021.
- Kamble S.S., Gunasekaran A., Gawankar S.A. (2018) Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 408–425. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.05.009>
- Kang H.S., Lee J.Y., Choi S., Kim H., Park J.H., Son J.Y., Do Noh S. (2016) Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 3(1), 111–128. <https://doi.org/10.1007/s40684-016-0015-5>

- KAS (2020) *Sustainable Energy and Digitalisation: Practices and Perspectives in Asia-Pacific*. <https://www.kas.de/documents/265079/265128/Sustainable+Energy+and+Digitalisation+Practices+and+Perspectives+in+Asia+Pacific.pdf/a1a26d16-fa77-ac3f-c688-92d91bca6834?version=1.0&t=1581407991474>, дата обращения 19.02.2021.
- Ketter W., Collins J., Saar-Tsechansky M., Marom O. (2018) Information systems for a smart electricity grid: Emerging challenges and opportunities. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)*, 9(3), 1–22. <https://doi.org/10.1145/3230712>
- Korachi Z., Bounabat B. (2019) Towards a Maturity Model for Digital Strategy Assessment. In: *Proceedings of the AI2SD 2019 Conference*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, pp. 456–470. DOI: 10.1007/978-3-030-36674-2_47
- Krisher T. (2020) *Plug it in: Electric car charging station numbers are rising*. <https://apnews.com/article/business-u-s-news-technology-detroit-electric-vehicles-0dbe44f4626cfd6b3ccee274980188e#:~:text=There%20are%20now%2026%2C000%20electric,with%20more%20than%2084%2C000%20plugs>, дата обращения 13.02.2021.
- Leiden A., Herrmann C., Thiede S. (2021) Cyber-physical production system approach for energy and resource efficient planning and operation of plating process chains. *Journal of Cleaner Production*, 280, 125160. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125160>
- Lichtenthaler U. (2020) Building blocks of successful digital transformation: Complementing technology and market issues. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 17(1), 1–14. <https://doi.org/10.1142/S0219877020500042>
- M2M Research Series (2018) *Smart Metering in North America and Asia-Pacific*. <https://www.marketresearch.com/Berg-Insight-v2702/Smart-Metering-North-America-Asia-12517854/>, дата обращения 10.02.2021.
- Malerba F. (2002) Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31(2), 247–264. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00139-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00139-1)
- McKinsey & Company (2019) *Unlocking the value of digital operations in electric-power generation*. <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/unlocking-the-value-of-digital-operations-in-electric-power-generation#>, дата обращения 19.02.2021.
- Menzel T., Teubner T. (2020) Green energy platform economics — understanding platformization and sustainabilization in the energy sector. *International Journal of Energy Sector Management*, 15(3), 456–475. <https://doi.org/10.1108/IJESM-05-2020-0022>
- METI (2018) *Strategic Energy Plan*. https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/5th/pdf/strategic_energy_plan.pdf, дата обращения 08.02.2021.
- METI (2020) *Guidebook on Corporate Governance for Privacy in Digital Transformation (DX) ver.1.0 Formulated*. https://www.meti.go.jp/english/press/2020/0828_006.html, дата обращения 08.02.2021.
- Midttun A., Piccini P.B. (2017) Facing the climate and digital challenge: European energy industry from boom to crisis and transformation. *Energy Policy*, 108, 330–343. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.046>
- Mika B., Goudz A. (2020) Blockchain-technology in the energy industry: Blockchain as a driver of the energy revolution? With focus on the situation in Germany. *Energy Systems*, 12, 285–355. <https://doi.org/10.1007/s12667-020-00391-y>
- Montevicchi F., Stickler T., Hintemann R., Hinterholzer S. (2020) *Energy-efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-friendly Cloud Market*, Brussels: European Commission. https://www.researchgate.net/profile/Simon_Hinterholzer/publication/345687292_Energy-efficient_Cloud_Computing_Technologies_and_Policies_for_an_Eco-friendly_Cloud_Market/links/5faacbcf4585150781066c41/Energy-efficient-Cloud-Computing-Technologies-and-Policies-for-an-Eco-friendly-Cloud-Market.pdf, дата обращения 19.02.2021.
- MOTIE (2014) *Korea Energy Master Plan. Outlook & Policies to 2035*. https://www.motie.go.kr/common/download.do?fid=bbs&bbs_cd_n=72&bbs_seq_n=209286&file_seq_n=2, дата обращения 19.02.2021.
- Müller J.M., Kiel D., Voigt K.I. (2018) What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability*, 10(1), 247. <https://doi.org/10.3390/su10010247>
- Naik A.R. (2020) *The Math Behind India's Electric Vehicle Charging Infrastructure*. <https://inc42.com/features/the-math-behind-indias-electric-vehicle-charging-infrastructure/#:~:text=According%20to%20a%20MarketWatch%2C%20at,expected%20to%20witness%20massive%20growth>, дата обращения 113.02.2021.
- Natural Resources Canada (2018) *Smart Grid in Canada*. <https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/canmetenergy/pdf/Smart%20Grid%20in%20Canada%20Report%20Web%20FINAL%20EN.pdf>, дата обращения 09.02.2021.
- Newberry S. (2001) Network structures, consumers and accountability in New Zealand. In: *Learning from International Public Management Reform: Part A* (eds. L.R. Jones, J. Guthrie, P. Steane), Bingley: Emerald Group Publishing Limited, pp. 257–278. [https://doi.org/10.1016/S0732-1317\(01\)11054-7](https://doi.org/10.1016/S0732-1317(01)11054-7)
- Noussan M., Raimondi P.P., Scita R., Hafner M. (2021) The Role of Green and Blue Hydrogen in the Energy Transition — A Technological and Geopolitical Perspective. *Sustainability*, 13(1), 298. <https://doi.org/10.3390/su13010298>
- OECD (2019a) *Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future*, Paris: OECD. <https://www.oecd.org/going-digital/measurement-roadmap.pdf>, дата обращения 09.02.2021.
- OECD (2019b) *Vectors of Digital Transformation OECD Digital Economy Papers*, Paris: OECD. <https://www.sipotra.it/wp-content/uploads/2019/03/VECTORS-OF-DIGITAL-TRANSFORMATION.pdf>, дата обращения 14.02.2021.
- Plötz P., Sprei F., Gnann T. (2017) *What are the effects of incentives on plugin electric vehicle sales in Europe?* Paper presented at the ECEEE 2017 Summer Study – Consumption, Efficiency & Limits. https://www.researchgate.net/publication/318209508_What_are_the_effects_of_incentives_on_plugin_electric_vehicle_sales_in_Europe, дата обращения 09.02.2021.
- Ratnam K.S., Palanisamy K., Yang G. (2020) Future low-inertia power systems: Requirements, issues, and solutions. A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 124, 109773. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109773>
- Rivard G. (2019) *Over 40,000 Plug-In Cars Sold in Canada*. <https://www.guideautoweb.com/en/articles/52849/over-40-000-plug-in-cars-sold-in-canada-so-far-in-2019/>, дата обращения 13.02.2021.
- Rodríguez F., Sánchez-Guardamino I., Martín F., Fontán L. (2020) Non-intrusive, self-supplying and wireless sensor for monitoring grounding cable in smart grids. *Sensors and Actuators A: Physical*, 316, 112417. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2020.112417>
- RRE (2017) *Digitalization in the Brazilian Energy Sector: Time for Disruption?* <https://digital.hbs.edu/platform-rctom/submission/digitalization-in-the-brazilian-energy-sector-time-for-disruption/#>, дата обращения 19.02.2021.
- Schwieters N., Hasse F., von Perfall A., Maas H., Willms A., Lenz F. (2016) *Deutschlands energiewersorger werden digital*, Frankfurt: PricewaterhouseCoopers. <https://www.pwc.de/de/pressemitteilungen/2016/deutschlands-energieversorger-werden-digital-aber-zu-langsam.html>, дата обращения 19.02.2021.
- SETIC (2018) *Digitalisation of the Energy Sector*. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113569/setis_magazine_17_online.pdf, дата обращения 09.02.2021.

- SGCC (2019) *Internet of Things White Paper*. <http://www.sgcc.com.cn/html/files/2019-10/14/20191014235609307380194.pdf>, дата обращения 08.02.2021.
- Shahidehpour M., Fotuhi-Friuzabad M. (2016) Grid modernization for enhancing the resilience, reliability, economics, sustainability, and security of electricity grid in an uncertain environment. *Scientia Iranica*, 23(6), 2862–2873. DOI: 10.24200/SCI.2016.3995
- Song E.Y., FitzPatrick G.J., Lee K.B. (2017) Smart sensors and standard-based interoperability in smart grids. *IEEE Sensors Journal*, 17(23), 7723–7730. DOI: 10.1109/JSEN.2017.2729893
- Soshinskaya M., Crijns-Graus W.H.J., Guerrero J.M., Vasquez J.C. (2014) Microgrids: Experiences, barriers and success factors. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 659–672. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.198>
- Statista (2021a) *Electric car market share in Japan 2010-2019*. <https://www.statista.com/statistics/711994/japan-electric-car-market-share/#:~:text=As%20of%202019%2C%20approximately%200.9,and%202018%20were%20expanding%20rapidly>, дата обращения 10.02.2021.
- Statista (2021b) *Electric power transmission loss in China from 2010 to 2019*. <https://www.statista.com/statistics/302292/china-electric-power-transmission-loss/#:~:text=Electric%20power%20transmission%20loss%20in%20China%202010%2D2019&text=This%20statistic%20represents%20electric%20power,to%20transmission%20and%20distribution%20resistance>, дата обращения 13.02.2021.
- Statista (2021c) *Number of EVSE fast chargers in Japan 2010-2019*. <https://www.statista.com/statistics/712010/japan-evse-fast-charger-stock/>, дата обращения 10.02.2021.
- Teece D.J. (2018) Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world. *Research Policy*, 47(8), 1367–1387. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.01.015>
- TEPCO (2015) *TEPCO Power Grid*. <https://www.tepco.co.jp/en/pg/supply/quality/index-e.html>
- The Generation Energy Council (2018) *Canada's Energy Transition. Getting to our Energy Future, Together. Generation Energy Council Report*. https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/CouncilReport_june27_English_Web.pdf, дата обращения 10.03.2021.
- Tripathi V., Kaur A. (2020) Socially responsible investing: Performance evaluation of BRICS nations. *Journal of Advances in Management Research*, 17(4), 525–547. <https://doi.org/10.1108/JAMR-02-2020-0020>
- Waite M., Cohen E., Torbey H., Piccirilli M., Tian Y., Modi V. (2017) Global trends in urban electricity demands for cooling and heating. *Energy*, 127, 786–802. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.095>
- WEF (2016) *Electricity: uncovering value through digital transformation*, Geneva: World Economic Forum. <https://reports.weforum.org/digital-transformation/electricity-an-industry-ready-for-digitization/>, дата обращения 09.02.2021.
- WEF, Bain & Company (2017) *The Future of Electricity: New Technologies Transforming the Grid Edge*, Geneva: World Economic Forum. https://media.bain.com/Images/WEF_Future_of_Electricity_2017.pdf, дата обращения 19.02.2021.
- Wertani H., Salem J.B., Lakhoua M.N. (2020) Analysis and supervision of a smart grid system with a systemic tool. *The Electricity Journal*, 33(6), 106784. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2020.106784>
- World Bank (2021) *Electric power transmission and distribution losses (% of output)*. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS>, дата обращения 19.02.2021.
- Xiong R., Chen H., Wang C., Sun F. (2018) Towards a smarter hybrid energy storage system based on battery and ultracapacitor — A critical review on topology and energy management. *Journal of Cleaner Production*, 202, 1228e1240. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.134>
- Zaoui F., Souissi N. (2020) Roadmap for digital transformation: A literature review. *Procedia Computer Science*, 175, 621–628. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.090>
- Zhu Z., Li X., Ding Y., Liu Z. (2020) Demand response capacity constrained optimisation of multicast routing in smart grid. *International Journal of Wireless and Mobile Computing*, 19(1), 33–41. DOI: 10.1504/IJWMC.2020.109259

Трансформация ценности в инновационных бизнес-моделях: пример фармацевтической индустрии

Денис Климанов

Научный сотрудник, научно-учебная лаборатория сетевых форм организации, klimanov_denis@inbox.ru

Ольга Третьяк

Профессор, заведующая, научно-учебная лаборатория сетевых форм организации, otretyak@hse.ru

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 119049, Москва, ул. Шаболовка, 28/11, стр. 9

Ури Горен

Заместитель директора по цифровому маркетингу, uri.goren@teva.co.il

Teva Pharmaceuticals, Израиль, 5 Basel St. Petach Tikva 49131, Israel

Тимоти Уайт

Вице-президент и руководитель направления глобальной цифровой торговли, timothy.white@tevaeu.com

Teva Pharmaceuticals, Нидерланды, Piet Heinkade 107, 1019 GM Amsterdam, Netherlands

Аннотация

Создание и развитие инновационных бизнес-моделей (БМ) — один из ключевых факторов успеха бизнеса. Современные сложные вызовы стимулируют поиск новых БМ на различных рынках. Особое значение приобретает цифровая составляющая, вклад которой рассмотрен на примере инновационных стратегий фармацевтической компании. Продемонстрированы процессы разработки и внедрения инновационных БМ в практику соответствующего сектора, который проходит ускоренную цифровую

трансформацию в поиске новых источников ценности и преодоления текущего кризиса. Рассматриваемый кейс отражает элементы, этапы и логику развития инновационных БМ. Исследование охватывает рынки шести стран, представляющих различные системы и механизмы создания ценности. Показаны эффективные способы применения технологических инноваций с привлечением управленческих инструментов и выстраивания их в целостную систему с учетом потребностей ключевых участников цепочки создания ценности.

Ключевые слова: бизнес-модель; инновации; трансформация стоимости; корпоративные стратегии; фармацевтический рынок; анализ конкретных ситуаций

Цитирование: Klimanov D., Tretyak O., Goren U., White T. (2021) Transformation of Value in Innovative Business Models: The Case of Pharmaceutical Market. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 52–65. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.52.65

Transformation of Value in Innovative Business Models: The Case of Pharmaceutical Market

Denis Klimanov

Researcher, Laboratory of network organizational forms, klimanov_denis@inbox.ru

Olga Tretyak

Tenured Professor, Head of Laboratory of network organizational forms, otretyak@hse.ru

National Research University Higher School of Economics, 28/11 Shabolovka Str., Bldg 9, 119049 Moscow, Russia

Uri Goren

Associate Director Digital Customer Engagement, uri.goren@teva.co.il

Teva Pharmaceuticals, 5 Basel St. Petach Tikva 49131, Israel

Timothy White

Vice President and Head of Global Digital Commercial, timothy.white@tevaeu.com

Teva Pharmaceuticals, Piet Heinkade 107, 1019 GM Amsterdam, Netherlands

Abstract

Creating and developing innovative business models (BM) is currently one of the key success factors for contemporary business. Rapid complex changes in the world reemphasize the need to better understand how BM can be successfully innovated in different markets. The digital component of BM innovation comes under a special spotlight, using the example of a company within the pharmaceutical industry. In particular, this study demonstrates how BM innovation can be developed and implemented in practice within the pharmaceutical market, which accelerates

its digital transformation to increase the value it brings to the healthcare systems around the world while sustaining the ongoing crisis. In order to do that, the current paper offers a framework for BM innovation that defines BM elements, BM innovation aspects, and BM innovation logic. The study covers six markets that represent different value creation systems and mechanisms. This paper demonstrates how technological innovations can be activated using managerial tools and insights and also how they can be combined into the holistic system based on the needs of the key value chain actors.

Keywords: business model; innovation; transformation of value; corporate strategies; pharmaceutical market; case studies

Citation: Klimanov D., Tretyak O., Goren U., White T. (2021) Transformation of Value in Innovative Business Models: The Case of Pharmaceutical Market. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 52–65. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.52.65

Инновационному развитию бизнес-моделей (БМ) исследователи уделяют все больше внимания. Поскольку в их основе лежит сложный процесс создания и предоставления ценности конечным потребителям, ключевой проблемой остается поиск эффективных способов удовлетворения запросов. Компании вынуждены трансформировать свои БМ под влиянием усиливающейся конкуренции, снижения входных барьеров в отрасли, ужесточения государственного регулирования и ускоренного появления новых технологий. Глобальный пандемический кризис, начавшийся в 2020 г., актуализировал проблему развития новых моделей бизнеса и цифровизацию всех звеньев цепочки создания ценности. Позиции одних компаний во многих отраслях оказались существенно подорваны (особенно в секторе ВЕАСН¹) [Neufeld, 2020], тогда как другие, напротив, извлекли преимущества, прежде всего в сфере информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Этому способствовала разработка эффективных конкурентоспособных БМ.

Фармацевтика — одна из отраслей, где разработка инновационных моделей существенно трансформировала потребительскую ценность. Цепочка ценности в данном секторе усложняется в силу цифровизации, увеличения затрат на продвижение продукции, обострения конкуренции, повышения запросов потребителей. Пересмотр подходов к построению БМ позволит оптимизировать передачу ценности между ключевыми участниками цепочки: врачами, аптеками, медицинскими учреждениями, государством и потребителями.

По мере ужесточения государственного регулирования и ограничения времени, которое врач может уделить отдельному пациенту², снижается влияние производителей фармацевтики на медицинских работников. Основные расходы бизнеса на продвижение продукции по-прежнему связаны со сбытовыми подразделениями, несмотря на снижение их рентабельности. Следовательно, компании активнее инвестируют в цифровой маркетинг как менее затратный и более дружелюбный к клиентам. В ходе пандемии COVID-19 удаленное продвижение продукции и общение с потребителями стали ключевыми элементами стратегий большинства фармацевтических предприятий. БМ определяет принципы корпоративного стратегического планирования, в особенности те, которые затрагивают других участников цепочки (поставщиков, каналы сбыта, потребителей) [Klimanov, Tretyak, 2014] и, следовательно, объемы создания потребительской ценности и способы извлечения прибыли из этого процесса.

В статье предложена структура для изучения инновационной трансформации БМ, апробированная в контексте различных систем создания ценности — рынков России, Таиланда, Украины, Чили, Израиля и Мексики. Страны выбирались, исходя из географических и организационных характеристик изучаемой компании,

специфики рыночной инфраструктуры и ключевых участников. Показано, каким образом диверсифицируются управленческие технологии для создания ценности на разных рынках. В контексте преодоления проблем компании проанализированы управленческие подходы, направленные на извлечение максимальных преимуществ из цифровизации.

Разработка схемы для инновационного развития бизнес-модели

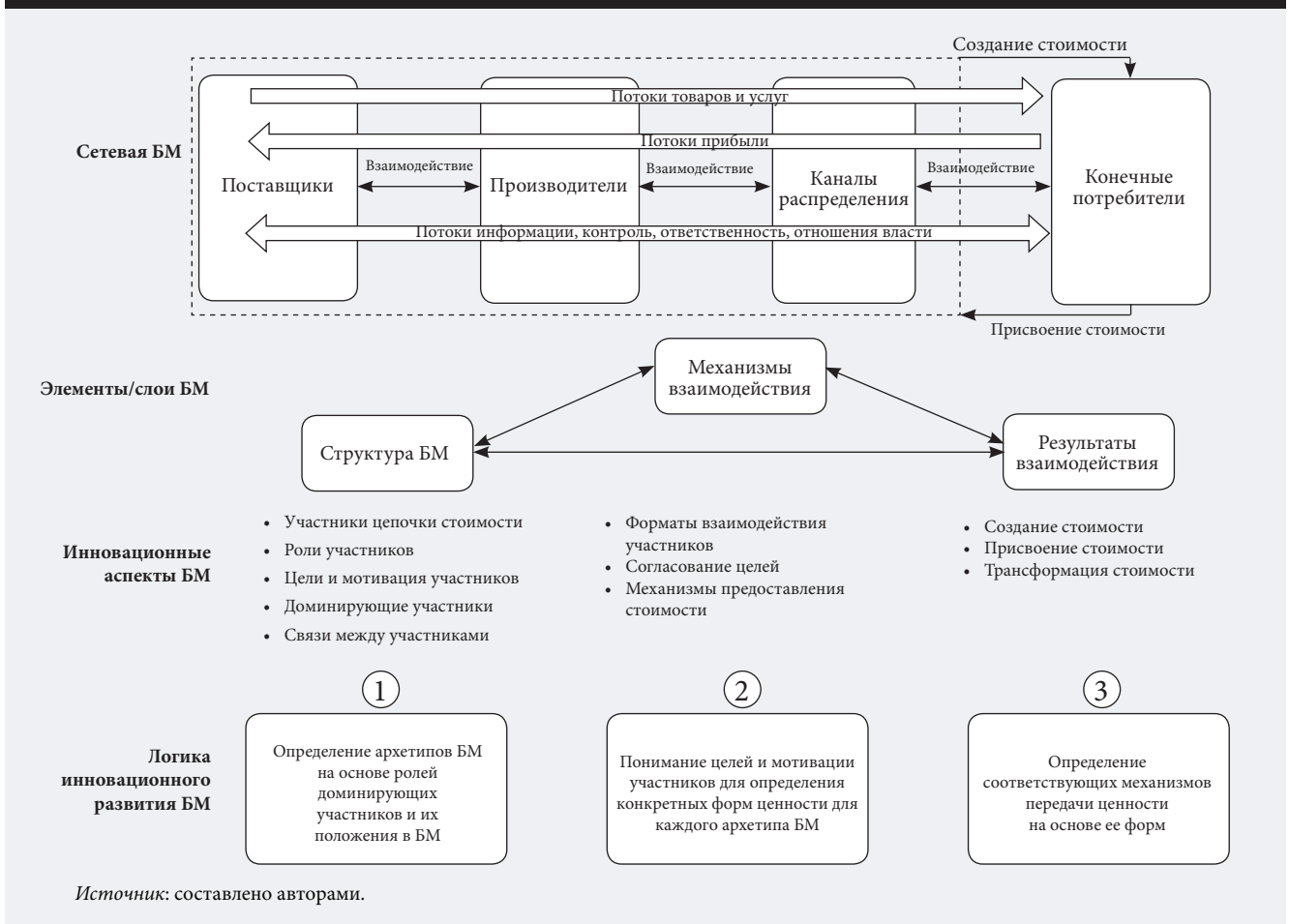
БМ представляет собой схему взаимодействия участников цепочки создания ценности и ее передачи потребителю [Klimanov, Tretyak, 2019]. В цепочку помимо компании входят поставщики, каналы сбыта, государственные органы и потребители [Nenonen, Storbacka, 2010; Palo, Tahtinen, 2013; Velu, 2016]. В сетевом формате она обеспечивает доступ к необходимым компетенциям через партнерство с другими игроками [Lindgren et al., 2010; Klimanov, Tretyak, 2014]. Исследователи фокусируются на аспектах, связанных с созданием ценности: формировании предложения, определяющих его факторах, процессе производства, информационном обеспечении, сегментации аудитории, коммуникации, ценообразовании, брендинге и т. п. [Klimanov, Tretyak, 2019]. Маркетинговые инновации наряду с технологическими достижениями выступают драйвером трансформации БМ фармацевтической компании, позволяя гибко удовлетворять потребности рынков разных стран. Исходя из теории управления инновациями и концепции стейкхолдеров, мы разработали структуру для моделирования и демонстрации процесса построения инновационных БМ (рис. 1) и продемонстрировали ее возможности в модификации цепочки создания ценности.

Исходя из допущений, принятых в литературе, представленная структура описывает БМ как сеть участников, совместно создающих потребительскую ценность. В ее основе лежит концепция, ранее представленная в работе [Klimanov, Tretyak, 2014]. Она описывает организацию и механизмы взаимодействия, его эффекты для создания потребительской ценности и извлечения прибыли. Иллюстрируются потоки, обусловленные такой коммуникацией: товары и услуги, прибыль, информация, отношения контроля, ответственности и власти, определяющие способы создания ценности. В процессе согласуются цели игроков, устраняются «узкие места», позволяя нарастить ценность для потребителей и других участников. Инновационные возможности возникают в результате включения либо исключения отдельных членов БМ, определения их целей, мотивации и сферы ответственности, выявления ключевых игроков, оптимизации связей между ними. Механизм взаимодействия участников БМ можно усовершенствовать посредством анализа различных его форматов,

¹ Бронирование, развлечения, авиаперевозки, круизы и отели (Booking, Entertainment, Airlines, Cruises and Hotels). Подробнее: <https://www.visualcapitalist.com/covid-19-downturn-beach-stocks/>, дата обращения 17.06.2021.

² <https://www.policymed.com/2014/07/sales-rep-access-to-doctors-at-all-time-low-accessible-prescribers-down-from-77-in-2008-to-51-in-201.html>, дата обращения 17.06.2021.

Рис. 1. Схема разработки инновационной бизнес-модели



согласования целей и мотивации игроков для предотвращения конфликтов и модификации применяемых инструментов передачи ценности. Эффекты создания ценности могут быть усилены за счет изучения процессов ее создания, присвоения и преобразования, а также их согласования с интересами участников цепочки. Ввиду сложности современной бизнес-среды компания может одновременно использовать несколько разных БМ. Логика инновационного развития начинается с их классификации по архетипам на основе «лидеров» сети, активно формирующих структуру и механизмы БМ, исходя из собственных целей. Идентификация их мотивов определяет формы создаваемой ценности и механизмы ее передачи в рамках каждого архетипа. На примере международной фармацевтической компании рассмотрим возможности применения такой схемы для разработки инновационных БМ.

Методология исследования и сбор данных

Основными источниками для анализа послужили внутренняя информация компании, недавние исследования деятельности других фармацевтических компаний (проведенные IQVIA, Synovate Comcon, Accenture, PriceWaterhouseCoopers) и метод включенного наблюдения. Объектом исследования выбраны рынки, пред-

ставляющие различные типы систем здравоохранения с уникальными движущими силами: Россия, Таиланд, Украина, Чили, Израиль и Мексика. Они расположены в разных регионах мира и различаются по механизмам взаимодействия ключевых участников БМ (врачей, аптек, пациентов, государственных органов здравоохранения), что обуславливает специфику отношений и процессов создания ценности. Для наглядного отражения различий между рынками в табл. 1 приведены их некоторые ключевые характеристики.

В частности, наблюдается неодинаковое соотношение частного и государственного финансирования. Последнее означает поддержку со стороны государственных учреждений здравоохранения, в ином случае главной движущей силой являются потребители либо частные компании. В зависимости от типа продуктов выделяют отпускаемые по рецепту либо без рецепта. На рынках рецептурных препаратов ключевую роль играют врачи, поскольку они определяют методы лечения пациентов. На безрецептурных рынках — доминируют аптеки, которые влияют на решения пациентов о покупке, рекомендуя те или иные продукты в свободной продаже. Географическая диверсификация рынков обуславливает их вариативность по размеру и, следовательно, неодинаковые возможности компаний для инновационного развития БМ. Рынки исследуемой компании разделены на три региональных подразделе-

Табл. 1. Ключевые характеристики рынков

Характеристика рынка	Украина	Россия	Израиль	Мексика	Чили	Таиланд
Размер рынка (млрд долл.)	3.4	17.9	2.12	10.4	2.6	5.6
Соотношение долей государственного и частного финансирования (%)	13/87	34/66	91/9	19/81	38/62	75/25
Соотношение рецептурных и безрецептурных продуктов (%)	61/39	48/52	93/7	80/20	80/20	80/20
Доминирующие участники	Аптеки, пациенты	Аптеки, пациенты	Врачи, государство	Врачи, пациенты	Врачи, пациенты	Врачи, государство

Источник: составлено авторами.

ния: Северная Америка, Европа и международные (прочие страны). Чтобы обобщить полученные результаты, мы сфокусировались на наиболее разнородной группе — международных рынках. Исследование конструировалось таким образом, чтобы помочь указанным подразделениям проанализировать и изменить свои БМ. Африка не рассматривалась, поскольку масштабы бизнеса изучаемой компании в этом регионе незначительны. Высокая развитость цифрового маркетинга на отмеченных рынках дает наглядное представление о методах разработки и использования цифровых БМ. Проводились структурированные интервью с представителями изучаемой компании — руководителями службы маркетинга в соответствующей стране. В общей сложности подготовлены для дальнейшего анализа шесть углубленных интервью. Вопросы были структурированы по следующим темам:

- страновые особенности, влияющие на деятельность фармацевтических компаний;
- главные направления рыночного спроса, который игроки должны удовлетворять, чтобы сохранить устойчивость в долгосрочной перспективе;

- слабые места в стратегиях и способы их устранения;
- ключевые участники рынка и их интересы;
- каналы продвижения продукции различным категориям потребителей и тенденции их развития.

Выявленная в ходе интервью информация помогла понять факторы, определяющие развитие БМ в разных странах, идентифицировать ключевые комбинации участников БМ, участвующих в процессе создания ценности на каждом рынке. На этой основе сконструирован ряд архетипов, впоследствии использованных для характеристики механизмов трансформации БМ. Анкета с вопросами для интервью представлена в боксе 1. Подробная информация о полученных ответах отражена в табл. 2.

Бизнес-модели фармацевтических компаний

Понимание сущности БМ фармацевтических компаний, ее ключевых участников и их ролей позволит целостно проанализировать специфику инновационного развития, технологические и маркетинговые тренды и т. п.

Бокс 1. Вопросы, задававшиеся руководителям служб маркетинга национальных подразделений компании

1. Опишите ключевые рыночные тенденции и характеристики, определяющие развитие фармацевтических компаний в вашей стране: направления терапии, государственные инициативы, процесс закупок, лица, принимающие ключевые решения.
2. Каковы основные потребности рынка, которые, по вашему мнению, необходимо удовлетворить, чтобы добиться успеха?
3. Опишите приоритеты и ключевые направления вашего бизнеса на ближайшие 3–5 лет.
4. Каковы стратегические несоответствия между оптимальной, по вашему мнению, ситуацией и той, в которой вы находитесь сейчас?
5. Опишите ключевые группы клиентов, с которыми вы взаимодействуете в настоящее время. Как они могут измениться в будущем и почему?
6. Для каждой группы ключевых клиентов укажите их главные приоритеты и потребности, которые необходимо удовлетворить.
7. Для каждой группы клиентов опишите каналы продвижения продукции, которые используются сейчас. Как они изменятся в будущем и почему.
8. Опишите задачи и воспринимаемую ценность каждого канала продвижения продукции для вас и ваших клиентов.
9. Назовите ключевые рыночные тенденции, которые повлияют на трансформацию каналов продвижения продукции в вашей стране.

Источник: составлено авторами.

Табл. 2. Ключевые результаты интервью с руководителями служб маркетинга в каждой стране

Респонденты	Ключевые результаты интервью
Россия	
<p>Директор по торговому маркетингу</p> <p>Директор кардиологического направления</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Аптечные сети набирают силу благодаря консолидации • Рынок электронной торговли растет • Маркетинговый бюджет компании неконкурентоспособен • У компании нет индивидуального подхода к аптекам, контакты не персонализируются, что ведет к отставанию от конкурентов • Необходимо повысить осведомленность клиентов о продукции компании • Ведется масштабный телемаркетинг (охвачено около 10 тыс. аптек) • Ключевые факторы покупок в аптеках — качество, доступность, ассортимент • Потребители становятся более требовательными благодаря опыту покупок на других рынках, сравнивают цены в интернете, а не посещают аптеки физически • Многие врачи начинают работать удаленно и оказывают телемедицинские услуги • Компании необходимо найти новые, нетрадиционные способы дифференциации • Необходимо разработать программы лояльности для пациентов • Роль пациентов и аптек в принятии решений растет, оптовые торговцы также становятся более влиятельными
Чили	
<p>Старший директор по маркетингу</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Три аптечные сети контролируют 90% рынка, их позиции очень сильны • Чтобы занимать сильные позиции на рынке, критически важно контактировать со многими целевыми аудиториями • Роль и влияние врачей постепенно переходят к аптечным сетям • Пациенты ищут качество и сравнивают цены • Недостаток времени у врачей ограничивает личное взаимодействие • Возможности врачей участвовать в личных встречах ограничены • Цифровой маркетинг воспринимается позитивно, особенно молодыми врачами • Критически важно повысить узнаваемость бренда среди фармацевтов • Электронный рынок невелик, но очень привлекателен, хотя самым популярным коммуникационным каналом остается личное общение.
Израиль	
<p>Директор по маркетингу и продажам</p>	<ul style="list-style-type: none"> • В отношении рецептурных препаратов решения принимают прежде всего врачи, а самым популярным каналом остается личное общение • В будущем организовать личное общение станет сложно, а цифровой маркетинг активно используется уже сегодня: телефонные звонки, вебинары, видеозвонки. Критически важно использовать комплексный многоканальный подход • Израильский рынок отличается высокой цифровизацией: 70% врачей пользуются смартфонами в профессиональных целях • Пациенты начинают играть ключевую роль не только в безрецептурном, но и в рецептурном сегменте • Влияние аптечных сетей растет • Конкуренция между аптеками усилится из-за новых правил в сфере здравоохранения • Электронная торговля растет и создает ценовое давление на производителей • Аптеки заинтересованы в улучшении ценообразования, коммерческом сотрудничестве и повышении квалификации персонала • Пациенты начинают активнее принимать решения благодаря онлайн-инструментам • Компаниям необходимо эффективнее реагировать на потребности клиентов, предлагать более персонализированную продукцию
Мексика	
<p>Старший директор по продажам</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Правительство экономит деньги и сокращает расходы • Мексика — рынок брендов, поэтому необходимо укреплять репутацию бренда в розничной торговле • Мы ориентируемся в первую очередь на аптеки высшего и среднего класса • Ключевые решения относительно рецептурных препаратов принимают врачи • Аптеки также выдают рецепты, что снижает нагрузку на государственные органы • Необходимо поддерживать присутствие на уровне конкурентов или выше • Личные контакты по-прежнему очень популярны, и вряд ли это изменится в будущем
Украина	
<p>Директор бизнес-подразделения Коммерческий директор</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ключи к успеху — широкий продуктовый портфель и оптимальный маркетинговый бюджет • Чтобы добиться успеха, цены и система дистрибуции должны быть конкурентоспособными • Компании все чаще используют новые коммуникационные каналы • Продвижение брендовых дженериков, которые воспринимаются как доступные продукты с добавленной стоимостью, — приоритет на украинском рынке • Роль аптек растет благодаря возможности замены продуктов • Началась разработка электронных рецептов как канала возмещения расходов; они будут основаны на МНН • Сегмент электронной торговли невелик, его рост тормозится существующими правовыми ограничениями • Низкий уровень использования смартфонов врачами ограничивает возможности цифровых каналов • Прямые почтовые рассылки — очень перспективный канал связи с клиентами
Таиланд	
<p>Генеральный менеджер</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Рынок состоит из больниц, частных клиник и аптек • Клиники находятся в основном в городских районах, общий охват невысокий • Аптеки в основном независимые, на сети приходится небольшая доля совокупной выручки, но она растет • Растет потребность в более активном использовании цифровых каналов продвижения продукции ввиду роста числа смартфонов на душу населения • Больницам нужно повысить эффективность процедур заказа лекарств • Растет доля врачей, у которых нет времени на личное общение. Для них нужно создавать больше потребительской ценности • Главными драйверами бизнеса в Таиланде являются скидки и личные отношения
<p>Источник: составлено авторами.</p>	

Рис. 2. Ключевые участники БМ фармацевтических компаний



Источник: составлено авторами.

Как видно из рис. 2, между производителем и потребителем находятся ряд значимых игроков, которые влияют на выбор последнего в пользу определенного продукта. Роль каждого из этих промежуточных звеньев (врачей, аптек, государственных органов здравоохранения) в основном определяется рынком и характеристиками продукта.

Врачи. Играют ключевую роль на рынках, где большая часть продуктов продается по рецепту. Пациент получает рекомендации по необходимому препарату, который приобретается в аптеке. Влияние врачей возрастает, если аптеки не имеют возможности менять продукты ввиду того, что в рецепте указано название бренда вместо активного вещества.

Каналы распространения (оптовая торговля, аптеки, интернет-магазины). Среди перечисленных субъектов доминируют аптеки, которые напрямую контактируют с потребителями и отвечают за основной объем продаж (доля электронной торговли по-прежнему невелика, даже с учетом эффекта COVID-19). Их ведущее положение особенно заметно на рынках, где преобладают безрецептурные лекарства, имеется возможность повторно использовать рецепт без обращения к врачу либо заменить прописанные им препараты.

Государственная система здравоохранения преобладает на рынках, финансируемых за счет средств государства, представители которого выступают основными клиентами. Закупки осуществляются на базе

специальных конкурсов между производителями, предлагающими наиболее оптимальное соотношение цены и качества.

Конечные потребители (пациенты) определяют характер рынков, финансируемых из «собственного кармана» (розничный рынок) и предоставляющих широкий выбор безрецептурных продуктов.

Тренды трансформации бизнес-моделей

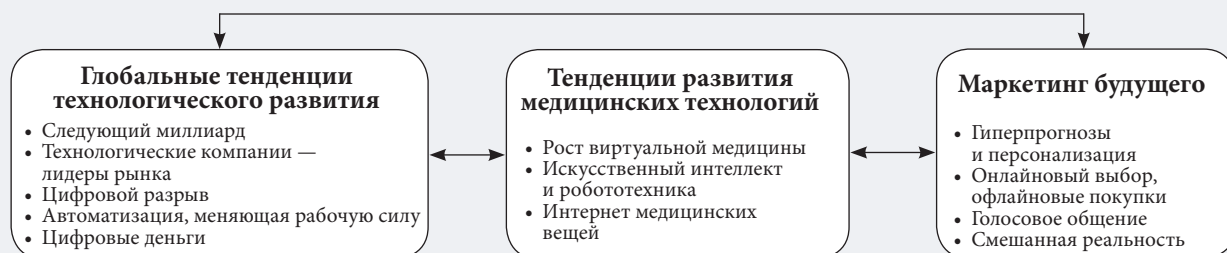
Последствия пандемии COVID-19 ускорили технологическую трансформацию экономики, подтолкнув компании к изменению БМ и внедрению новых управленческих решений. Данные тенденции можно разделить на три основные категории (рис. 3).

Первая группа охватывает **глобальный контекст** цифровизации, определяющий экономическую трансформацию.

1. **Следующий миллиард** потребителей, которые «выйдут в интернет», проживают преимущественно в странах с развивающейся экономикой [Arora, 2019]. Они будут пользоваться интернетом с помощью мобильных устройств, что радикально изменит формат бизнеса — предложение и потребление.

2. **Технологические компании определяют расклады на мировых рынках** [Chakravorti et al., 2017]. Их роль особенно возросла в 2020 г., когда произошел сдвиг в потребительском поведении. По данным Accenture, более

Рис. 3. Экономические, технологические и маркетинговые тренды, определяющие трансформацию БМ



Источник: составлено авторами.

50% покупателей испытывают дискомфорт при посещении общественных мест. Растет спрос на такие сервисы, как доставка на дом, заказы в приложениях и виртуальные консультации [Standish, Bossi, 2020]. Некоторые из них демонстрируют трехзначный рост ценности акций, например Zoom (+528%), DocuSign (+188%), Square (+221%), Twilio (+192%)³.

3. Показатель *цифрового разрыва* демонстрирует различие возможностей рынков в соответствующем направлении [Kemp, 2019]. Почти 50% населения мира до сих пор не пользуется интернетом, что является одновременно потенциалом и разрывом, который необходимо преодолеть. В исследовании Университета Тафтса (Tufts University) [Chakravorti, Chaturvedi, 2018] предложен «индекс цифровой эволюции» (*Digital Evolution Index*). Он охватывает 60 стран, разделенных на четыре категории в зависимости от уровня цифровой трансформации (выражающегося в развитии электронной торговли, качестве соответствующей инфраструктуры и регулирования), а также темпов экономического роста с 2008 г.

4. *Автоматизация меняет рабочую силу*. В мире существует около миллиарда рабочих мест, которые можно автоматизировать и снизить затраты на оплату труда примерно на 15 трлн долл. В течение следующих нескольких лет автоматизация охватит больше профессий и функций, что кардинально изменит бизнес-ландшафт [Chakravorti, Chaturvedi, 2018; Chakravorti et al., 2017].

5. *Переход на цифровые деньги*. Большинство населения планеты по-прежнему пользуется традиционными наличными деньгами как основным средством платежей. Однако ситуация будет меняться в сторону существенного расширения электронной торговли, особенно на развивающихся рынках [Chakravorti, Chaturvedi, 2018; Chakravorti et al., 2017].

Отраслевые тенденции связаны с технологиями здравоохранения, существенно влияющими на всех участников цепочки фармацевтического бизнеса: потребителей, врачей, аптеки и государственные органы [Ronte et al., 2018].

1. *Развитие виртуального здравоохранения* — медицинских услуг, предоставляемых без личного контакта, например по видеосвязи, телефону или через специальные приложения. В результате распространения подобных форматов изменятся рыночные модели здравоохранения — способы оплаты медицинских услуг, возможности получения услуг врачей и т. д. В 2020 г. зафиксирован взрывной рост использования телемедицины, на данный момент охватывающей уже 80% медицинского персонала [King et al., 2020].

2. *Искусственный интеллект (ИИ), робототехника и аналитика больших данных* меняют методы диагностики в системах здравоохранения. При том что их расширение ведет к ликвидации некоторых рабочих мест, появляются и новые, которые требуют сочетания специальных и универсальных навыков.

3. *Интернет медицинских вещей* определяется как инфраструктура для подключения медицинских устройств, программных приложений и услуг здравоохранения. Его развитие существенно влияет на структуру и организацию всей системы, а также потребительскую ценность для различных участников. Наличие связи между медицинскими устройствами и системами помогает врачам оптимизировать рабочие процессы. Многочисленные изменения медицинских технологий были вызваны кризисом COVID-19. Потребности ключевых участников БМ фармацевтических компаний кардинально меняются. Увеличивается срок действия рецептов для розничных аптек. Вероятен отказ от начала (или смены метода) лечения хронических заболеваний из-за необходимости консультаций со специалистами. Не исключен эффект «накопления запасов» лекарств пациентами с длительными хроническими заболеваниями, такими как диабет или сердечно-сосудистые болезни, из-за опасений изоляции или нежелания посещать медицинские учреждения [Rickwood, 2020].

В отношении **маркетинговых тенденций**, согласно недавнему исследованию Deloitte, каждая четвертая фармацевтическая компания сообщает о полной или частичной реализации стратегий, основанных на применении цифровых технологий⁴. Еще 46% находятся в процессе разработки подобной стратегии. Это свидетельствует об активизации поисков новых каналов маркетинга для повышения эффективности контактов компаний с клиентами.

1. *Подготовка гиперпрогнозов и персонализация*. Благодаря сбору данных о клиентах (преимущественно в цифровом формате) предложения станут более точными и персонализированными. Лучшее знание потребителей поможет компаниям найти оптимальные ответы на их ожидания на каждом этапе взаимодействия [Rust, 2020]. Учитывая меняющийся «ландшафт» и потребности клиентов, появляется возможность пересмотреть их сегментацию, чтобы точнее соответствовать новому спросу [Cowan, 2020]. Речь идет о проверке актуальности существующего деления клиентов на группы, соответствия предлагаемых продуктов и услуг их потребностям, а также эффективности текущего позиционирования и методов коммуникации с потребителями.

2. *Онлайнный выбор, офлайнные покупки*. Эта модель поведения подразумевает совершение покупок в обычных магазинах после тщательного онлайн-исследования рынка⁵. Компании учитывают эту тенденцию в процессе управления информацией, облегчая поиск необходимых сведений для пациентов, врачей и других ключевых групп клиентов.

3. *Голосовое общение*. Использование голосовых команд постепенно растет. Голосовые и письменные коммуникации существенно различаются, что повлияет на характер поиска информации в интернете и его результаты⁶.

³ <https://www.nasdaq.com/market-activity/stocks/>, дата обращения 14.06.2021.

⁴ <https://www2.deloitte.com/ru/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/russian-pharmaceutical-market-trends.html>, дата обращения 17.06.2021.

⁵ <https://www.thinkwithgoogle.com/marketing-resources/online-research-driving-offline-purchase-for-gortz/>, дата обращения 17.06.2021.

⁶ <https://brandequity.economicstimes.indiatimes.com/news/marketing/marketing-in-2025-five-key-trends-that-will-drive-the-future/72208376>, дата обращения 17.06.2021.

4. *Смешанная реальность*. Ее можно разделить на виртуальную и дополненную реальность [Flavian et al., 2019]. Первый тип подразумевает полное погружение в виртуальный мир и взаимодействие с населяющими его объектами. В случае дополненной реальности цифровой слой накладывается на содержание физического мира, обогащает индивидуальное восприятие.

Международные тенденции и рыночные архетипы

Для эффективной разработки БМ следует учитывать множество факторов, прежде всего глобальные технологические и маркетинговые тренды, особенности системы здравоохранения, фармацевтического рынка и характер взаимодействия его участников. Эти аспекты различаются в зависимости от уровня развития национальных систем здравоохранения, функций и влияния их участников. По итогам комплексного анализа перемен в цепочке создания ценности, в том числе на основании интервью с руководителями служб маркетинга, выявлены пять международных рыночных тенденций. Поскольку цифровизация затрагивает всех участников цепочки и влияет на процесс инновационного развития БМ, важно изучить эффективные механизмы цифровизации, базирующиеся на управленческих технологиях и учитывающие специфику компаний.

Развитие рынка электронной торговли. Масштабы данного рынка пока невелики (так, по данным IPSOS, в России на его долю приходится всего 2% совокупного оборота фармацевтического рынка [Feldman, 2018]). Тем не менее он быстро развивается, во многом благодаря росту в других секторах экономики. Потребители увеличивают свои онлайн-расходы в отношении большинства приобретаемых товаров, что побуждает фармацевтические компании пересматривать элементы БМ по всем сегментам цепочки создания ценности. С развитием электронной торговли снижается влияние традиционных аптек в пользу электронных и онлайн-торговых платформ. Участники рынка (в первую очередь оптовая торговля и крупные аптечные сети) вынуждены адаптироваться к новой реальности. Доля электронной торговли резко выросла в 2020 г. из-за наложенных пандемией ограничений, изменившегося образа жизни и снижения мобильности населения [Rickwood, 2020].

Рост цифровизации потребителей. Имеет страновую специфику. Например, Чили входит в число лидеров по распространению смартфонов в Латинской Америке⁷. В Израиле 70% врачей регулярно пользуются ими для профессиональной деятельности. В России основным источником информации для фармацевтов является интернет, на втором месте — личные визиты торговых представителей компаний [Feldman, 2018].

Повышение роли пациента в процессе принятия решений. Потребители становятся более требователь-

ными благодаря опыту, приобретенному вне фармацевтического рынка. Многим из них проще искать лекарства и сравнивать цены в интернете, пользоваться услугами доставки, чем посещать традиционные аптеки. Цифровые технологии упрощают доступ к информации, что усиливает конкуренцию между участниками рынка. Пациенты становятся «суперпотребителями», поскольку принимают решения на основе целостной оценки альтернатив в сочетании со сниженной покупательной способностью⁸.

Консолидация аптек и повышение роли аптечных сетей. Аптечная сеть — группа аптек, принадлежащих одному владельцу и практикующих централизованное принятие решений о закупках продукции. С увеличением доли рынка их влияние по сравнению с независимыми аптеками возрастает. Скажем, в России ценностная доля аптечных сетей уже превышает 80%. В Чили три ведущие аптечные сети контролируют 90% рынка [Rickwood, 2020]. Кроме того, аптеки доминируют на рынках, предоставляющих им широкие возможности по замене лекарств, поскольку в большинстве случаев именно они определяют, какое лекарство пациент купит. Указанные факторы обуславливают необходимость разработки новых инструментов и способов увеличения ценности, которую фармацевтические компании создают для аптек.

Ограничение доступности врачей для фармацевтических компаний. Данный фактор влияет на фармакологический бизнес на многих рынках, поскольку взаимодействие с врачами остается ключевым элементом продвижения лекарств. Это актуализирует потребность в разработке новых форматов коммуникации производителей и врачей. Подобная тенденция особенно ярко проявилась в 2020 г., когда из-за пандемии COVID-19 очные контакты были сведены к минимуму. Однако недавние исследования показали, что потребность врачей в информационной поддержке сохраняется, поэтому растет интенсивность их удаленного взаимодействия с фармацевтическими компаниями. Возникает вопрос, какие именно формы удаленного взаимодействия будут наилучшими и в каких ситуациях [Rickwood, 2020].

С учетом описанных результатов и изменений в цепочке создания ценности анализируемой нами международной фармацевтической компании выявлен ряд архетипов, на базе которых сгруппированы стратегии инновационного развития БМ. Архетипы основаны на комбинациях ключевых участников процесса создания ценности. На одном рынке могут одновременно применяться несколько БМ в зависимости от специфики продукта, модели продвижения и структуры цепочки создания ценности. В табл. 3 представлены примеры наиболее распространенных признаков, выявленных на основе анализа ответов респондентов.

Первый архетип включает рынки, на которых доминируют врачи и конечные потребители (пациенты) (Мексика, Чили). Основным источником финансиру-

⁷ <https://newzoo.com/insights/rankings/top-countries-by-smartphone-penetration-and-users/>, дата обращения 17.06.2021.

⁸ https://www.ey.com/en_kz/digital/how-health-care-companies-can-capture-value-in-the-future, дата обращения 17.06.2021.

Табл. 3. Архетипы рынков и БМ

Основные акторы	Описание
Архетип 1. Врачи, пациенты	<ul style="list-style-type: none"> Преобладают рынки, финансируемые за счет средств пациентов. Врачи играют ключевую роль в принятии решений о покупке На рынках доминирует рецептурная продукция Рецепты выписываются на название бренда, а не МНН Аптеки имеют ограниченные возможности по замене лекарств В ряде стран лекарства пациентам отпускают сами врачи, что позволяет не ходить в аптеки
Архетип 2. Аптеки, пациенты	<ul style="list-style-type: none"> На решение о покупке сильно влияют рекомендации аптек, главным источником финансирования являются средства пациента Большую долю рынка составляют безрецептурные продукты Наблюдается высокий уровень самолечения Рецепты могут выписываться на МНН, а не название бренда Аптеки имеют широкие возможности по замене лекарств Многие рецептурные продукты фактически продаются без рецепта либо рецепты продлеваются без участия врача
Архетип 3. Врачи, государственные органы здравоохранения	<ul style="list-style-type: none"> Рынки преимущественно финансируются государством, врачи играют ключевую роль в принятии решений о покупке На рынках доминируют государство, больницы, механизмы возмещения расходов Большинство продуктов закупается в рамках регулируемого государством и учреждениями конкурсного процесса (продукты выбираются на основе цены и надежности поставщиков) Врачи прописывают продукты, включенные в формуляр больницы, и участвуют в его формировании
Архетип 4. Аптеки, государственные органы здравоохранения	Преимущественно государственные рынки с полной возможностью замены дженериков; выбор продуктов определяется фармацевтом

Источник: составлено авторами.

ния для него являются собственные средства пациентов, а государственная поддержка особой роли не играет. Именно врачи определяют, какие лекарства пациенты купят в аптеке. В таких случаях для покупки лекарства сначала необходимо получить рецепт у врача; как следствие, преобладают рецептурные препараты. Рецепты выписываются с указанием названия бренда, а не международного непатентованного наименования (МНН), что ограничивает возможности аптек в подборе лекарственных аналогов.

Второй архетип описывает рынки, на которых ведущие позиции принадлежат *аптекам и пациентам* (Россия, Украина). Как правило, на них преобладают безрецептурные препараты, что существенно снижает роль врача. В подобном контексте пациенты часто принимают решения о лечении самостоятельно, без консультации врача. При обращении за медицинской помощью рецепт обычно выписывается на МНН, а не название бренда, что позволяет аптеке выбирать препараты в привязке к указанному лекарственному агенту. К данному архетипу также относятся рынки, где рецептурные лекарства продаются по факту без рецептов или рецепты продлеваются без участия врача.

Третий архетип охватывает рынки, на которых большое влияние имеют *врачи и государственные органы здравоохранения* (Израиль, Таиланд) и практикуются компенсационные механизмы. Ввиду преобладания государственного финансирования распространены конкурсные процедуры, регулируемые государственными органами и учреждениями здравоохранения. Государство закупает большие объемы фармацевтических препаратов, исходя прежде всего из цены и надежности поставщика, поэтому конкурс чаще всего выигрывают производители, предлагающие самую низкую цену и оптимальные условия поставки. Врачи обычно

выписывают рецепты на лекарства из фиксированных списков (формуляров), утвержденных органами здравоохранения.

Последний архетип — рынки, на которых доминируют *аптеки и государственные органы здравоохранения*. Они финансируются преимущественно государством, предоставляют широкие возможности для замены дженериков, решение о покупке определяется фармацевтом.

Цифровые рычаги продвижения продукции и преобразования ценности в бизнес-модели

Проанализировав эффективные рыночные практики, описанные в литературе [Ramgaswamy, van Bruggen, 2005; Kushwaha, Shankar, 2013; Sharma, Mehrotra, 2006; Mukherjee, McGinnis, 2007], и результаты интервью с руководителями служб маркетинга, мы выявили шесть цифровых рычагов продвижения продукции, которые можно использовать для развития БМ, ориентированных на создание ценности. Часть из них уже широко применяются на фармацевтическом рынке, другие — достаточно редко или только обсуждаются. Под созданием ценности понимается внедрение новых или совершенствование имеющихся методов продвижения продукции, направленных на эффективное удовлетворение потребности клиентов и увеличение преимуществ участников БМ.

Оптимизация каналов продвижения. Предполагается использование данных и платформ для формирования оптимального сочетания каналов за счет более продуманной сегментации клиентов, определения путей снижения удельных затрат на взаимодействие с ними и максимизации пожизненной потребительской ценности. Недавнее исследование обнаружило, что пожелания медицинских работников в отношении каналов, как правило, не соот-

ветствуют реальности [Dabbs et al., 2018]. Однако выбор результативного способа продвижения детерминирован не только предпочтениями клиента, но и соотношением прибыли с затратами на использование канала, который может быть обеспечен. В отношении клиентов с высоким бизнес-потенциалом (например, врачей с большим количеством пациентов) рекомендуется применять более дорогостоящие и персонализированные средства продвижения (личные контакты и т. п.). В свою очередь для клиентов с ограниченными возможностями (или тех, с которыми невозможно связаться лично) более разумно использовать менее дорогостоящее продвижение — посредством электронной почты или виртуальной информации [Grosch et al., 2014]. Выбор канала зависит и от цели. Личное общение с клиентами служит тому, чтобы донести сложную информацию, предложить новый продукт или в чем-то убедить их. Электронные рассылки обычно применяются для информирования о медицинских новостях, обновлении бренда или для приглашения на конференцию. Преобразование ценности осуществляется путем использования целого набора каналов продвижения в разных формах. За счет расширения средств коммуникации увеличиваются охват клиентов и частота взаимодействия с ними. Адаптация продвижения к нуждам потребителей ведет к росту объема продаж. Снижаются удельные затраты на взаимодействие, поскольку дополнение личного общения менее дорогостоящими цифровыми каналами ведет к экономии совокупных расходов на продвижение продукции.

Виртуальные (удаленные) методы продаж. Все чаще практикуются компаниями, чтобы расширить охват клиентов за счет тех, которые недоступны через личные контакты. Удаленные продажи осуществляются с помощью специальных инструментов и платформ, интегрированных в корпоративную CRM-систему. Такое решение позволяет клиенту и компании взаимодействовать почти как при личном общении, обеспечивая ряд преимуществ. Повышается удобство планирования встреч (контакт может иметь место в любое подходящее для клиента время), обсуждение становится более конструктивным, общение чаще всего длится дольше, чем при очной встрече, поскольку лучше вписывается в график клиента [Dabbs et al., 2016]. Однако виртуальную коммуникацию следует рассматривать скорее как дополнительный канал. Цифровые технологии дополняют личное общение, но их влияние не безгранично. Показатели участия медицинского персонала в полностью цифровых маркетинговых кампаниях составляют в среднем от 2 до 5%. Принимать массовые телефонные звонки из колл-центров соглашаются менее 15% врачей [Grosch et al., 2014]. Рассматриваемый рычаг трансформирует ценность за счет расширения охвата клиентов и увеличения частоты контактов с ними (в дополнение к существующим методам продвижения продукции). Снижаются удельные затраты на взаимодействие с клиентами, качество которого повышается благодаря более удобному планированию контактов по сравнению с личным общением.

Цифровые инструменты стимулирования потребительского спроса. Этот рычаг в первую очередь связан

с использованием новых форм цифровых сетей (включая социальные) для информирования потребителей о медицинских продуктах, стимулирования спроса на них и предоставления иной медицинской информации. Цифровые инструменты обеспечения спроса особенно важны на рынках, где потребители играют ключевую роль и принимают решения в значительной степени самостоятельно. В первую очередь это многочисленные рынки, финансируемые за счет собственных средств потребителей, а также рынки безрецептурных препаратов. Врачи отмечают, что участие пациентов в процессе принятия решений значительно возросло из-за широкой доступности информации в интернете, что помогает сравнивать методы лечения и делать осознанный выбор. Трансформация ценности происходит по трем базовым направлениям. Растет эффективность затрат на продвижение в СМИ, что особенно важно для безрецептурных продуктов, в отношении которых инвестиции обычно осуществляются преимущественно в рекламу и прямые контакты с потребителями. Эти механизмы благоприятствуют росту рынка лекарств от конкретных заболеваний через повышение осведомленности о них, стимулируют желание держать под контролем свое здоровье.

Самообслуживание и электронная торговля B2B. Позволяют клиентам (в первую очередь аптекам и врачам, напрямую отпускающим лекарства пациентам) самостоятельно обслуживать потребности B2B, что снижает нагрузку на службы продаж и сервиса, сокращает расходы. Предполагаются разработка и использование электронных торговых платформ «бизнес для бизнеса», открывающих возможности для перекрестных продаж, модернизации и расширения охвата клиентов. Данный механизм ориентирован в первую очередь на БМ фармацевтических компаний, поскольку они реализуют продукцию и заинтересованы одновременно в повышении прибыли и упрощении процессов заказа и продаж. Платформы электронной торговли позволяют достичь обе эти цели через использование гибких механизмов скидок и удобных для клиентов систем заказа.

Умные рекомендации по продуктам. Способствуют удовлетворению растущего спроса на прибыльные продукты, поскольку рассчитаны на конкретные потребности клиентов и сформированы с помощью автоматических алгоритмов. При их разработке принимаются в расчет многие факторы: прибыльность продуктов, деятельность конкурентов и др. Рекомендации готовятся с помощью специального программного обеспечения, учитывающего покупательское поведение и совместимо с инструментами, которые применяются компаниями и физическими лицами для закупок.

Автоматизация для повышения эффективности. Разрабатываются специальные алгоритмы, направленные на оптимизацию деятельности служб продаж и маркетинга (с точки зрения соотношения затрат и результатов). Используя различную информацию о клиентах, они способствуют эффективному наращиванию продаж и снижению расходов на продвижение продукции разным категориям покупателей за счет совершенствования рекомендаций.

Табл. 4. Цифровые рычаги продвижения продукции и механизмы преобразования ценности

Название рычага	Определение	Механизмы преобразования ценности
Оптимизация набора каналов продвижения продукции	Использование данных и платформ для оптимизации набора каналов за счет продуманной сегментации клиентов, снижения удельных затрат на взаимодействие с ними и максимизации постоянной потребительской ценности	<ul style="list-style-type: none"> • Расширение охвата, увеличение частоты контактов с потребителями • Увеличение продаж в расчете на факт взаимодействия с клиентом • Снижение удельных затрат на взаимодействие с покупателями • Рост прибыльности
Виртуальные (удаленные) методы продаж	Применение моделей удаленной торговли для повышения эффективности и производительности службы продаж	<ul style="list-style-type: none"> • Расширение охвата, увеличение частоты контактов с клиентами • Снижение удельных затрат на взаимодействие с потребителями
Цифровые инструменты стимулирования спроса	Использование новых форматов цифровых и социальных сетей для информирования потребителей о медицинских продуктах и стимулирования спроса на них, предоставления иной медицинской информации	<ul style="list-style-type: none"> • Оптимизация затрат на коммуникации со СМИ • Рост рынка лекарств от конкретных болезней • Укрепление лояльности
Самообслуживание и электронная торговля B2B	Самостоятельное удовлетворение клиентами потребностей B2B, снижающее нагрузку на службы продаж и сервиса, сокращает расходы. Компании активнее подключаются к электронным торговым платформам, что открывает возможности для перекрестных продаж, модернизации и расширения охвата клиентов	<ul style="list-style-type: none"> • Рост удельных продаж • Расширение охвата, увеличение частоты контактов с клиентами • Снижение удельных затрат на взаимодействие с потребителями
Умные рекомендации по продуктам	Стимулирование спроса на прибыльные продукты за счет персонализированных рекомендаций для клиентов, исходя из реального наличия продуктов, данных конкурентной разведки и сведений о прибыльности	<ul style="list-style-type: none"> • Рост удельных продаж • Увеличение прибыльности
Автоматизация для повышения эффективности	Использование механизмов поддержки принятия решений для автоматизации деятельности служб продаж и маркетинга, достижения оптимального соотношения затрат и результатов	<ul style="list-style-type: none"> • Рост удельных продаж

Источник: составлено авторами.

В табл. 4 кратко представлены характеристики каждого цифрового рычага продвижения продукции и соответствующие механизмы преобразования ценности.

Идентификация механизмов цифрового продвижения, выявление их преимуществ, результаты анализа литературы, включенных наблюдений и анализа кейса позволили соотнести их с описанными выше рыночными архетипами. Установлено, как те или иные механизмы создания ценности соответствуют потребностям участников БМ (рис. 4). В рамках упомянутой схемы инновационного развития БМ подобные инструменты продвижения представляют конкретные механизмы взаимодействия и в определенной степени влияют на его результаты. Задача состоит в том, чтобы разработать БМ, обеспечивающую надежность цепочки создания ценности, ее защищенность от возможных сбоях в коллективном взаимодействии участников.

На рынках, где доминируют врачи и пациенты, соответствующие рычаги позволяют этим категориям клиентов получать необходимую информацию для ускорения и облегчения процесса принятия решений. Здесь лучше всего подходят умные рекомендации по продуктам и виртуальные продажи. Последние нацелены прежде всего на врачей, которые обычно остаются вне сферы охвата традиционного подхода к продвижению продукции в ходе личных контактов. Они могут дополнить существующее взаимодействие производителей фармацевтической продукции с медицинским персоналом благодаря новым точкам соприкосновения. Врачи получают возможность контактировать с производителями и собирать необхо-

димую информацию о продуктах и методах лечения, не отвлекаясь от основной работы. Многие из них предпочитают такой формат взаимодействия личному общению, поскольку считают его более эффективным. Умные рекомендации облегчают врачам и пациентам поиск конкретного продукта или метода лечения.

Для рынков, где велико влияние аптек и пациентов, наилучшие решения по созданию ценности включают самообслуживание, умные рекомендации по продуктам и электронную торговлю B2B. Последняя является ключевым механизмом для аптек, стремящихся оптимизировать процесс закупок, поскольку упрощает его, автоматизирует и адаптирует к потребностям конкретной аптеки, исходя из персональной истории закупок и предпочтений. Разрабатываются индивидуальные решения, в том числе различные схемы скидок для наращивания продаж и укрепления лояльности аптек к продукции компании.

Рынки, где главную роль играют врачи и государственные органы здравоохранения, функционируют в соответствии с процедурами и механизмами государственных закупок. Поэтому меры наилучшего создания ценности должны совершенствовать конкурсные процедуры для предоставления организациям и пациентам медицинской продукции высокого качества по оптимальным ценам. Для проведения конкурсов здесь целесообразно применение ИИ — автоматизированных алгоритмов, облегчающих сравнение цен производителя с предложениями конкурентов, благодаря чему повышается прибыль.

Рис. 4. Соответствие рычагов инновационного развития БМ рыночным архетипам

Архетипы	Архетип 1: врачи, пациенты	Архетип 2: аптеки, пациенты	Архетип 3: врачи, государственные органы здравоохранения	Архетип 4: аптеки, государственные органы здравоохранения
Характеристики	<ul style="list-style-type: none"> Преобладают рынки «из собственного кармана»: врачи играют ключевую роль в принятии решений о покупке Рынки, на которых доминирует рецептурная продукция Рецепты выписываются на название бренда, а не МНН Ограниченные возможности аптек по замене лекарств Страны, в которых лекарства пациентам отпускают сами врачи, что позволяет не ходить в аптеки 	<ul style="list-style-type: none"> На решение о покупке сильно влияют рекомендации аптек; главным источником финансирования является «карман» пациента Большую долю рынка составляют безрецептурные продукты Высокий уровень самолечения Рецепты могут выписываться на МНН, а не название бренда Значительные возможности аптек по замене лекарств Многие рецептурные продукты фактически продаются без рецепта / рецепты продлеваются без участия врача 	<ul style="list-style-type: none"> Рынки преимущественно финансируются государством; врачи играют ключевую роль в принятии решений о покупке На рынках доминирует государство / больницы / механизмы возмещения расходов Рынки, на которых большинство продуктов закупается в рамках регулируемого государством и учреждениями конкурсного процесса (продукты выбираются на основе цены и надежности поставщиков) Врачи прописывают продукты, включенные в формуляр больницы, и участвуют в формировании этого формуляра 	<ul style="list-style-type: none"> Преимущественно государственные рынки с полной возможностью замены дженериков; выбор продуктов определяется фармацевтом
Рычаги инновационного развития БМ	Виртуальные продажи	Самообслуживание и электронная торговля B2B	Виртуальные продажи	
	Рекомендации по умным продуктам	Рекомендации по умным продуктам	Тендеры на основе ИИ	
	Формирование цифрового потребительского спроса			
	Оптимизация набора каналов			
	Автоматизация для повышения эффективности			

Источник: составлено авторами.

Во многих странах конкурсы в сфере здравоохранения проводятся часто и в больших масштабах, поэтому подготовка предложений «вручную» занимает слишком много времени и не способствует извлечению максимальной прибыли. Оптимизация набора каналов и автоматизация для повышения эффективности БМ применимы на всех рынках, поскольку позволяют удовлетворять потребности любых клиентов — от аптек до органов здравоохранения. Цифровые инструменты формирования спроса подходят для рынков, где доминируют врачи и аптеки, поскольку именно они в значительной степени определяют решения клиентов о покупке.

Заключение

В статье предложен подход, позволяющий использовать технологические инновации для развития БМ с опорой на управленческие механизмы и информацию во всех сегментах цепочки создания ценности. Проанализирован кейс международной фармацевтической компании, применяющей диверсифицированные инновационные стратегии. Адаптация БМ к контексту разных рынков определяется составом ключевых участников, их ролью в процессе создания и доведения до конечных потребителей ценности, и спецификой конфигурации самих соответствующих цепочек. Радикальные перемены в способах ведения бизнеса, вызванные пандемией COVID-19, обусловили выход технологических инноваций на новый уровень. Компании вынуждены пересматривать взаимодействие с клиентами ввиду изменения приоритетов и потребностей последних. Становится особенно важным рассматривать инновационное развитие БМ сквозь призму маркетинга, поскольку именно он определяет, какую ценность следует передавать клиентам, чтобы добиться

их удовлетворенности. Исследованы пути сочетания управленческих технологий с дальнейшей цифровизацией БМ, предложена их классификация на основе рыночной специфики.

Представленная в статье схема инновационного развития трактует БМ в широком смысле как сеть организаций, выходящую за рамки отдельной компании. Это позволило проанализировать инновационные аспекты БМ и соотнести их с ключевыми элементами (структура, механизм и результаты взаимодействия участников). Описана поэтапная логика разработки инновационных БМ с учетом их отнесения к различным архетипам — группам, выделенным на основе характеристик доминирующих участников и специфике страновых рынков. Определены формы ценности для каждого архетипа и механизмы ее передачи. На основе предложенной структуры проанализирован кейс инновационного развития БМ фармацевтической компании. Выявленные архетипы позволили сгруппировать управленческие стратегии, необходимые для дальнейшей классификации цифровых рычагов продвижения продукции и их привязки к различным конфигурациям БМ. Продемонстрированы способы создания ценности для конкретных групп клиентов с учетом их потребностей. Суть инновационных БМ охарактеризована исходя из трансформации механизмов взаимодействия участников. Представлены цифровые рычаги продвижения продукции в привязке к рыночным архетипам. Складывающаяся картина дает представление об организации процесса разработки и совершенствования БМ, о направлениях их развития и повышения устойчивости в быстро меняющемся современном мире.

Исследование осуществлено в 2021 г. в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Библиография

- Amit R., Zott C. (2012) Creating value through business model innovation. *MIT Sloan Management Review*, 53(3), 41–49.
- Arora P. (2019) *The next billion users: Digital life beyond the West*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Chakravorti B., Bhalla A., Chaturvedi R. (2017). 60 Countries' Digital Competitiveness, Indexed. *Harvard Business Review*, July 2017. <https://hbr.org/2017/07/60-countries-digital-competitiveness-indexed>, дата обращения 08.07.2021.
- Chakravorti B., Chaturvedi R.S. (2018) *Digital Planet 2017: How Competitiveness and Trust in Digital Economies Vary Across the World*, Medford, MA: Tufts University. <https://sites.tufts.edu/digitalplanet/dei17/>, дата обращения 08.07.2021.
- Chesbrough H. (2007) Business model innovation: It's not just about technology anymore. *Strategy and Leadership*, 35(6), 12–17. <https://doi.org/10.1108/10878570710833714>
- Chesbrough H., Rosenbloom R.S. (2002) The role of the business model in capturing value from innovation: Evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. *Industrial and Corporate Change*, 11(3), 529–555. <https://doi.org/10.1093/icc/11.3.529>
- Cowan L. (2020) *COVID-19: Time to revisit customer segmentation* (Cicero White Paper), Washington, D.C.: Cicero. <https://cicerogroup.com/covid-19-time-to-revisit-customer-segmentation/>, дата обращения 08.07.2021.
- Dabbs G., Rickwood S., Smith A., Wooden C. (2018) *Channel preference versus promotional reality* (IQVIA White Paper), Durham, NC: IQVIA. <https://www.iqvia.com/-/media/iqvia/pdfs/library/white-papers/channel-preference-versus-promotional-reality.pdf>, дата обращения 08.07.2021.
- Ehret M., Kashyap V., Wirtz J. (eds.) (2013) Business models: Impact on business markets and opportunities for marketing research. *Industrial Marketing Management*, 42(5), 649–655. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2013.06.003>
- Evans S., Vladimirova D., Holgado M., Van Fossen K., Yang M., Silva E.A., Barlow C.Y. (2017) Business model innovation for sustainability: Towards a unified perspective for creation of sustainable business models. *Business Strategy and the Environment*, 26(5), 597–608. <https://doi.org/10.1002/bse.1939>
- Feldman O. (2018) *Global views on healthcare – 2018: What does the world think about healthcare?*, Washington, D.C.: IPSOS Global Advisor. <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2018-08/node-455221-455431.zip>, дата обращения 08.07.2021.
- Flavián C., Ibáñez-Sánchez S., Orús C. (2019) The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of Business Research*, 100, 547–560. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.050>
- Foss N.J., Saebi T. (2017) Fifteen years of research on business model innovation: How far have we come, and where should we go? *Journal of Management*, 43(1), 200–227. <https://doi.org/10.1177/0149206316675927>
- Gaignon H., Lecocq X., Pauwels K., Sorescu A. (2017) A marketing perspective on business models *Academy of Marketing Science*, 7(3–4), 85–89. <https://doi.org/10.1007/s13162-017-0108-5>
- Grosch B., Gupta A., Lucke J., Voller S. (2014) *Breaking through the noise: Pharmaceutical multichannel marketing in a digital world*, Boston, MA: Boston Consulting Group.
- Hynes N., Elwell A.D. (2016) The role of inter-organizational networks in enabling or delaying disruptive innovation: A case study of mVoIP. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 31(6), 722–731. <https://doi.org/10.1108/JBIM-10-2012-0168>
- Keen P., Qureshi S. (2006) *Organizational transformation through business models: A framework for business model design*. Paper presented at the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'06) 4–7 January 2006, Kauai, HI, USA. DOI: 10.1109/HICSS.2006.376
- Kemp S. (2019) *Digital 2019: Global internet use accelerates*, London: We Are Social. <https://wearesocial.com/blog/2019/01/digital-2019-global-internet-use-accelerates>, дата обращения 08.07.2021.
- King A., Mcdermott J., Kulkarni A., Bansal N. (2020) *Reflecting and reframing: Assessing the impact of COVID-19 on strategic plans & programs and paving the path forward*, Washington, D.C.: IPSOS Global Advisor. <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ipsos-research-opportunities-for-reframing-plans-against-covid.pdf>, дата обращения 08.07.2021.
- Klimanov D., Tret'yak O. (2014) Business Models: Major Research Directions and Search of Conceptual Foundations. *Russian Management Journal*, 12(3), 107–130 (in Russ.).
- Klimanov D., Tret'yak O. (2019) Linking business model research and marketing: New network-based approach to business model analysis. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 34(1), 117–136. <https://doi.org/10.1108/JBIM-12-2017-0330>
- Kushwaha T., Shankar V. (2013) Are multichannel customers really more valuable? The moderating role of product category characteristics. *Journal of Marketing*, 77(4), 67–85. <https://doi.org/10.1509%2Fjm.11.0297>
- Leischnig A., Ivens B.S., Kammerlander N. (2017) A new conceptual lens for marketing: A configurational perspective based on the business model concept. *AMS Review*, 7(3–4), 138–153. <https://doi.org/10.1007/s13162-017-0107-6>
- Lindgren P., Taran Y., Boer H. (2010) From single firm to network-based business model innovation. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 12(2), 122–137. DOI: 10.1504/IJEIM.2010.034417
- Mukherjee A., McGinnis J. (2007) E-healthcare: An analysis of key themes in research. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, 1(4), 349–363. <https://doi.org/10.1108/17506120710840170>
- Nenonen S., Storbacka K. (2010) Business model design: Conceptualizing network value co-creation. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 2(1), 43–59. <https://doi.org/10.1108/17566691011026595>
- Palo T., Tähtinen J. (2013) Networked business model development for emerging technology-based services. *Industrial Marketing Management*, 42(5), 773–782. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2013.05.015>
- Rangaswamy A., Van Bruggen G.H. (2005) Opportunities and challenges in multichannel marketing: An introduction to the special issue. *Journal of Interactive Marketing*, 19(2), 5–11. <https://doi.org/10.1002/dir.20037>
- Rickwood S. (2020) *Rising to the challenge: Five key focus areas for life sciences during and after COVID-19 pandemic*, Durham, NC: IQVIA. <https://www.iqvia.com/library/white-papers/rising-to-the-challenge>, дата обращения 08.07.2021.
- Robertson T.S. (2017) Business model innovation: A marketing ecosystem view. *AMS Review*, 7(3–4), 90–100. <https://doi.org/10.1007/s13162-017-0101-z>
- Ronte H., Taylor K., Haughey J. (2018) *Medtech and internet of medical things: How connected medical devices are transforming healthcare*, London: Deloitte Centre for Health Solutions.
- Rust R.T. (2020) The future of marketing. *International Journal of Research in Marketing*, 37(1), 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2019.08.002>
- Schneider S., Spieth P. (2013) Business model innovation: Towards an integrated future research agenda. *International Journal of Innovation Management*, 17(1), 1–34. <https://doi.org/10.1142/S136391961340001X>
- Sharma A., Mehrotra A. (2007) Choosing an optimal channel mix in multichannel environments. *Industrial Marketing Management*, 36(1), 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2006.06.012>
- Standish J., Bossi M. (2020) *How will COVID-19 change the retail consumer?*, Dublin: Accenture. https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-126/Accenture-COVID-19-Retail-Consumer-Resarch-Wave-Four-POV.pdf, дата обращения 14.06.2021.
- Teece D.J. (2010) Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2–3), 172–194. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>
- Velu C. (2016) Evolutionary or revolutionary business model innovation through cooperation? The role of dominance in network markets. *Industrial Marketing Management*, 53, 124–135. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2015.11.007>
- Yang M., Evans S., Vladimirova D., Rana P. (2017) Value uncaptured perspective for sustainable business model innovation. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1794–1800. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.102>

Инновационные экосистемы в автомобильной индустрии между возможностями и ограничениями

Рикардо Энрике да Силва

Аспирант, Департамент машиностроения (Department of Mechanical Engineering)^a, научный сотрудник, кафедра математики и промышленного инжиниринга (Department of Mathematics and Industrial Engineering)^b, ricardohsilva@usp.br

Паулу Карлос Камински

Профессор, Департамент машиностроения^a, pckamins@usp.br

Рафаэль Ортега Марин

Консультант^c, rafaelortegamarin@gmail.com

^a Университет Сан-Паулу (São Paulo University), Бразилия, Butanta, São Paulo — State of São Paulo, Brazil

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

^c Gradus Management Consulting, Бразилия, São Paulo, Brazil

Аннотация

Создание эффективных инновационных экосистем (ИЭС) национального или отраслевого уровня остается сложной и не всегда реализуемой задачей. На примере автомобильной индустрии Бразилии рассмотрен кейс неиспользуемых возможностей для выстраивания сильной ИЭС. Это объясняется невосприимчивостью к новым усложненным конфигурациям подобных экосистем и форматам нетрадиционного взаимодействия, которые они предполагают, — новому типу «экологичной» конкуренции и др. Изучен внутренний контекст компаний в отношении практики

открытых инноваций. Несмотря на совместные проекты с близкими партнерами по цепочке стоимости, автопроизводители демонстрируют закрытость для внешнего сотрудничества, в отличие от игроков из таких отраслей, как аэрокосмическая промышленность или информационные и коммуникационные технологии, которым удалось добиться роста и обеспечить радикальную трансформацию благодаря созданию более широкой ИЭС. Переломить ситуацию сможет только высокая заинтересованность государства в формировании сильной ИЭС.

Ключевые слова: управление инновационной деятельностью; автомобильная промышленность; инновационная экосистема; открытые инновации; анализ кейсов; анкетные обследования

Цитирование: da Silva R.H., Kaminski P.C., Marin R.O. (2021) Innovation Ecosystems in the Automotive Industry between Opportunities and Limitations. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 66–80. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.66.80

Innovation Ecosystems in the Automotive Industry between Opportunities and Limitations

Ricardo Henrique da Silva

Doctoral Candidate, Department of Mechanical Engineering^a, and Researcher, Department of Mathematics and Industrial Engineering^b, ricardohsilva@usp.br

Paulo Carlos Kaminski

Full Professor, Department of Mechanical Engineering^a, pckamins@usp.br

Rafael Ortega Marin

Consultant^c, rafaelortegamarin@gmail.com

^a University of São Paulo, Butanta, São Paulo — State of São Paulo, Brazil

^b Polytechnique Montreal, 2500 Chemin de Polytechnique, Montréal, QC H3T 1J4, Canada

^c Gradus Management Consulting, São Paulo, Brazil

Abstract

The creation of effective innovation ecosystems (IES) at the national or sectoral level remains a difficult and not always feasible task. Basing on evidence from the Brazilian automotive industry, a case of unused opportunities for building a strong IES is considered. This is due to the insensitivity of such ecosystems to new complicated configurations and the formats of non-traditional interaction that they suggest — a “new ecology of competition”, etc. The internal

context of companies in relation to the practice of open innovation has been studied. Despite joint projects with close value chain partners, carmakers are showing a closed attitude to external collaboration, unlike players in industries such as aerospace or information and communications technology that gained growth and major transformation by building a broader IES. Only a high demand from the government for creating a strong IES can change the situation.

Keywords: innovation management; automotive industry; innovation ecosystem; open innovation; case analysis; questionnaire surveys

Citation: da Silva R.H., Kaminski P.C., Marin R.O. (2021) Innovation Ecosystems in the Automotive Industry between Opportunities and Limitations. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 66–80. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.66.80

Современная автомобильная промышленность, как и другие отрасли мировой экономики, переживает трансформацию. Сформировались инновационные промышленные кластеры, которые географически консолидируют производителей, поставщиков, потребителей в целях оптимизации взаимодействия и извлечения преимуществ для всех заинтересованных сторон [Swann, Prevezer, 1996; Baptista, Swann, 1998; Beaudry, Breschi, 2003; Bell, 2005; Yang et al., 2009; Hering et al., 2011]. Новые игроки из развивающихся стран выходят на международные рынки и предлагают более дешевую продукцию, усиливая конкурентное давление, что требует адаптации отдельных отраслей к глобальным цепочкам стоимости [Humphrey, Schmitz, 2002; Sturgeon, van Biesebroeck, 2011]. В последние годы сложившиеся механизмы адаптации оказываются неэффективными ввиду растущих требований со стороны государства и потребителей к продукции. Так, городские автомобили все чаще признаются слишком затратным средством передвижения [Wright, Train, 1987; Pretenthaler, Steininger, 1999; Wu et al., 2015] в силу необходимости регулярного технического обслуживания, выплат страховых взносов и налогов, быстрой амортизации. Общеизвестный ключевой вклад транспортного сектора в выбросы парниковых газов побуждает регулирующие органы многих стран принимать ограничительные нормы [Graham-Rowe et al., 2011; Poudenx, 2008; Beirao, Sarsfield Cabral, 2007]. Удовлетворение новых требований к автомобильной промышленности (равно как к информационным и коммуникационным технологиям (ИКТ) [Fransman, 2010] или аэрокосмической отрасли [Armellini et al., 2011; Thompson et al., 2012]) предполагает ее реорганизацию в рамках расширенной экосистемы.

В статье оценивается процесс формирования в автомобильной промышленности новой инновационной экосистемы (ИЭС) с фокусом на мобильность, которая отвечала бы актуальным отраслевым тенденциям (рис. 1). Проверяется гипотеза о положительной связи между практикой открытых инноваций (ОИ) и степенью инновационности компаний. Согласно выводам существующей литературы участники ОИ извлекают определенные преимущества, например, в виде совершенствования процессов или повышения инновационности. Подтвердить это допущение призвано анкетное обследование представителей бразильской автомобильной промышленности, занятых разработкой продукции или управлением инновационной деятельностью.

Предметом обследования являлись разнообразные аспекты участия респондентов в ОИ, применяемые ими подходы, степень их развития и основные ограничения. Считается, что участие в ОИ отражает готовность компаний к активному сотрудничеству с внешними партнерами в рамках расширенной ИЭС [Bogers et al., 2017].

Бразилия представляет исследовательский интерес в силу масштабов национального автомобильного рынка (в 2019 г. было выпущено около 3 млн автомобилей¹) и присутствия на нем азиатских, европейских и

Рис. 1. Движение в сторону формирования инновационной экосистемы



североамериканских игроков. Бразильские автопроизводители удерживают лидерство в создании небольших транспортных платформ, чего нельзя сказать о более крупномасштабных решениях.

Теоретическая модель исследования

От кластеров к инновационным экосистемам

Экономические показатели любой страны складываются из соответствующих индикаторов ее регионов и субрегионов, которые в свою очередь напрямую зависят от наличия и уровня развития отраслевых кластеров — географических конгломератов отраслей, связанных знаниями, навыками, ресурсами, спросом и другими факторами [Lines, Monypenny, 2018; Delgado et al., 2016]. Обладая высоким технологическим потенциалом и соответствующими компетенциями [Iammarino, McCann, 2006], компании «стягиваются» к некоему географическому центру притяжения, образуя кластеры, которые, несмотря на территориальную ограниченность, встраиваются в расширенные глобальные цепочки стоимости [Humphrey, Schmitz, 2002]. Благодаря доступу на более выгодных условиях к высококвалифицированным кадрам и иным ресурсам их участники демонстрируют большую эффективность и инновационность [Beaudry, Swann, 2001]. Обратная сторона кластеризации в том, что усиление конкуренции внутри кластера снижает его потенциал к развитию [Beaudry, 2001; Broekel, Boschma, 2012]. Географическая близость способствует более эффективной координации игроков, возникновению неформальных связей и партнерских экосистем [Bathelty, Cohendet, 2014]. Подобные неформальные сети служат важным каналом распространения новых знаний в кластерном сообществе, поскольку облегчают обмен инженерными наработками [Dahl, Pedersen, 2004; Balland et al., 2015; Torre, 2008]. Запрос на подобные формы сотрудничества вызван усложнением технологий, продуктов и, следовательно, производств [Koen et al., 2014]. Налаживание связей между разными отраслями [Dahlander, Gann, 2010], университетами [Walsh et al., 2016] и рынками [Parmentier, Mangematin, 2014] естественным образом формирует систему ОИ, участие в которой способствует увеличению инновационно-

¹ <http://www.anfavea.com.br/>, дата обращения 28.11.2017.

го потенциала [Chesbrough, 2003]. ОИ привели к переопределению «границ» компании и степени их проницаемости для обмена знаниями с внешними игроками, а соответствующая концепция обозначила ряд преимуществ от использования открытой модели создания инноваций в сравнении с закрытой [Santos, Eisenhardt, 2005; Gassmann, Enkel, 2004; Wilhelm, Dolfsma, 2018]. Меняющиеся бизнес-модели в отношении обмена знаниями предполагают все больше открытости и интерактивности [Chesbrough, Appleyard, 2007; Autio, Thomas, 2014]. Партнерство независимо от источника его иницирования создает синергичный поток обогащения возникающими идеями [Trautler et al., 2011]. Стратегии ОИ реализуются во многих отраслях промышленности — от биофармацевтики до автопрома [Bigliardi et al., 2012]. Участвуя в ОИ, компания интегрируется в широкую и разнородную группу игроков с разным уровнем инновационного развития [Bogers et al., 2017]. Совместными усилиями они формируют ИЭС [Rohrbeck et al., 2009] или бизнес-экосистемы [Gomes et al., 2018], например, в секторе ИКТ [Fransman, 2010], аэрокосмической отрасли [Thompson et al., 2012]. Таким образом, ИЭС оказывается естественным этапом развития для компаний — не только осваивающих ОИ, но и достигших определенных успехов в этом направлении [Torre, Zimmermann, 2015]. В отраслевой среде, организованной по сетевому принципу, инновации возникают не из одного отдельного изобретения, а в результате комплексной разработки новых продуктов, процессов и технологий с большим числом участников [Iansiti, Levien, 2002]. Налаживая сотрудничество с внешними партнерами и воспринимая инновации как его коллективный результат, компании осваивают новый тип «экологической» конкуренции, делая шаг к отраслевой экосистеме [Torre, Zimmermann, 2015; Moore, 1993]. ИЭС интегрирует корпоративные достижения компаний в «единые клиентоориентированные решения» [Adner, 2006]. Обмениваясь наработками, участники наращивают свой инновационный потенциал [Moore, 1993]. Сложные инновации предполагают вовлечение нескольких игроков и реализуются за рамками традиционных цепочек поставок [Adner, Kapoor, 2010]. Катализируя творческий процесс, стимулируя изобретательство, ИЭС активизирует инновационную деятельность в разных научно-технологических областях [Carayannis, Campbell, 2009].

Новая инновационная экосистема в сфере мобильности

Из-за естественного развития ИЭС в литературе отсутствует единый взгляд на процесс их возникновения [Rabelo, Bernus, 2015]. Они классифицируются по уровню зрелости [Moore, 1993], вкладу участников, динамике их отношений [Kapoor, Lee, 2013], платформам [Gawer, Cusumano, 2014] и совместно создаваемой стоимости [Benitez et al., 2020].

Новая экосистема, складывающаяся в автомобильной промышленности, помимо традиционного круга партнеров охватывает множество других участников и секторов [Pulkkinen et al., 2019; Karim, 2017]. В нее входят субъекты, использующие интеллектуальные «ше-

ринговые» системы для достижения сквозной мобильности (*end-to-end mobility*) [Ning et al., 2017]. Исходя из поставленной участниками (включая государственные и регулирующие органы) цели перехода на низкоуглеродные виды транспорта, ее также называют «экосистемой устойчивой мобильности» [Ma et al., 2018; Lyons, 2018; Banister, 2007].

Автомобильная ИЭС охватывает различные технологические инновации (от двигателей на возобновляемых источниках энергии до ИКТ, повышающих автономность автомобилей [Burns, 2013; Rajashekara, 2013]) и бизнес-модели. Благодаря ей автомобиль превращается в объект общего пользования, становится частью системы транспортных хабов, которая обеспечивает коллективную и индивидуальную мобильность [Bellini et al., 2019; Jittrapirom et al., 2017; Chong et al., 2011; Ho et al., 2018; Smith et al., 2018].

Помимо масштабов и сферы охвата ИЭС, заслуживают изучения подходы к интеграции в данную систему и степень открытости к ним автопроизводителей. Чтобы компания смогла адаптироваться к платформенной экосистеме, необходимо осуществить цифровизацию и перейти к практике ОИ [Bogers et al., 2017; Oberg, Alexander, 2019; West, Bogers, 2014; West et al., 2014]. Между активностью в сфере ОИ и формированием экосистемы наблюдается положительная корреляция. С переходом на ОИ компании становятся открытыми для широкого взаимодействия, потоков знаний между разными направлениями разработок и участниками коммерциализации еще до того, как сложится цепочка создания стоимости. Процесс облегчается, если экосистема носит платформенный характер (предусматривает общие стандарты). Подобная практика уже получила широкое распространение в автомобильной отрасли и применяется поставщиками первого уровня при разработке продукции [Teese, 2018].

Методология исследования

Задача нашего исследования — описание модели сотрудничества в автопроме Бразилии на основе существующих концепций — определила подход к сбору данных. Оно состояло из трех этапов: анкетирование, статистическая обработка результатов опроса, выполнение регрессионного анализа. Выборка формировалась наиболее оптимальным способом без применения вероятностного подхода. В ходе анкетирования собирались сведения об участии компаний в ОИ. Бразильский автомобильный рынок выбран в качестве объекта исследования в силу его гетерогенности, интегрирующей корпоративную культуру ведущих мировых автогигантов (из Европы, Азии и Северной Америки). Страна не имеет собственного автопроизводителя, интегрированного в глобальный рынок, но, тем не менее, представляет внешним игрокам площадку для производства и проведения исследований и разработок (ИиР), в которых отражены корпоративная культура и стратегии их зарубежных штаб-квартир.

Автомобильный сектор выступает важным драйвером бразильской экономики с 18%-й долей валовой

Табл. 1. Структура бразильской автомобильной промышленности в 2019 г.

Компании		Заводы	
Бренды автопроизводителей	26	Industrial Units	65
Автозапчасти	473	Штаты	10
Дилеры	5.249	Национальная принадлежность производителя пассажирских автомобилей	8
Штат	Список действующих производителей пассажирских автомобилей		
Баия	Ford		
Сеара	Ford (Troller)		
Гояс	Hyundai, Suzuki, Mitsubishi		
Минас-Жерайс	FCA, Mercedes-Benz		
Парана	Audi, Nissan, Renault, VW		
Пернамбуку	FCA		
Рио-де-Жанейро	Nissan, Land Rover, PSA		
Риу-Гранди-ду-Сул	GM		
Санта-Катарина	BMW		
Сан-Паулу	Chery, Ford, GM, Honda, Hyundai, Toyota, VW		

Источник: [ANFAVEA, 2020].

добавленной стоимости в промышленности. Несмотря на экономический кризис в 2014 г., страна удерживает восьмую позицию по объемам производства автомобилей и шестую — по оборотам национального авторын-ка² (табл. 1)

Описание анкеты

Для подготовки вопросов закладывалось продолжительное время (шесть месяцев). Чтобы сформулировать их теоретическую основу, оценить и при необходимости откорректировать содержание, были проведены интервью с экспертами по ОИ и инновациям в автомобильной промышленности. Затем анкета тестировалась на пяти представителях отрасли, после чего была разослана респондентам из расширенной выборки. Состав последней определялся на основе базы экспертов, преподающих на курсах повышения квалификации работников бразильской автомобильной промышленности. В ходе обследования собиралась информация по трем основным аспектам ОИ, описанным в литературе (табл. 2). По каждому из них разрабатывались индикаторы, измеряемые с помощью вопросов — обособленных либо объединенных в блоки. Каждый вопрос рассматривался как отдельная переменная для статистического анализа, выполненного с помощью программного обеспечения Stata. В табл. 2 представлены три аспекта обследования, соответствующие

Табл. 2. Структура анкеты

Раздел	Переменные	Теоретическая основа	Шкала	Вопросы
Организа- ционная культура ОИ	<ul style="list-style-type: none"> • Наиболее важные партнеры • Причины партнерства • Культурные аспекты 	[Wilhelm, Dolfma, 2018; Ili et al., 2010; Mortara, Minshall, 2011; Lewin et al., 2017; Breunig et al., 2014]	<ul style="list-style-type: none"> • Лайкерт (1-5) • Лайкерт (1-6) • Лайкерт (1-5) 	<ul style="list-style-type: none"> • F1-F4 • B1, B2, B6 • B4, B5, B7, D3
Процесс разработ- ки продук- ции (ПРП)	<ul style="list-style-type: none"> • Степень инновационности • Использование новых методов в ходе ПРП 	[Cooper, 2015]	Лайкерт (1-6)	<ul style="list-style-type: none"> • C1 • C2
Барьеры и риски ОИ	<ul style="list-style-type: none"> • Воспринимаемые барьеры и риски 	[Ili et al., 2010; Aquilani et al., 2017; Monteiro et al., 2017]	Лайкерт (1-5)	<ul style="list-style-type: none"> • D4

Источник: составлено авторами.

щие индикаторы и теоретическая основа, использованная для формулировки вопросов.

С помощью первого блока анкеты — «Организа-ционная культура ОИ» — выявлялись ключевые участники ОИ в компании, их партнеры, основные мероприятия, реализованные в рамках совместных проектов, и обусловившие их причины. Применительно к культурным аспектам проверялась степень активности ОИ в последние годы. Раздел «Барьеры и риски ОИ» охватывал все факторы (внутренние и внешние), затрудняющие или блокирующие реализацию соответствующих проектов [Ili et al., 2010]. Внутренние барьеры часто выражаются в корпоративной культуре, не располагающей к ОИ, пассивном сопротивлении сотрудников, дефиците ресурсов или инвестиций [Aquilani et al., 2017]. Внешние ограничения проявляются в недоверии партнеров, рисках незаконного присвоения важной информации или технологий, утрате контроля над общими проектами [Monteiro et al., 2017]. Вопросы из раздела «Процесс разработки продукции» (ПРП) позволили выяснить степень инновационности (радикальной или инкрементальной) продукции, разработанной за последние годы, и факты модернизации ПРП за счет новых подходов, например аджайла³ или методов быстрого прототипирования [Cooper, 2015].

Основными демографическими переменными служили размер компании, завода или подразделения (A1), возраст (G3), специализация (G2) и должность респондента (G1 и G4).

² Режим доступа: <http://www.anfavea.com.br/>, дата обращения 28.11.2017.

³ Методология управления проектами agile, использующая короткие циклы разработки, также известная как «спринт».

Процесс обследования

В опросе принимали участие директора, менеджеры и инженеры инновационных подразделений автомобильных компаний, лица, ответственные за проектирование продуктов, их эксплуатацию и системный инжиниринг. При отборе респондентов учитывались наличие ученой степени, публикационная активность, выступления на научных мероприятиях. Было разослано 1032 приглашения. На участие в опросе согласились 342 респондента, из них 140 прислали корректно заполненные анкеты, пригодные для статистической обработки. Таким образом, показатель отклика составил 13,6%. Столь низкое значение могло быть обусловлено длительным временем заполнения анкеты (в среднем около 40 минут), тем не менее оно не исказило общую картину обследования, учитывая его поисковый характер. Анкета и ответы передавались по электронной почте, а контроль их заполнения осуществлялся с помощью телефонных звонков. Охваченными оказались все основные автомобильные предприятия, действующие на территории Бразилии и выполняющие ИиР, а также широкий круг поставщиков, включая крупных производителей запчастей. Чтобы оценить важность каждой переменной, исходя из опыта либо восприятия респондентом деятельности компании, на большинство вопросов предлагалось ответить по пяти- или шестибальной шкале Лайкерта (см. табл. 2).

Характеристика выборки

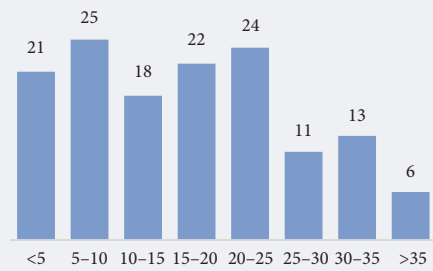
Первая измеряемая переменная касалась опыта работы респондентов в автомобильной отрасли. В среднем этот показатель составил 16 лет. Распределение значений показано на рис. 2.

Опыт работы членов выборки колеблется в диапазоне от среднего до высокого, что можно признать хорошим показателем с учетом специфики отрасли. Достоверность ее отражения, отсутствие случайных ошибок и искажений гарантированы высоким уровнем информированности респондентов [Forza, 2002]. Большинство отметили, что их компании на момент проведения опроса активно осуществляли ИиР в Бразилии (рис. 3) и получают значительную долю прибыли в автомобильном секторе (рис. 4).

Сегменты выборки распределены достаточно равномерно: примерно 50% опрошенных составили автопроизводители, примерно столько же — поставщики запчастей, сборных компонентов и услуг (рис. 5). Около половины представляли компании, чей штат на момент анкетирования насчитывал не менее 1000 чел. на полной ставке, а у 25–30% предприятий число таких работников составляло от 100 до 1000 чел., что говорит о преобладании крупных и средних компаний (рис. 6).

Опрос проводился в 2018 г. и отражал ситуацию за три предыдущих года — период восстановления бразильского автопрома после глобального экономического кризиса, поразившего отрасль в 2014 г., когда производство легковых автомобилей сократилось на 13,6% [Amorim, 2014]. За предшествующие годы у

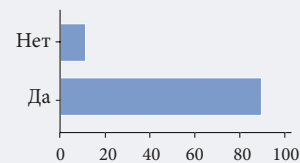
Рис. 2. Опыт работы респондентов в автомобильной промышленности (лет)



Источник: составлено авторами.

Рис. 3. Выполнение ИиР в Бразилии (доли утвердительных и отрицательных ответов, %)

Выполняет ли Ваша компания ИиР на территории Бразилии?



Источник: составлено авторами.

Рис. 4. Концентрация бизнеса (доли ответов, %)

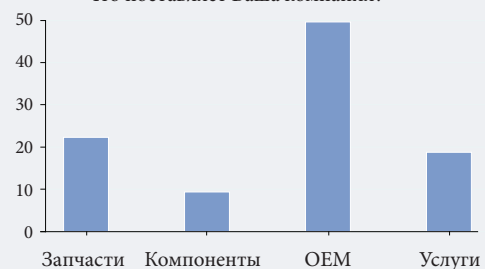
Какая часть совокупных продаж Вашей компании приходится на долю автомобильной промышленности?



Источник: составлено авторами.

Рис. 5. Положение в цепочке поставок (доли ответов, %)

Что поставляет Ваша компания?



Источник: составлено авторами.

большинства обследованных компаний значительно уменьшились прибыль (рис. 7) и число активных клиентов (рис. 8).

Дескриптивный анализ основных направлений исследования

Организационная культура ОИ

На данном этапе оценивались вовлеченность компаний в ОИ, уровень зрелости этой практики и ее значение для общей корпоративной стратегии. Почти 80% заявили, что их компании знают о методах ОИ и применяют их как минимум два года. Для 45% предприятий этот срок превышает пять лет, причем 30% занимаются ОИ свыше 10 лет. Менее 5% респондентов сообщили, что их компании отказались от практики ОИ (рис. 9).

Что касается восприятия зрелости ОИ, то, по мнению около 30% респондентов, процессы ОИ внутри компании хорошо отлажены и соответствуют общей стратегии (рис. 10). Примерно столько же отметили, что ОИ находятся на этапе становления, то есть активно продвигаются в компании, но пока не интегрированы полностью. Почти 40% сообщили, что ОИ только начинают вводиться: проведено несколько экспериментов, но сам механизм пока не стал формальной частью инновационного процесса. Особое внимание в нашем исследовании уделялось вкладу ОИ в инновационные стратегии компаний-респондентов. Почти 70% представителей автопроизводителей и поставщиков придают высокую либо максимальную ценность практике ОИ для реализации корпоративных инновационных стратегий (рис. 11).

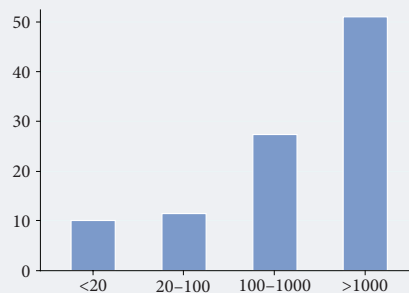
Результаты обследования позволяют сделать вывод о том, какая из двух парадигм инновационной деятельности — открытых либо закрытых инноваций (следуя классификации, предложенной в работе [Chesbrough, 2003]) — оптимально соответствует бразильской автомобильной промышленности. Причисление компании или отрасли к одной из этих концепций происходит по шести критериям: отношение к ИиР, область специализации, функция внутренних ИиР, интеллектуальная собственность, рыночные достижения и источники идей. Результаты показали, что респонденты отдают явное предпочтение парадигме закрытых инноваций. Следовательно, автомобильная отрасль Бразилии испытывает трудности с переходом к открытости и сотрудничеству⁴ (рис. 12).

В вопросе внешнего партнерства при запуске новых проектов автомобильные компании, действующие в Бразилии, опираются на собственные корпоративные подразделения ИиР, поставщиков и клиентов (рис. 13). Реже в качестве партнеров упоминались государственные научно-исследовательские институты и конкуренты. Лишь пятеро из опрошенных упомянули университеты, что также подтверждает низкий уровень

⁴ Аналогичное исследование, ранее проведенное в отношении германской автомобильной промышленности [Albers, Miller, 2010], продемонстрировало аналогичные результаты.

Рис. 6. Численность занятых полный рабочий день (доли ответов, %)

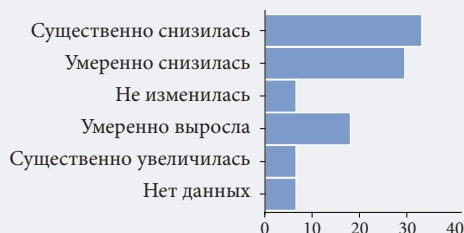
Сколько работников на полной ставке было занято в Вашей компании в 2016 г.?



Источник: составлено авторами.

Рис. 7. Снижение прибыли (доли ответов, %)

Снизилась ли прибыль Вашей компании в последние два года?



Источник: составлено авторами.

Рис. 8. Снижение числа клиентов (доли ответов, %)

Изменилась ли клиентская база Вашей компании в последние два года?



Источник: составлено авторами.

Рис. 9. Продолжительность использования ОИ (доли ответов, %)

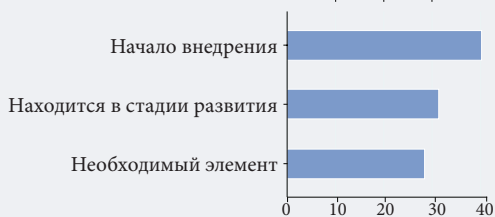
Как долго Ваша компания практикует ОИ?



Источник: составлено авторами.

Рис. 10. Восприятие зрелости ОИ (доли ответов, %)

Насколько активно в Вашей компании используется практика ОИ?



Источник: составлено авторами.

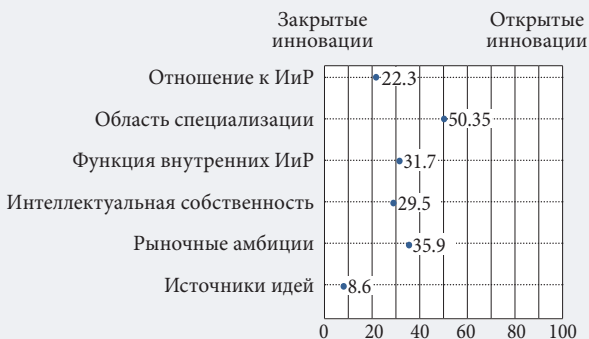
Рис. 11. Степень важности ОИ для стратегий инновационной деятельности (доли ответов, %)

Насколько ОИ важны для инновационной стратегии Вашей компании?



Источник: составлено авторами.

Рис. 12. Предпочтение принципов открытых и закрытых инноваций (доли ответов, %)



Источник: составлено авторами.

Рис. 13. Внешние партнеры (доли ответов, %)

С какими внешними партнерами Вы предпочитаете сотрудничать?



Источник: составлено авторами.

интеграции и коллаборации частного и государственного секторов.

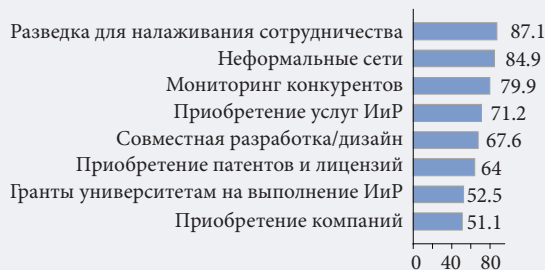
Для аккумуляции «входящих» потоков информации большинство игроков пользуются специальными «разведывательными» инструментами (рис. 14), например бенчмаркинг для анализа и интерпретации сигналов рынка и появления новых продуктов. Высоко востребованы неформальные сети (что отмечают и авторы более ранних исследований), особенно среди тех, кто работает в рамках единого промышленного кластера [Dahl, Pedersen, 2004].

Обследуемые компании активно пользуются услугами ИиР и реализуют совместные проекты в области дизайна (см. рис. 14). При подобном распространенном формате партнерства производитель (клиент), например, в ходе проектирования нового двигателя налаживает взаимодействие с поставщиком соответствующей продукции.

Исследовательские гранты для университетов и приобретение других компаний вновь оказались в нижней части списка, что отражает низкий интерес к ним респондентов. Мониторинг конкурентов оказался третьей по популярности исходящей инициативой, поскольку большинство автомобильных предприятий отслеживают продукцию друг друга. Автопроизводители нередко практикуют полный демонтаж автомобилей конкурентов в собственных лабораториях, чтобы изучить технологические особенности и использовать их для улучшения собственной продукции. Многочисленные исходящие инициативы не скоординированы, не имеют четких траекторий и каналов коммуникации с внешней средой.

Чаще всего в этом отношении респонденты отдают предпочтение структурированному сетевому взаимодействию — обмену информацией в рамках деловых встреч, профессиональных форумов, конференций либо через социальные сети. Другой распространенный формат — участие в отраслевых комитетах по стандартизации (рис. 15), которые занимаются разработкой эффективных процедур и нормативным обеспечением отраслевой деятельности. Указанные подходы типичны для отраслей и компаний, придерживающихся закрытой модели, не стремящихся максимально использовать

Рис. 14. Основные исходящие инициативы (доли ответов, %)



Источник: составлено авторами.

Рис. 15. Основные входящие инициативы (доли ответов, %)



Источник: составлено авторами.

собственные изобретения и создавать спиноффы, избегая утечки информации.

В целом рассматриваемые инициативы (см. рис. 13, 14 и 15) иллюстрируют текущую ситуацию в отрасли как инновации по принципу «и я тоже» (*me-too-innovation*) [Ili et al., 2010]. Компании и секторы не стремятся создавать радикальные, подрывные инновации, предпочитая инерционный инкрементальный процесс совершенствования продукции. В рамках подобного сценария сотрудничество остается ограниченным, а промышленные кластеры не могут эволюционировать в более широкую ИЭС.

Процесс разработки продукции

Совершенствование ПРП выступает одной из главных целей налаживания сотрудничества компаниями автомобильного сектора, даже если круг партнеров

состоит только из клиентов и поставщиков. В числе основных мотивов кооперации респонденты чаще всего отмечали: получение технических знаний или обмен ими, доступ к инфраструктуре и новым ИиР, сокращение сроков и стоимости разработки новой продукции (рис. 16).

Притом что ПРП в компаниях рассматриваемого сектора модернизируются с 2014 г. (рис. 17), разработанные с их помощью продукты изменились несущественно. Следовательно, сохраняется ориентация на инкрементальное совершенствование продукции (рис. 18).

Барьеры и риски ОИ

Респонденты назвали несколько причин, препятствующих внедрению ОИ в компании (рис. 19), и высоко оценили их значимость, особо выделив «недостаточно четкую стратегию ОИ». Остальные мотивы связаны в основном с непониманием механизма ОИ, «расплывчатой» позицией руководства, опасением потерять контроль над совместными проектами и недоверием к партнерам. Наконец, присутствует фактор пассивного отношения: персонал не рассматривает ОИ в качестве приоритетов, не способствует продвижению этой концепции, что свидетельствует об отсутствии четкой стратегии ОИ в обследованных компаниях, характерном для автомобильного сектора Бразилии и, возможно, других стран.

Регрессионный анализ практики ОИ

Полученные результаты верифицировались с помощью статистической регрессии. Проверялась применимость к исследуемой выборке гипотезы о том, что компании, культура которых открыта к ОИ, получают преимуще-

Рис. 16. Основные цели сотрудничества компаний (доли ответов, %)



Источник: составлено авторами.

Рис. 17. Эволюция ПРП (доли ответов, %)



ства от инновационной деятельности в виде совершенствования ПРП.

Практика ОИ и ее положительное влияние на ПРП компаний, будь то технологическая модернизация процессов или создание инноваций, активно обсуждаются в литературе. Поэтому для подтверждения выводов соответствующий эффект должен быть отражен в статистическом регрессионном анализе концептуальной модели, представленной на рис. 20.

Гипотезы, полный набор которых представлен в табл. 3, проверялись и сопоставлялись методом анализа главных компонент с вращением. Стояла задача выявить факторы, существенные для каждой переменной, и сократить их общее число. Ортогональное вращение (варимакс) выполнено с помощью программного пакета Stata/IC13. Критериями включения либо исключения факторов служили минимальные величины собственного значения — 1.0, альфы Кронбаха — 0.6. Переменные с факторной нагрузкой менее 0.5 исключались, с последующей итерацией анализа. Для оценки правильности выбора каждой переменной также использовался тест Кайзера–Мейера–Олкина (Kaiser–Meyer–Olkin, КМО) с минимальным порогом 0.5.

Организационную культуру (с применением той же шкалы) респонденты характеризовали по поведен-

Рис. 18. Типы проектов ПРП (доли ответов, %)



ческим паттернам руководства и персонала компании, которые могли бы стимулировать ОИ за счет создания благоприятствующей этому в компании среды. Для данной группы вопросов (табл. 4) идентифицированы два фактора с собственным значением выше 1. Первый, Cult_Aspects_F1 ($\lambda = 3.55$, альфа Кронбаха 0.87) объясняет 39%, а второй, Cult_Aspects_F2 ($\lambda = 2.58$, альфой Кронбаха 0.80), — 29% дисперсии. Оба эти фактора учитывались в ходе анализа.

Две дополнительные переменные, OI_Maturity и OI_Strategy, описывали восприятие готовности компании к ОИ и степень интеграции этой практики в корпоративную стратегию. Поскольку каждой из них соответствует отдельный вопрос анкеты, они учитываются отдельно. Варианты ответа на оба вопроса об использовании ПРП соответствовали пятибалльной шкале Лайкерта (от «Совершенно не согласен» до «Полностью согласен»). В первом случае опрашиваемые оценивали, являются ли инновации, создаваемые их компанией, инкрементальными или радикальными, во втором — изменились ли процессы разработки продукции за последние несколько лет (с 2014 г.) и внедрялись ли новые инструменты.

В отношении степени инновационности (табл. 5) выявлены два фактора с собственным значением больше 1.0. Переменная PDP_Degree_F1' ($\lambda = 1.51$, альфа

Рис. 19. Основные барьеры для развития ОИ (доли ответов, %)

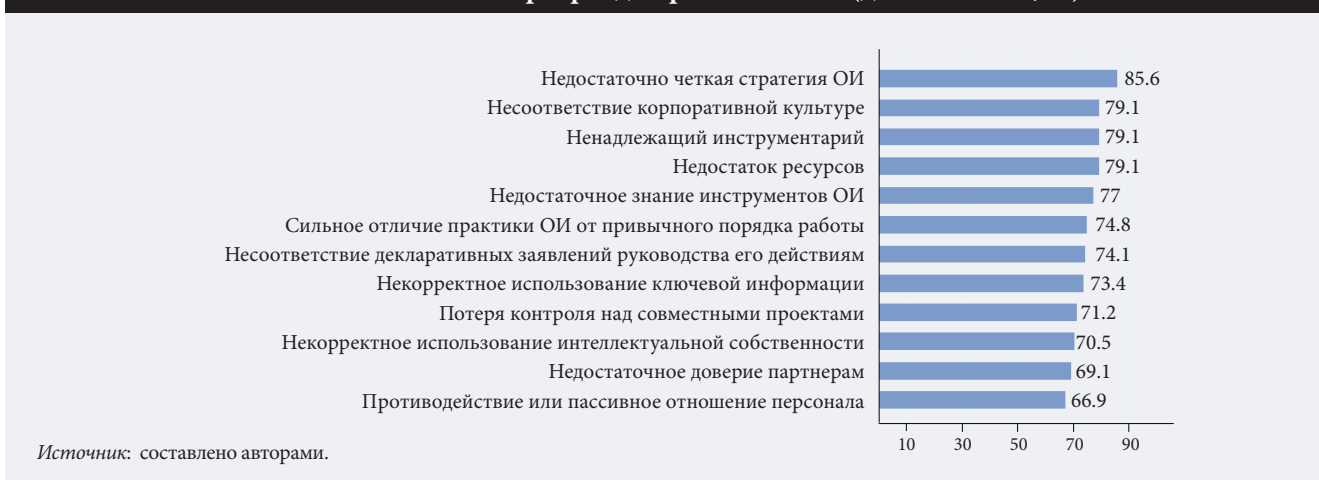


Рис. 20. Концептуальная модель



Кронбаха 0.67) использовалась в ходе анализа. Второй фактор также имеет достаточное собственное значение, однако ввиду величины альфа Кронбаха 0.58 (меньше пороговой) он не учитывался.

Наконец, внедрение новых инструментов ПРП (табл. 6) измерялось с помощью единственного фактора PDP_adoption ($\lambda = 3.12$), обусловившего 78% выявленной дисперсии. Он учитывался, поскольку его альфа Кронбаха составила 0.9, а КМО — 0.8.

Составленная матрица переменных не продемонстрировала значимой корреляции между ними. Следующим шагом стал регрессионный анализ, выполненный методом обычных наименьших квадратов (ОНК). Учитывались все сконструированные переменные, в качестве контрольной переменной использовалось место работы респондента (компания — автопроизводитель или поставщик). Переменные, имеющие существенную величину p (менее 0.1), выделены в табл. 7 жирным шрифтом. Результаты проверки гипотезы на основе концептуальной модели, описанной на рис. 20, представлены в табл. 8.

Табл. 3. Гипотезы для регрессионной модели

Гипотеза	Зависимая переменная	Независимая переменная
H1	Культурные аспекты (практики ОИ)	Степень инновационности (инкрементальные/радикальные инновации)
H2	Использование новых методов ПРП	Использование новых методов/моделей ПРП

Additional details from the table:
 For H1: Вопросы обследования: В4, В5, В7 и D3; Шкала ответов: Лайкерта от 1 до 5.
 For H2: Вопросы обследования: C2; Шкала ответов: Лайкерта от 1 до 5.

Источник: составлено авторами.

Гипотезы H1 и H2 соотносят между собой показатели «Культурные аспекты», «Степень инновационности» и «Использование новых методов ПРП».

Для оценки роли первого из них респонденты отмечали изменения, имевшие место в культуре ОИ их компании за последние несколько лет, плюс характеристики руководства и персонала, которые могли бы стимулировать соответствующую практику. Установлена положительная связь между корпоративной культурой, благоприятствующей ОИ, и развитием ПРП за счет применения новых методов и акцента на создание радикальных инноваций. Полученные результаты подтверждают существующую теорию ОИ, тем самым обеспечена их достоверность.

Заключение

В статье на примере автомобильной промышленности Бразилии исследованы готовность компаний к применению практики ОИ, степень их интеграции в расширенную инновационную экосистему, а также факторы,

Табл. 4. Факторный анализ организационной культуры ОИ

Степень инновационности компании	Фактор 1 (PDP_adoption)	Фактор 2 (исключен)
Руководство поощряет командную работу	0.89	–
Руководство поощряет всех к участию в поиске решений	0.87	–
Руководители или менеджеры Вашего завода/подразделения обладают необходимой гибкостью для осуществления перемен	0.57	–
Рационализаторские предложения сотрудников приветствуются	0.73	–
Авторство рационализаторских предложений сотрудников признается и фиксируется	0.61	–
Компания предоставляет сотрудникам возможности для профессионального обучения	0.68	–
Компания целенаправленно стимулирует творчество сотрудников	–	0.69
В компании есть группа (постоянная или нет), ответственная за развитие культуры ОИ	–	0.81
В компании используются специальные показатели для оценки ОИ	–	0.88
% prop.	0.39	0.29
% cumul.	0.39	0.68
Собственное значение	3.55	2.58
альфа Кронбаха	0.87	0.80
КМО	0.81	–

Источник: составлено авторами.

Табл. 5. Факторный анализ степени инновационности продуктов компании

Уровень создаваемых в компании инноваций	Фактор 1 (PDP adoption)	Фактор 2 (исключен)
Разработанные продукты являются скорее инкрементальными, чем радикальными инновациями	0.86	–
Продукты разрабатываются на основе информации о предыдущих проектах/продуктах	0.87	–
Продукция разрабатывается для новых целевых рынков	–	0.84
Разработанные продукты потребовали разработки новой платформы и/или новых бизнес-моделей	–	0.83
% грор.	0.38	0.36
% cumul.	0.38	0.73
Собственное значение	1.51	1.42
альфа Кронбаха	0.67	0.58
КМО	0.59	–

Источник: составлено авторами.

Табл. 6. Факторный анализ использования новых методов и инструментов ПРП

Использование новых методов и инструментов ПРП	Фактор 1 (PDP adoption)
ПРП изменились с 2014 г.	0.70
ОИ способствовали изменению ПРП	0.94
ОИ способствовали улучшению существующих и внедренных новых методов или инструментов ПРП на вашем предприятии/подразделении	0.96
ОИ способствовали внедрению новых методов или инструментов ПРП («ударных», «гибких» и т. д.) на Вашем предприятии/подразделении	0.91
% грор.	0.78
% cumul.	0.78
Собственное значение	3.12
альфа Кронбаха	0.90
КМО	0.80

Источник: составлено авторами.

Табл. 7. Регрессионный ОНК-анализ корреляции Н1 и Н2: организационная культура ОИ и ПРП

Показатель	Зависимая переменная	Независимая переменная	
		PDP degree	PDP adoption
Культурные аспекты	Cult_Aspects_F1	0.11	0.35***
	Cult_Aspects_F2	–0.06	0.35***
	OI_Strategy	0.13	0.60***
	OI_Maturity	0.21*	0.19*

Примечание: значения p: + p<0.1, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001 (выделены жирным шрифтом).
Источник: составлено авторами.

Табл. 8. Результаты проверки гипотез

Гипотеза	Независимая переменная	Результаты проверки гипотезы
H1	• Степень инновационности (инкрементальные/радикальные инновации)	Частично подтверждена
H2	• Использование новых методов/моделей ПРП	Подтверждена

Примечание: зависимая переменная — культурные аспекты (практики ОИ).
Источник: составлено авторами.

стимулирующие либо сдерживающие этот процесс. С помощью анкетного опроса проверялось предположение, что для рассматриваемой отрасли пока не характерно сотрудничество между участниками такой экосистемы, которое составляет ее основу.

Получено представление о трех основных аспектах ОИ и ИЭС, которые могут служить индикаторами, показывающими, входит ли конкретная компания или отрасль в более широкую экосистему. Изучение организационной культуры показало, что автомобильные компании в Бразилии знают и ценят ОИ и в определенной степени участвуют в них. Однако в целом отрасль «закрита» для кооперации в создании инноваций и делает ставку прежде всего на собственные ресурсы, в частности потенциал ИиР.

Основная тенденция — укрепление связей между действующими партнерами (прямые поставщики и клиенты), а более «отдаленные» игроки (конкуренты, университеты и другие государственные или частные научно-исследовательские организации) остаются в стороне. Инициативы сотрудничества преимущественно имеют «входящий» характер — нацеленность на конкурентную разведку и использование неформальных сетей. Интеллектуальная собственность до сих пор не используется должным образом в рамках партнерства независимо от его формата. Ключевым сти-

мулом для автомобильных компаний к налаживанию кооперационных отношений выступает стремление улучшить ПРП через расширение доступа к новой технической информации, компетенциям и инфраструктуре ИиР. Несмотря на то что ПРП со временем совершенствуются, разрабатываемые с их помощью новые продукты остаются инкрементальными инновациями. Препятствия для развития ОИ в большинстве случаев связаны с нечеткими стратегиями их реализации, неоптимальной ресурсной базой либо неспособностью к эффективному использованию активов. В основе указанных причин лежит несоответствие культуры компании принципам ОИ.

Гипотеза о том, что компании, более склонные к сотрудничеству (в том числе в рамках ОИ), достигают лучших показателей совершенствования ПРП — за счет развития методов разработки продукции либо создания инновационных продуктов, проверена с помощью регрессионного анализа. Идентифицированная поло-

жительная связь между этими явлениями подтверждает существующую теорию и обеспечивает достоверность представленного исследования.

Чтобы выстроить эффективную экосистему, необходимо стратегическое сотрудничество, включающее новый «экологичный» тип конкуренции между игроками. Чтобы создать такое синергичное поле, требуется взаимодействие государственных органов и компаний в разработке мер политики, содействующих интеграции предприятий в ИЭС на начальных стадиях этого процесса. В противном случае возникает риск, что крупные компании, не преодолевшие барьер для вхождения в ИЭС, потеряют рыночное лидерство или прекратят существование.

Авторы благодарят Центр автомобильного инжиниринга (ЦАИ) (Политехнической школы) Университета Сан-Паулу (Escola Politécnica Poli-USP) за поддержку, оказанную при разработке и проведении анкетного обследования бразильской автомобильной промышленности.

Библиография

- Adner R. (2006) Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. *Harvard Business Review*, April. <https://hbr.org/2006/04/match-your-innovation-strategy-to-your-innovation-ecosystem>, дата обращения 18.02.2021.
- Adner R., Kapoor R. (2010) Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. *Strategic Management Journal*, 31 (3), 306–333. <https://doi.org/10.1002/smj.821>
- Aquilani B., Abbate T., Codini A. (2017) Overcoming cultural barriers in open innovation processes through intermediaries: A theoretical framework. *Knowledge Management Research and Practice*, 15(3), 447–459. <https://doi.org/10.1057/s41275-017-0067-5>
- Armellini F., Kaminski P.C., Beaudry C. (2011) Consortium for research and innovation in aerospace in Quebec, Canada a reference model for the Brazilian aerospace industry. *Product Management & Development*, 9(2), 101–109. DOI: 10.4322/pmd.2012.002.
- Autio E., Thomas L.D.W. (2014) Innovation ecosystems: Implications for innovation management. In: *Oxford Handbook of Innovation Management* (eds. M. Dodgson, D.M. Gann, N. Phillips), Oxford: Oxford University Press, pp. 204–228. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199694945.013.012.
- Balland P.A., Boschma R., Frenken K. (2015) Proximity and Innovation: From Statics to Dynamics. *Regional Studies*, 49(6), 907–920. <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.883598>
- Banister D. (2007) Cities, mobility and climate change. *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 7–10. <https://doi.org/10.1162/jie.2007.1271>
- Baptista R., Swann P. (1998) Do firms in clusters innovate more? *Research Policy*, 27(5), 525–540. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(98\)00065-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(98)00065-1)
- Bathelty H., Cohendet P. (2014) The creation of knowledge: Local building, global accessing and economic development-toward an agenda. *Journal of Economic Geography*, 14(5), 1–14. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbu027>
- Beadry C., Swann P. (2001) *Growth in Industrial Clusters: A Bird's Eye View of the United Kingdom*, Stanford, CA: Stanford Institute for Economic Policy Research.
- Beaudry C. (2001) Entry, growth and patenting in industrial clusters: A study of the aerospace industry in the UK. *International Journal of the Economics of Business*, 8(3), 405–436. <https://doi.org/10.1080/13571510110079000>
- Beaudry C., Breschi S. (2003) Are firms in clusters really more innovative? *Economics of Innovation and New Technology*, 12(4), 325–342. <https://doi.org/10.1080/10438590290020197>
- Beirao G., Sarsfield Cabral J.A. (2007) Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*, 14(6), 478–489. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.04.009>
- Bell G.G. (2005) Clusters, networks, and firm innovativeness. *Strategic Management Journal*, 26(3), 287–295. <https://doi.org/10.1002/smj.448>.
- Bellini F., Dulskaja I., Savastano M., D'Ascenzo F. (2019) Business Models Innovation for Sustainable Urban Mobility in Small and Medium-Sized European Cities. *Management and Marketing*, 14(3), 266–277. DOI:10.2478/mmcks-2019-0019
- Benitez G.B., Ayala N.F., Frank A.G. (2020) Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation. *International Journal of Production Economics*, 228, 107735 <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107735>.
- Bianchi M., Cavaliere A., Chiaroni D., Frattini F., Chiesa V. (2011) Organisational modes for Open Innovation in the bio-pharmaceutical industry: An exploratory analysis. *Technovation*, 31(1), 22–33 <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2010.03.002>
- Bigliardi B., Dormio A.I., Galati F. (2012) The adoption of open innovation within the telecommunication industry. *European Journal of Innovation Management*, 15(1), 27–54. <https://doi.org/10.1108/14601061211192825>
- Bogers M., Zobel A.K., Afuah A., Almirall E., Brunswicker S., Dahlander L., Frederiksen L., Gawer A., Gruber M., Haefliger S., Hagedoorn J., Hilgers D., Laursen K., Magnusson M.G., Majchrzak A., McCarthy I.P., Moeslein R.M., Nambisan S., Piller F.T., Radziwon A., Rossi-Lamastra C., Sims J., Ter Wal A.L.J. (2017) The open innovation research landscape: Established perspectives and emerging themes across different levels of analysis. *Industry and Innovation*, 24(1), 8–40. <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1240068>
- Breunig K.J., Aas T.H., Hydle K.M. (2014) Incentives and performance measures for open innovation practices. *Measuring Business Excellence*, 18(1), 45–54. <https://doi.org/10.1108/MBE-10-2013-0049>
- Broekel T., Boschma R. (2012) Knowledge networks in the Dutch aviation industry: The proximity paradox. *Journal of Economic Geography*, 12(2), 409–433. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr010>
- Burns L.D. (2013) A vision of our transport future. *Nature*, 497, 181–182. <https://doi.org/10.1038/497181a>
- Carayannis E.G., Campbell D.F.J. (2009) 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46(3–4). DOI: 10.1504/ijtm.2009.023374.

- Chesbrough H.W. (2003) *Open Innovation. The new imperative for creating and profiting from technology*, Cambridge, MA: Harvard Business Publishing.
- Chesbrough H.W., Appleyard M.M. (2007) Open innovation and strategy. *California Management Review*, 50(1), 57–76. <https://doi.org/10.2307%2F41166416>.
- Chong Z.J., Qin B., Bandyopadhyay T., Wongpiromsarn T., Rankin E.S., Ang M.H., Frazzoli E., Rus D., Hsu D., Low K.H. (2011) *Autonomous personal vehicle for the first- and last-mile transportation services*. Paper presented at the 2011 IEEE 5th International Conference on Cybernetics and Intelligent Systems (CIS) 17–19 September 2011, Qingdao, China. DOI: 10.1109/ICCIS.2011.6070337.
- Cooper R.G. (2015) What's Next?: After Stage-Gate. *Research-Technology Management*, 57(1), 20–31. <https://doi.org/10.5437/08956308X5606963>
- Dahl M.S., Pedersen C.Ø.R. (2004) Knowledge flows through informal contacts in industrial clusters: Myth or reality? *Research Policy*, 33(10), 1673–1689. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.10.004>
- Dahlander L., Gann D.M. (2010) How open is innovation? *Research Policy*, 39(6), 699–709. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.013>
- Delgado M., Porter M.E., Stern S. (2016) Defining clusters of related industries. *Journal of Economic Geography*, 16(1), 1–38. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbv017>
- Forza C. (2002) Survey research in operations management: A process-based perspective. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 152–194. <https://doi.org/10.1108/01443570210414310>
- Fransman M. (2010) *The new ICT ecosystem: Implications for policy and regulation*, Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- Gassmann O., Enkel E. (2004) *Towards a theory of Open Innovation: Three core process archetypes*. 2004, Paper presented at the R&D Management Conference, January 2004. https://www.researchgate.net/publication/36384702_Towards_a_Theory_of_Open_Innovation_Three_Core_Process_Archetypes, дата обращения 20.07.2021.
- Gawer A., Cusumano M.A. (2014) Industry platforms and ecosystem innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 417–433. <https://doi.org/10.1111/jpim.12105>
- Gomes L.A., Facin A.L.F., Salerno M.S., Ikenami R.K. (2018) Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends. *Technological Forecasting and Social Change*, 136(11), 30–48. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.009>
- Graham-Rowe E., Skippon S., Gardner B., Abraham C. (2011) Can we reduce car use and, if so, how? A review of available evidence. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(5), 401–418. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.02.001>
- Henn S., Bathelt H. (2015) Knowledge generation and field reproduction in temporary clusters and the role of business conferences. *Geoforum*, 58, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2014.10.015>
- Hering S., Redlich T., Wulfsberg J.P., Bruhns F.-L. (2011) Open innovation in the automotive industry. *ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 106(9), 647–652.
- Ho C.Q., Hensher D.A., Mulley C., Wong Y.Z. (2018) Potential uptake and willingness-to-pay for Mobility as a Service (MaaS): A stated choice study. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 117, 302–318. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.025>
- Humphrey J., Schmitz H. (2002) How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional Studies*, 36(9), 1017–1027. <https://doi.org/10.1080/0034340022000022198>
- Iammarino S., McCann P. (2006) The structure and evolution of industrial clusters: Transactions, technology and knowledge spillovers. *Research Policy*, 35(7), 1018–1036. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.05.004>
- Iansiti M., Levien R. (2002) *The New Operational Dynamics of Business Ecosystems: Implications for Policy, Operations and Technology Strategy* (Harvard Business School Working Paper 03-030), Cambridge, MA: Harvard Business School Press. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1166-06.2006.
- Iansiti M., Levien R. (2004) Strategy as Ecology. *Harvard Business Review*, March. <https://hbr.org/2004/03/strategy-as-ecology>, дата обращения 18.02.2021.
- Ili S., Albers A., Miller S. (2010) Open innovation in the automotive industry. *R&D Management*, 40(3), 246–255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00595.x>
- Jittrapirom P., Caiati V., Feneri A.M., Ebrahimigharehbaghi S., Alonso-Gonzalez M.J., Narayan J. (2017) Mobility as a service: A critical review of definitions, assessments of schemes, and key challenges. *Urban Planning*, 2(2), 13–25. DOI:10.17645/up.v2i2.931.
- Kapoor R., Lee J.M. (2013) Coordinating and competing in ecosystems: How organizational forms shape new technology investments. *Strategic Management Journal*, 34(3), 274–296. <https://doi.org/10.1002/smj.2010>
- Karim D.M. (2017) Creating an Innovative Mobility Ecosystem for Urban Planning Areas. In: *Disrupting Mobility* (eds. G. Meyer, S. Shaheen), Hedelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, pp. 21–47. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51602-8_2
- Koen P.A., Bertels H.M.J., Kleinschmidt E.J. (2014) Managing the front end of innovation-part II: Results from a three-year study. *Research Technology Management*, May–June, 25–35. <https://doi.org/10.5437/08956308X5703199>
- Lewin A.Y., Valikangas L., Chen J. (2017) Enabling Open Innovation: Lessons from Haier. *International Journal of Innovation Studies*, 1(1), 5–19. <https://doi.org/10.3724/SPJ.1440.101002>
- Lines T., Monypenny R. (2006) *Industrial Clustering: A Literature Review*. https://www.researchgate.net/publication/238712690_Industrial_Clustering, дата обращения 10.07.2021.
- Lyons G. (2018) Getting smart about urban mobility — Aligning the paradigms of smart and sustainable. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 115, 4–14. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.12.001>
- Ma Y., Rong K., Mangalagu D., Thornton T.F., Zhu D. (2018) Co-evolution between urban sustainability and business ecosystem innovation: Evidence from the sharing mobility sector in Shanghai. *Journal of Cleaner Production*, 188, 942–953. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.323>
- Marin R., Kaminski P.C., Armellini F., Bouchardy A. (2018) *Open Innovation practices in the automotive industry?: an exploratory comparison between Brazil and France* (SAE Technical Paper 2018-36-0210). <https://doi.org/10.4271/2018-36-0210>.
- Monteiro F., Mol M., Birkinshaw J. (2017) Ready to be Open? Explaining the Firm Level Barriers to Benefiting From Openness to External Knowledge. *Long Range Planning*, 50(2), 282–295. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2015.12.008>
- Moore J.F. (1993) Predators and prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, May–June. <https://hbr.org/1993/05/predators-and-prey-a-new-ecology-of-competition>, дата обращения 18.02.2021.
- Mortara L., Minshall T. (2011) How do large multinational companies implement open innovation? *Technovation*, 31(10–11), 586–597. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.05.002>
- Ning Z., Xia F., Ullah N., Kong X., Hu X. (2017) Vehicular social networks: Enabling smart mobility. *IEEE Communications Magazine*, 55(5), 16–55. DOI: 10.1109/MCOM.2017.1600263.
- Oberg C., Alexander A.T. (2019) The openness of open innovation in ecosystems — Integrating innovation and management literature on knowledge linkages. *Journal of Innovation and Knowledge*, 4(4), 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.10.005>
- Parmentier G., Mangematin V. (2014) Orchestrating innovation with user communities in the creative industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 83, 40–53. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.03.007>
- Poudenx P. (2008) The effect of transportation policies on energy consumption and greenhouse gas emission from urban passenger transportation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(6), 901–909. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2008.01.013>
- Prettenhaler F.E., Steiner K.W. (1999) From ownership to service use lifestyle: The potential of car sharing. *Ecological Economics*, 28(3), 443–453. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00109-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00109-8)
- Pulkkinen J., Jussila J., Partanen A., Trotskii I., Laiho A. (2019) Smart Mobility: Services, Platforms and Ecosystems. *Technology Innovation Management Review*, 9(9), 15–24. DOI: 10.22215/timreview/1265.

- Rabelo R.J., Bernus P. (2015) A holistic model of building innovation ecosystems. *IFAC-Papers OnLine*, 48(3), 2250–2257. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.423>
- Rajashankara K. (2013) Present status and future trends in electric vehicle propulsion technologies. *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, 1(1), 3–10. DOI: 10.1109/JESTPE.2013.2259614
- Rohrbeck R., Holzle K., Gemunden H.G. (2009) Opening up for competitive advantage — How Deutsche telekom creates an open innovation ecosystem. *R&D Management*, 39(4), 420–430. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00568.x>
- Santos F.M., Eisenhardt K.M. (2005) Organizational boundaries and theories of organization. *Organization Science*, 16(5), 491–508. <https://doi.org/10.1287/orsc.1050.0152>
- Sarkar S., Costa A.I.A. (2008) Dynamics of open innovation in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 19(11), 574–580. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.09.006>
- Sieg J.H., Wallin M.W., and von Krogh G. (2010) Managerial challenges in open innovation: A study of innovation intermediation in the chemical industry. *R&D Management*, 40(3), 281–291. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00596.x>
- Smith G., Sochor J., Karlsson I.C.M.A. (2018) Mobility as a Service: Development scenarios and implications for public transport. *Research in Transportation Economics*, 69, 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.04.001>
- Sturgeon T.J., van Biesebroeck J. (2011) Global value chains in the automotive industry: An enhanced role for developing countries? *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 4(1–3), 181–205. DOI: 10.1504/IJTLID.2011.04190
- Swann P., Prevezer M. (1996) A comparison of the dynamics of industrial clustering in computing and biotechnology. *Research Policy*, 25(7), 1139–1157. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(96\)00897-9](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00897-9)
- Teece D.J. (2018) Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world. *Research Policy*, 47(8), 1367–1387. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.01.015>
- Thompson V., Hardash J.A.C., Decker B., Summers R.O. (2012) NASA (In)novation ecosystem: Taking technology innovation from buzz to reality. Paper presented at the 2012 IEEE Aerospace Conference, 3–10 March 2012, Big Sky, MT, USA. DOI: 10.1109/AERO.2012.6187447.
- Torre A. (2008) On the Role Played by Temporary Geographical Proximity in Knowledge Transmission. *Regional Studies*, 42(6), 869–889. <https://doi.org/10.1080/00343400801922814>
- Torre A., Zimmermann J.-B. (2015) From clusters to local industrial ecosystems. *Revue d'économie industrielle*, 52, 13–38, DOI: 10.4000/rei.6204.
- Traitler H., Watzke H.J., Saguy I.S. (2011) Reinventing R&D in an Open Innovation Ecosystem. *Journal of Food Science*, 76(2), R62–68, <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01998.x>
- Walsh J.P., Lee Y.N., Nagaoka S. (2016) Openness and innovation in the US: Collaboration form, idea generation and implementation. *Research Policy*, 45(8), 1660–1671. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.04.013>
- West J., Bogers M. (2014) Leveraging external sources of innovation: A review of research on open innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(4), 814–831. <https://doi.org/10.1111/jpim.12125>
- West J., Salter A., Vanhaverbeke W., Chesbrough H. (2014) Open innovation: The next decade. *Research Policy*, 43(5), 805–811. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.001>
- Wilhelm M., Dolfsma W. (2018) Managing knowledge boundaries for open innovation — Lessons from the automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 38(1), 230–248. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-06-2015-0337>
- Wright M., Train K. (1987) Qualitative Choice Analysis—Theory, Econometrics and an Application to Automobile Demand. *The Journal of the Operational Research Society*, 38(7), 665. <https://doi.org/10.2307/2582403>
- Wu G., Inderbitzin A., Bening C. (2015) Total cost of ownership of electric vehicles compared to conventional vehicles: A probabilistic analysis and projection across market segments. *Energy Policy*, 80, 196–214. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.02.004>
- Yang C.H., Motohashi K., Chen J.R. (2009) Are new technology-based firms located on science parks really more innovative? Evidence from Taiwan. *Research Policy*, 38(1), 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.09.001>

Анализ инновационной политики и стратегии развития Ирана

Киараш Фарташ

Старший преподаватель^a, k_fartash@sbu.ac.ir

Махди Эльяси

Старший преподаватель^b, elyasi.atu@gmail.com

Амир Горбани

Специалист по разработке политики^c, магистр управления технологиями^a, amirghorbani1373@yahoo.com

Алиасгар Садабади

Старший преподаватель^a, a_sadabadi@sbu.ac.ir

^a Институт научно-технологических исследований, Университет им. Шахида Бехешти (Institute for Science and Technology Studies, Shahid Beheshti University), Иран, Daneshju Blvd, Evin Square, Tehran 1983963113, Iran

^b Факультет менеджмента и бухгалтерского учета, Университет им. Алламеха Табатабаи (Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University), Иран, Dehkade-ye Olampik, West Hemmat Highway, Tehran, 1489684511, Iran

^c Научно-технологическое управление вице-президента Ирана (Iran Vice-Presidency for Science and Technology), 20 Ladan alley, North Sheikh Bahayee St., MollaSadra St., Vanak Sq., Tehran, Iran

Аннотация

Помимо инструментов «работы с будущим» (прогнозирование, сценарное планирование и т. п.) при разработке долгосрочных стратегий перехода на новую экономическую модель во многих странах применяется подход «взгляд в прошлое». Ретроспективная оценка достижений и провалов (*policy learning*, политический анализ, ПА) помогает извлечь уроки и повысить эффективность инновационной политики.

В статье на примере Ирана изучается использование ПА для оценки ключевых инициатив в сфере науки, технологий и инноваций на протяжении двух последних десятилетий. Полевые исследования позволили выделить основные цели политики, проанализировать

их эволюцию и изменение восприятия принятых решений самими политиками. Активное применение технического и концептуального ПА свидетельствует об относительном прогрессе в корректировке вектора политики. Вместе с тем остается распространенным конъюнктурный анализ, призванный сохранить легитимность действующего курса, что указывает на недостаточную зрелость политической системы в Иране, как и во многих других развивающихся странах. Делается вывод, что для достижения реальных сдвигов и повышения эффективности инновационной политики следует использовать технический, концептуальный и социальный ПА, а конъюнктурный свести к минимуму.

Ключевые слова: политический анализ; вызовы; уроки; стратегия развития; Форсайт; Республика Иран; технологическая и инновационная политика

Цитирование: Fartash K., Elyasi M., Ghorbani A., Sadabadi A.A. (2021) Innovation Policy Learning in Iran's Development Plans. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 81–92. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.81.92

Innovation Policy Learning in Iran's Development Plans

Kiarash Fartash

Assistant Professor^a, k_fartash@sbu.ac.ir

Mahdi Elyasi

Associate Professor^b, elyasi.atu@gmail.com

Amir Ghorbani

Policy Officer^c, and Researcher^a, amirghorbani1373@yahoo.com

Aliasgar Sadabadi

Assistant Professor^a, a_sadabadi@sbu.ac.ir

^a Institute for Science and Technology Studies, Shahid Beheshti University, Daneshju Blvd, Evin Square, Tehran 1983963113, Iran

^b Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Dehkade-ye Olampik, West Hemmat Highway, Tehran, 1489684511, Iran

^c Vice-Presidency for Science and Technology, No 20, Ladan alley, North Sheikh Bahayee St., MollaSadra St., Vanak Sq., Tehran 1991745681, Iran

Abstract

A part from “future-shaping” tools (such as forecasting, scenario planning, etc.), many countries also use “backward-looking” approaches to develop long-term strategies for switching to a new economic model. A retrospective assessment of accomplishments and failures (or policy learning, PL) helps learn lessons, and improve the effectiveness of innovation policy.

Using the example of Iran, the paper examines the use of PL to assess key initiatives in the field of science, technology, and innovation over the past two decades. Field research allowed to identify the main policy goals, analyse their

evolution and the changes in the perception of previously made decisions by politicians themselves. The active use of technical and conceptual PL indicates a relative progress in adjusting the policy vector. At the same time partisan policy learning remains common, applied to legitimise the current course, which indicates insufficient maturity of Iran's political system (as is the case in many other developing countries). It is concluded that to make real progress and increase the effectiveness of innovation policy, technical, conceptual, and social PL should be applied, while keeping the use of partisan policy learning at the minimum.

Keywords: policy learning; challenges; lessons; development strategy; foresight; Republic of Iran; technology and innovation policy

Citation: Fartash K., Elyasi M., Ghorbani A., Sadabadi A.A. (2021) Innovation Policy Learning in Iran's Development Plans. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 81–92. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.81.92

Формирование и реализация научно-технологической и инновационной политики играют ключевую роль в переходе на новую модель экономики. Для обогащения содержания стратегий на национальном, корпоративном и индивидуальном уровнях применяются различные инструменты, включая ретроспективный анализ и извлечение уроков для политики из прошлых достижений и провалов (*policy learning*, далее — политический анализ (ПА)). История изучается с точки зрения влияния прошлого выбора на будущие сценарии [Schoemaker, 2020]. ПА проливает свет на процесс формирования научно-технологической и инновационной политики, помогает ее разработчикам и экспертам понять контекст, в котором принимались стратегические решения, извлечь уроки, осмыслить сам процесс их усвоения, изменить мышление политиков в отношении правильности тех или иных шагов.

Теоретические основы ПА последовательно развивались в работах [Hecló, 1974; Sabatier, 1988; Bennett, Howlett, 1992; May, 1992; Hall, 1993]. Его применение в государственном управлении начиная с 1980-х гг. распространилось на другие дисциплины. Со временем ПА стал частью системного подхода к инновационной деятельности [Klochikhin, 2013] и политики в этой сфере [Biegelbauer, 2016; Borrás, 2011; Braun, Benninghoff, 2003; Schwerin, Werker, 2003].

Применение ПА для стратегического планирования в контексте стран с развивающейся экономикой в литературе освещено недостаточно [Freeman, 1987; Kim, 1997]. В статье на примере Ирана этот процесс изучается в отношении разработки научно-технологической и инновационной политики на временном промежутке 2000–2021 гг.

Обзор прошлых планов развития Ирана с учетом ретроспективного анализа позволяет осознать, как и почему «взгляд в прошлое» может обогатить «взгляд в будущее». Стратегическое планирование в Иране началось в середине прошлого века [Bostock, Jones, 2014]. До настоящего времени последовательно вводились 10 национальных планов развития: пять до революции 1979 г. и пять — после нее. Четыре последних плана, реализованных с начала 2000-х гг., включали отдельный научно-технологический блок. Часть поставленных в нем целевых показателей, например доля внутренних затрат на исследования и разработки (ВЗИР) в ВВП, повышение совокупной факторной производительности (СФП) и охрана интеллектуальной собственности, сохранили актуальность, другие же трансформировались в новые задачи.

Обзор литературы

Подходы к извлечению уроков для принятия стратегических решений активно изучаются в ряде научных направлений: организационное поведение [Argote, 2012], теория фирм [Penrose, 1959], эволюционная экономика [Nelson, Winter, 1982] и технологический потенциал [Salisu, Bakar, 2019]. Из государственного управления [Sabatier, 1988] концепция ПА распространилась на другие области, включая исследования научно-технологической и инновационной политики [Murrall-Smith, 2011; Biegelbauer, 2016; Sanderson, 2002; McCann, Ward, 2012].

В зависимости от контекста ПА может носить коллективный [Hall, 1993] либо индивидуальный характер [Hecló, 1974]. В работе [Hall, 1993] представлена классификация разновидностей ПА, использованных в Великобритании при формировании экономической и инновационной политики. Выделены три типа анализа. С помощью первого (*технического*) разрабатывались и совершенствовались инструменты, второй (*концептуальный*) заключался в корректировке средств и целей политики, третий (*социальный*) — в изменении стратегического вектора и базовых ментальных установок (табл. 1). Примеры использования ПА в разных странах приведены в работах [Murrall-Smith, 2011; Biegelbauer, 2016].

В исследовании [Lieu, 2013] упоминаются *технический* ПА, направленный на совершенствование политических инструментов и программ, и *концептуальный*, используемый для корректировки целей и стратегических направлений. Основные механизмы ПА включают: систематическое изучение, наблюдение, экспериментирование и партнерское взаимодействие. В Австрии при разработке инновационной политики высокую результативность продемонстрировала комбинация пяти типов ПА: социального, рефлексивного, конъюнктурного, технического и управленческого [Biegelbauer, 2016]. Еврокомиссия использовала ПА на организационном и персональном уровнях для оценки интеграции климатической политики стран ЕС. *Фактический* анализ расширил представления о ситуации, *конструктивистский* выявил изменения в нормах, ценностях и убеждениях, *экспериментальный* обеспечил вовлеченность в решение конкретных проблем, приобретение опыта и осмысление решений, обусловивших успех либо провал [Rietig, Perkins, 2017].

Конъюнктурный анализ, в отличие от других категорий ПА, не направлен на совершенствование политики [Oliver, Pemberton, 2004] и не фокусируется на долгосрочной перспективе. Его первоочередные функции — управление текущим контекстом и минимизация рисков для действующих властей [May, 1992; Nilsoon, 2005; Baily, Compston, 2010]. Подобный подход применялся в 1970-е гг. в Великобритании в отношении развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Политические декларации так и не привели к реальным результатам [Murrall-Smith, 2011]. Исследования показывают, что с повышением зрелости политической системы растет востребованность *технического*, *концептуального* и *социального* анализа [Moynon et al., 2017].

Методология

В контексте Ирана, исходя из отсутствия важной неcodифицированной информации, оптимальным подходом для характеристики вклада ПА в стратегическое планирование стало изучение кейсов [Yin, 2013]. Выявлены направления научно-технологической и инновационной политики, проанализированы соответствующие «блоки» в экономических планах последних двух десятилетий, идентифицированы основные категории, механизмы и субъекты ПА. Сбор полевых данных осуществлялся с помощью полуструктурированных интервью, экспертных

публикаций, планов развития, анализа сферы исследований и разработок (ИиР) [Suurs et al., 2009]. Интервью проводились с чиновниками, экспертами, учеными и практиками, вовлеченными в формирование, принятие и реализацию планов (табл. 2, 3). Вопросы касались изменения целей и направлений развития, видения векторов инновационной политики, аргументов сторонников и критиков разных инициатив, способов приобретения компетенций и состава ключевых участников системы. В случае противоречий в оценках респондентов учитывалось наиболее распространенное мнение. Из полученного массива для дальнейшего изучения выделены 16 стратегических целей, относящихся к инновационной системе (бюкс 1).

Реализация инновационной политики в планах экономического развития

Систематическое планирование экономики в Иране началось в 1948 г. — раньше, чем в большинстве других стран, находившихся на том же уровне развития, таких как Китай, Республика Корея, Индия [Mc Leod, 1964; Baldwin, 1967]. С 1948 по 1979 г. (начало исламской революции) последовательно были введены в действие пять экономических планов, из которых полной реализации задач удалось добиться лишь в рамках третьего и отчасти четвертого. Два последних были нацелены на развитие промышленности за счет трансфера технологий и импортозамещения. Реализация шестого плана оборвалась с наступлением революции, за которой последовала война с Ираком. Как следствие, на протяжении 1980-х гг. поддержка высшего образования, науки, технологий и инноваций выпала из политической повестки. По мере стабилизации ситуации менялось отношение

к содержанию экономических планов. Стимулирование сферы науки, технологий и инноваций вновь актуализировалось с конца 1990-х гг. [UNCTAD, 2016]. Ведомство, отвечавшее за разработку планов (Planning and Budget Organization, PBO), было реорганизовано. Первые два плана, составленные в новый период, фокусировались на развитии высшего образования и координации субъектов инновационной деятельности (респонденты 2, 11 и 13). К установленным ранее целям добавились новые, более амбициозные, что отражает низкий уровень анализа сферы ИиР. Начиная с 2000-х гг. (принятие третьего плана) сфера науки, технологий и инноваций выделяется в отдельный блок.

Ирану при существенных запасах нефти и газа удалось избежать «ресурсной зависимости». За последнее десятилетие промышленное производство выросло по масштабам и разнообразию, в результате национальная экономика оказалась самой диверсифицированной среди стран Ближнего Востока (доля нефтегазового сектора — менее 20% ВВП) [UNCTAD, 2016; McKinsey, 2016].

Выделяются три основных этапа в развитии научно-технологической и инновационной политики [Heshmati, Dibaji, 2019; UNCTAD, 2016].

- **В 1990-е гг.** приоритет отдавался трансформации и развитию инфраструктуры высшего образования.
- **В 2000-е гг.** фокус сместился на стимулирование ИиР по таким направлениям, как био-, нано-, информационные и когнитивные технологии.
- **В 2010-е гг.** на первый план вышел переход к наукоемкой экономике, коммерциализации технологий, поддержке высокотехнологичных компаний [Soofi, Ghazinoory, 2013; Souzanchi, 2020].

Основные направления инновационной политики представлены в табл. 4.

Бюкс 1. Цели инновационной политики – объекты ПА

1. Укрепление национального потенциала и механизмов государственных закупок для развития сферы науки, технологий и инноваций.
2. Разработка и реализация промышленной политики.
3. Координация и согласование действий разработчиков политики в сфере науки, технологий и инноваций.
4. Политика стимулирования развития сферы науки, технологий и инноваций, системный подход к разработке инновационной политики.
5. Охрана интеллектуальной собственности (ИС).
6. Коммерциализация и торговля ИС.
7. Расширение международного технологического сотрудничества, привлечение иностранных инвестиций в сферу науки, технологий и инноваций.
8. Развитие посреднических институтов в сфере науки, технологий и инноваций (технопарки, инкубаторы, технологические зоны).
9. Поддержка малых и средних предприятий, стимулирование их роста и сотрудничества с крупными компаниями.
10. Продвижение частных фондов развития науки и технологий, развитие венчурного инвестирования.
11. Страхование деятельности в сфере науки, технологий и инноваций.
12. Поддержка сферы науки, технологий и инноваций, исходя из реального спроса на ее продукцию и целей экономического развития.
13. Доля ВЗИР в ВВП.
14. Поддержка ИиР.
15. Поддержка создания технологических университетских спиноффов.
16. Стимулирование разработки высоких технологий (в целом и по областям).

Источник: составлено авторами.

Табл. 1. Категории ПА

Категории ПА	Технический	Концептуальный	Конъюнктурный	Социальный
Предмет, содержание	Эффективность и полезность инструментов политики	Определение проблем, формулировка целей и стратегий	Новые стратегии достижения целей	Ценности, ответственность, взаимосвязи, множественные подходы
Примеры использования	Корректировка инструментов, стандартов	Выявление новых проблем, корректировка старых целей	Символическая (обычно краткосрочная) корректировка по прошествии определенного времени	Сотрудничество с заинтересованными сторонами, тестирование новых форматов партнерства
Результаты	Результаты оценки, характеристика мер	Новые системные проблемы, цели и характеристики	Изменение тактики политических дискуссий	—

Источник: [Murrall-Smith, 2011].

Табл. 2. Респонденты исследования

№	Респондент	Дата интервьюирования	Участие в подготовке Планов			
			Третий	Четвертый	Пятый	Шестой
1	Старший научный сотрудник, член RTTG	12.03.2016		*	*	
2	Старший эксперт РВО, член RTTG	07.03.2017, 12.04.2021	*	*	*	*
3	Высокопоставленный чиновник VPST и MIMT	26.01.2016	*	*		
4	Старший политический консультант, член RTTG	15.02.2016		*	*	
5	Высокопоставленный чиновник РВО	22.02.2016, 14.04.2021	*	*	*	*
6	Бывший министр	03.05.2016	*	*		
7	Высокопоставленный чиновник VPST	17.05.2016			*	
8	Бывший заместитель министра	24.05.2016	*	*		
9	Бывший вице-президент	05.06.2016		*		
10	Государственный служащий и политический эксперт	07.06.2016		*	*	
11	Бывший высокопоставленный чиновник РВО	15.06.2016, 08.04.2021	*	*	*	*
12	Старший политический консультант и эксперт	23.06.2016	*	*	*	
13	Высокопоставленный чиновник РВО	29.06.2016	*	*		
14	Политолог, преподаватель университета	22.04.2017, 06.04.2021	*	*	*	*
15	Высокопоставленный чиновник парламентского научного центра	09.05.2017, 10.04.2021		*	*	*

Примечания: РВО — головная уполномоченная организация по подготовке плана экономического развития, утверждаемого правительством и парламентом. Каждые пять лет РВО организует заседания RTTG, которая в течение примерно года разрабатывает разделы плана, посвященные науке, технологиям и инновациям. RTTG объединяет представителей MSRT, VPST, MICT, MoD, MoP, MoA, MIMT и ACECR. Расшифровки аббревиатур см. в табл. 3.

Источник: составлено авторами.

Системные усилия по преобразованию национальной экономики через развитие науки, технологий и инноваций принесли результаты в динамике статистических показателей. С 2005 по 2019 г. достигнут заметный прогресс в развитии высшего образования, экспорта промышленной продукции и модернизации инфраструктуры информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Хотя доля ВЗИР в иранском ВВП в течение этого периода не увеличилась, проводились многочисленные ИиР в новых областях, включая нано-, биотехнологии и возобновляемые источники энергии. По числу научных публикаций в 2005 г. страна заняла 34-е место. В 2019 г. Иран поднялся по этому показателю на 15-ю позицию¹, а по числу статей, посвященных нанотехнологиям, оказался четвертым². Количество патентных заявок выросло с 4494 в 2005 г. (28-е место) до 12 147 в 2019 г. (16-е)³.

За период 2014–2019 гг. Иран продвинулся на 59 позиций в Глобальном инновационном индексе — со 120-го места на 61-е [Dutta et al., 2020]. Суммарная мощность электростанций, работающих на ВИЭ, в 2020 г. составила 920 МВт (вдвое больше, чем в 2017 г.). Активную поддержку производителям высокотехнологичных продуктов оказывает Иранский национальный инновационный фонд (Iran National Innovation Fund)⁴, профинансировавший с 2001 г. свыше 5870 компаний, общий оборот которых в 2020 г. достиг почти 28.5 млрд долл.

Третий план (2000–2004)

С принятием закона о максимальном использовании национального потенциала формирование стратегии ИиР обрело системную основу и было выделено в отдельный блок экономического плана [UNCTAD, 2016]. Несмотря

¹ <https://www.scimagojr.com/countryrank.php>, дата обращения 30.03.2021.

² <https://statnano.com/report/s29>, дата обращения 30.03.2021.

³ <https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>, дата обращения 30.03.2021.

⁴ Фонд основан в 2001 г. с начальным капиталом в 3 млрд долл. Подробнее: <https://pub.daneshbonyan.ir>, дата обращения 30.03.2021.

Табл. 3. Перечень организаций, упомянутых в табл. 2

Русскоязычное наименование	Англоязычное наименование	Аббревиатура
Планово-бюджетная организация	Planning and Budget Organization	PBO
Целевая группа по научным исследованиям и технологическим разработкам	Research and Technology Task Group	RTTG
Министерство науки, исследований и технологий	Ministry of Science, Research and Technology	MSRT
Научно-технологическое управление вице-президента Ирана	Vice-Presidency for Science and Technology	VPST
Министерство информационных и коммуникационных технологий	Ministry of ICT	MICT
Министерство обороны	Ministry of Defense	MoD
Министерство энергетики	Ministry of Power	MoP
Министерство сельского хозяйства	Ministry of Agriculture	MoA
Министерство промышленности, горнодобычи и торговли	Ministry of Industry, Mines and Trade	MIMT
Иранский академический центр образования, культуры и научных исследований	Iranian Academic Center for Education, Culture and Research	ACECR

Источник: составлено авторами.

на то что в предыдущих программах уделялось внимание разработке новых технологий и развитию компетенций, они не были достаточно последовательными и детальными. Разработчики закона ставили задачу стимулировать технологическое сотрудничество с зарубежными компаниями (респонденты 2 и 5). Пришло осознание ошибочности вектора политики, которая проводилась в конце 1990-х гг. Для улучшения координации деятельности Министерство культуры и высшего образования (Ministry of Culture and Higher Education) трансформировалось в Министерство науки, исследований и технологий (Ministry of Science, Research and Technology), получив расширенные полномочия (респонденты 6, 8 и 11). Однако в настоящий момент и это решение признано неэффективным.

Значительные ресурсы направляются на поддержку частных научно-исследовательских фондов и компаний. Достижение 60%-го значения доли совместных инициатив университетов и специализированных исследовательских центров в общем числе проектов ИиР, реализуемых по заказу государства, было признано успехом и перенесено в качестве целевого показателя в последующие планы (респонденты 4, 11, 13). Университеты получили право создавать высокотехнологичные компании и владеть контрольным пакетом их акций. Радикальным изменением отношения к развитию сферы ИиР стали снижение роли государства и поощрение частного сектора (респондент 2). Поскольку после революции усиливалась национализация крупных предприятий и банков, данная реформа в отношении вузов свидетельствует об

Табл. 4. Основные инициативы инновационной политики

Инициатива	Наименование на английском языке	Год утверждения	Кем утвержден	Задачи
Цели на 2025 г. — 20-летний план развития	2025 Vision: 20-year Vision Plan	2005	Верховный лидер	Цели развития Ирана, включая сферу науки, технологий и инноваций, на 20-летний период
Закон о регистрации патентов, промышленных образцов и товарных знаков	The Law of Registration of Patents, Industrial Designs, and Trademarks	2007	Парламент	Защита интеллектуальной собственности
Закон о поддержке наукоемких фирм и коммерциализации инноваций	Law for Supporting Knowledge-based Firms and Commercializing Innovations	2010	Парламент	Поддержка наукоемких фирм для стимулирования перехода к экономике знаний
Генеральный план развития науки и образования	National Master Plan for Science and Education	2011	Верховный совет культурной революции	Цели, политика, стратегии, структуры и требования в отношении технологического развития на период до 2025 г.
Государственная политика в области науки и технологий для формирования устойчивой экономики	National Policy for S&T 2014 and National Policy for a Resilient Economy	2014	Верховный лидер	Комплексная рамочная стратегия поддержки технологического развития и индустриализации
Планы экономического развития (с разделами, касающимися развития науки, технологий и инноваций)	Development plans (containing STI-related articles)	Шестой план утвержден в 2017 г.	Парламент	Комплексная рамочная стратегия с горизонтом до 2025 г., интегрирующая прочие национальные политические инициативы для стимулирования развития Ирана во всех сферах, включая науку, технологии и инновации
Закон о наращивании производства продукции и услуг для удовлетворения потребностей страны и увеличения экспорта	Act of Maximum Use of Production and Services to Satisfy the Country's Needs and Enhance them in Exports	Принят в 1996 г., скорректирован в 2012 и 2019 гг.	Парламент	Поддержка развития на локальном уровне и национальных компаний в международных проектах для укрепления их потенциала

Источники: составлено авторами на основе [Soofi, Ghazinoory, 2013; UNCTAD, 2016; Souzanchi, Kashani, 2020].

активном выполнении *концептуального* ПА. Третий план осуществлялся в условиях низких цен на нефть и газ, что позволило избежать экономического спада. Общий показатель его реализованности оценен на уровне примерно 50%; результативность разделов, посвященных ИиР, оказалась выше средней (респонденты 2, 5 и 11).

В четвертом, пятом и шестом планах отсутствовали четкие, реалистичные цели. Их содержание представляло скорее хаотичный набор многообразных политических задач и инструментов, включая привлечение прямых иностранных инвестиций, развитие коммерциализации ИиР, международного технологического сотрудничества и национальной инновационной системы в целом (респонденты 1, 2 и 11).

Четвертый план (2004–2009)

В отличие от предыдущего, четвертый план разрабатывался в условиях высоких цен на энергоносители. Для его формирования был предложен широкий спектр слабо сочетающихся между собой идей и инициатив; как следствие, их гармоничная интеграция в пятилетний цикл оказалась проблематичной (респондент 9). Ключевые цели и видение перспектив выглядели нереалистичными и утопичными. При этом признавалось, что изменение ориентации экономики с ресурсной на наукоемкую возможно только на основе повышения СФП за счет интенсивного инновационного развития (респонденты 5 и 9). Сохранился приоритет выполнения закона о максимальном использовании национального потенциала. По сравнению с предшествующими планами значительно выросла активность в стимулировании «технологического» вектора и совершенствовании национальных цепочек создания стоимости, что соответствовало высокой на тот момент открытости экономической политики. Ставка делалась на усиление роста малых и средних предприятий (МСП), укрепление их связей с крупным бизнесом, развитие цепочек стоимости в промышленных кластерах, поддержку технопарков и создание специальных технологических зон. Эффективность национальной инновационной системы предполагалось повысить за счет институциональной модернизации сферы ИиР, включая укрепление охраны ИС, совершенствование исследовательской инфраструктуры, развитие коммерциализации, создание института брокеров по трансферу технологий. Расширилась поддержка частных фондов, научных и технологических проектов на основе реального спроса.

Пятый план (2011–2017)

Принята местная версия Закона Бэй–Доула (Bayh–Dole Act, 1980 г., США). Приоритет был отведен комплексной стратегии промышленного развития, укреплению технологического потенциала и получению конкурентных преимуществ. В фокусе оказались охрана ИС, стимулирование университетов и исследовательских организаций к созданию частных наукоемких стартапов. Напомним, что в соответствии с предыдущими планами подобные компании могли находиться исключительно в собственности университетов.

Шестой план (2017–2021)

Как и в случае предыдущего плана, для его принятия парламенту пришлось преодолевать сопротивление правительства (респонденты 2, 9 и 12), которое ранее взяло на себя обязательство по полной реализации экономических планов, но затем нашло способ его обойти (респонденты 2 и 12). Положения пятого и шестого планов практически совпадают с четвертым и являются относительно активными и эндогенными, за исключением того, что исполнительные власти официально получили возможность реализовывать предусмотренные в планах мероприятия избирательно. На первое место вышли экспорт и интеграция в глобальные цепочки стоимости, государственные закупки для стимулирования ИиР, поддержка малого и среднего бизнеса и укрепление его связей с крупными компаниями. Сохранилась преемственность с пятым планом в отношении ИС и наукоемких университетских стартапов. Шестой план ориентирован в первую очередь на развитие потенциала ИиР через международное сотрудничество и привлечение прямых иностранных инвестиций. Усилился акцент на участие частного сектора в развитии высокотехнологичных проектов.

Анализ политики в рамках планов развития

Ключевые аспекты инновационной деятельности выявлялись с помощью контент-анализа планов, политических документов, проектов и отчетов, подготовленных Целевой группой по научным исследованиям и технологическим разработкам (Research and Technology Task Group, RTTG). Цели развития блока ИиР анализировались с позиций двух основных критериев:

- реалистичность поставленных задач по развитию сферы науки, технологий и инноваций (оценивалась, исходя из комментариев респондентов, принимавших непосредственное участие в их составлении, отчасти по формулировкам в документах).
- присутствие как минимум в двух планах.

Цели последних четырех планов, приведенные в табл. 5–8, определялись прежде всего на основе их утвержденных версий и итогового отчета RTTG. В табл. 9 указаны типы ПА, субъекты, которые его выполняли, и механизмы корректировки политики.

Факт корректировки политических инструментов свидетельствует о том, что имел место *технический* анализ, а смена ориентиров указывает на применение *концептуального*. О проведении *социального* и *конъюнктурного* анализа можно узнать в основном из комментариев респондентов. Изменение характера политического диалога по тем или иным вопросам является индикатором *социального* анализа.

Подтверждением *конъюнктурного* анализа стали факты обоснования и сохранения легитимности разработчиков политики. ПА разных типов проводился в отношении 16 базовых целей политики (см. бокс 1). Установлен единственный случай *социального* анализа, заключающийся в изменении отношения к экономике знаний, наукоемким компаниям и выработке согласованной по-

зиции об их всесторонней поддержке. В шести случаях имел место *конъюнктурный* анализ, когда стояла задача укрепить легитимность путем незначительной корректировки стратегий. Семь базовых аспектов подвергались *техническому* анализу, в рамках которого совершенствовался и диверсифицировался инструментарий политики (полная противоположность *конъюнктурному* анализу). Семь случаев *концептуального* анализа указывают на готовность привести цели в соответствие требованиям технологического и инновационного развития.

В целом Ирану не удалось добиться успехов в достижении поставленных ориентиров (респонденты 1, 2, 8 и 11). Перенос целей в последующие планы развития практически в неизменном виде указывает на осознание ответственности за их выполнение и продолжающиеся усилия в этом направлении, пусть и безрезультатные. Частота *конъюнктурного* анализа свидетельствует о попытках сохранить легитимность путем переноса нереализованных задач в следующие планы в неизменной формулировке либо даже в усложненном виде. Эта проблема характерна для развивающихся стран, и без ее решения невозможно добиться ощутимых результатов научно-технологической и инновационной политики [Compston, 2010; Casady, Parra, 2020].

Обсуждение

Проанализируем сходства и различия полученных результатов в сравнении с практиками, изложенными в литературе, и их применимость в контексте других развивающихся стран. Для Ирана характерна ситуация, описанная в работе [May, 1992], когда субъекты политики не считают приоритетом прагматичную корректировку ее целей и инструментов, а укрепляют легитимность с помощью риторики и декларирования

приверженности поставленным задачам [Murrall-Smith, 2011]. Аналогичная ситуация наблюдается в некоторых африканских странах, которые также обновляют национальные планы развития с периодичностью в несколько лет. Несмотря на заявленные задачи повысить долю ВЗИР в ВВП, достаточных средств для стимулирования ИиР не выделяется, а официальная статистика этой деятельности не публикуется [Siyanbola et al., 2016; Oladeji, Adegboye, 2019].

В отличие от *конъюнктурного, социального* анализ в Иране получил значительно меньшее распространение. В нашем исследовании он выявлен лишь в отношении двух целей политики, что типично и для других государств. Так, в Ливане правительство реализовало по крайней мере пять планов научно-технологического и инновационного развития, однако ситуация остается без существенных изменений [Gaillard, 2010].

Тем не менее в Иране зафиксированы и позитивные перемены. В последние пять лет развивается и серьезно воспринимается диалог об актуальности национальных инноваций, возросла озабоченность переходом к новой модели экономики. Эти вопросы поднимаются в широких кругах общественности и являются предметом *социального* анализа.

Начиная с 2010 г. внимание к сфере науки, технологий и инноваций существенно выросло. После отмены санкций, введенных против Ирана в 2016 г., правительство установило специальные требования к «технологическому блоку», которые предусматривают проведение ИиР в рамках любых международных контрактов. Примером системного подхода является стимулирование университетов к инновационному развитию. Наибольшее распространение получили *технический* и *концептуальный* анализ (по семь раз каждый). *Технический* анализ не

Табл. 5. Цели третьего плана (2000–2004)

Цель	Формулировка
1	Выполнение закона о максимальном использовании национального потенциала (A5 88); доля отечественной продукции в международных контрактах должна составлять не менее 10% (A 89)
2	<i>Напрямую не отражена</i>
3	Назначение MSRT главным координатором разработки политики в сфере науки, технологий и инноваций (A 99)
4	<i>Напрямую не отражена</i>
5	Подготовка законопроекта об ИС в течение года после утверждения плана (поручения органам исполнительной власти, A 15 в разделе о науке и технологиях)
6	<i>Напрямую не отражена</i>
7	<i>Напрямую не отражена</i>
8	<i>Напрямую не отражена</i>
9	<i>Напрямую не отражена</i>
10	Содействие созданию и поддержке деятельности частных фондов развития науки, технологий и инноваций (A 100)
11	Обеспечение страхования деятельности частных организаций сферы науки, технологий и инноваций (A 101)
12	Обеспечение финансирования до 60% бюджета проектов ИиР, реализуемых университетами и другими организациями для удовлетворения спроса государственного сектора (A 102)
13	1.5% с обеспечением двух третей затрат из средств государства; доля фундаментальных исследований не менее 15% (A 102)
14	Стимулирование частного сектора к усилению вовлеченности в ИиР (A 102)
15	Предоставление университетам возможности создавать государственные наукоемкие компании; сотрудникам университета может принадлежать до 49% капитала таких компаний (A 154)
16	Поддержка создания предприятий, занимающихся разработкой передовых технологий (A 171); поддержка разработок в сферах ИКТ, электроники и автоматике (A 112)
Примечание: В табл. 5–8 буква «А» означает статью (раздел) политического документа или плана развития. Источник: составлено авторами.	

Табл. 6. Цели четвертого плана (2004–2009)

Цель	Формулировка
1	Выполнение закона о максимальном использовании национального потенциала (А 42), особенно при заключении международных контрактов (А 13); использование государственных закупок для развития технологий (А 37)
2	Разработка промышленной политики для развития технологического потенциала и стимулирования эффекта «перетекания» (А 21)
3	<i>Напрямую не отражена</i>
4	Формирование национальной инновационной системы (НИС) (А 46) и комплексной системы ИиР (А 43)
5	Реализация комплексной системы охраны ИС (А 45)
6	Использование механизмов оценки и торговли ИС (А 45)
7	Разработка эффективных механизмов организации и поддержки международного технологического сотрудничества (А 46); стимулирование притока иностранных инвестиций в технологическое и инновационное развитие (А 48)
8	Развитие институциональной инфраструктуры для стимулирования наукоемкой деятельности (технопарки, инкубаторы) (А 45); распространение льгот, предоставляемых в свободных экономических зонах, на резидентов технопарков (А 47)
9	Стимулирование сотрудничества МСП с крупными компаниями (А 39); устранение барьеров для роста крупного бизнеса (А 39); стимулирование развития промышленных сетей и кластеров для наращивания производства (А 39)
10	Развитие частных фондов науки, технологий и инноваций (А 45); развитие механизмов финансирования ИиР, таких как венчурные фонды (А 40);
11	Разработка адекватных механизмов страхования инновационной деятельности (А 50)
12	Обеспечение финансирования до 60% бюджета проектов ИиР, реализуемых университетами и другими организациями для удовлетворения спроса частного сектора (А 45); ориентация ИиР на удовлетворение реального спроса и достижение поставленных целей (А 46)
13	2%, полностью финансируются государством (А 46)
14	Создание финансовых и нефинансовых стимулов для активизации участия МСП в ИиР (А 45)
15	Предоставление университетам возможности создавать государственные наукоемкие компании; сотрудникам университета может принадлежать до 49% капитала таких компаний (А 154)
16	Развитие национального потенциала внедрения передовых технологий (А 40); разработка плана развития био-, нанотехнологий, ИКТ, ядерной энергетики и экологических технологий (А 43)

Источник: составлено авторами.

Табл. 7. Цели пятого плана (2010–2015)

Цель	Формулировка
1	Выполнение закона о максимальном использовании национального потенциала (А 150); приоритет государственных закупок у национальных производителей (А 78); содействие продвижению местной продукции (А 150)
2	Разработка промышленной политики для развития промышленного производства и увеличения добавленной стоимости (А 150)
3	Координация разработки инновационной политики под общим руководством MSRT и Верховного совета по науке и технологиям (Supreme Council for Science and Technology, SCST) (А 16)
4	Реализация генерального государственного плана развития науки и образования (А 6); формирование исламско-иранской модели развития (А 1)
5	Валидация системы оценки ИС (А 17)
6	Формирование биржи интеллектуальной собственности (А 17); содействие производителям в приобретении ИС (А 17); обеспечение передачи ИС в проектах, финансируемых государством, университетами и исследовательскими организациями (А 17)
7	Развитие международного технологического сотрудничества для приобретения ноу-хау, стимулирование локализации ИиР иностранных компаний (А 17)
8	Стимулирование создания частных технопарков и инкубаторов (А 17)
9	Поддержка создания технологических стартапов (А 17); развитие института брокеров для активизации сотрудничества МСП с крупными компаниями, коммерциализация стартапов и их приобретение крупными компаниями (А 17 и 80); стимулирование сотрудничества МСП с крупными компаниями для развития промышленных сетей, кластеров и потенциала национальной экономики (А 80)
10	Поддержка венчурных фондов (А 151)
11	<i>Напрямую не отражена</i>
12	Обеспечение финансирования до 50% бюджета проектов ИиР, реализуемых университетами и организациями для удовлетворения спроса государственного сектора (А 102)
13	3%, ежегодный прирост минимум 0.5% (А 16)
14	Облегчение контактов частных наукоемких компаний с исследовательскими лабораториями и центрами ИиР (А 17)
15	Предоставление преподавателям университетов возможности создавать наукоемкие компании при условии одобрения попечительских советов университетов (А 17)
16	Стимулирование разработки передовых технологий для повышения конкурентоспособности промышленности и увеличения добавленной стоимости (А 150); приобретение ноу-хау в области нефтехимии, био- и нанотехнологий, ИКТ и микроэлектроники (А 129 и 197)

Источник: составлено авторами.

Табл. 8. Цели шестого плана (2016–2021)

Цель	Формулировка
1	Максимальное использование местной продукции для стимулирования ИиР и развития потенциала национальной экономики (А 51)
2	Развитие национального промышленного потенциала путем интеграции в глобальные цепочки стоимости (А 4)
3	<i>Напрямую не отражена</i>
4	Обеспечение роста производительности национальной экономики на 25% за счет повышения СФП (А 4)
5	Усиление охраны ИС на уровне компаний (А 4)
6	Стимулирование коммерциализации научных исследований (А 4)
7	Привлечение иностранных инвестиций и проекты транснациональных компаний (ТНК) для укрепления технологического потенциала страны (А 4; А 51; А 64); развитие дипломатии в сфере науки, технологий и инноваций (А 105)
8	Стимулирование создания частных техноградов (А 74)
9	Поддержка и развития наукоемких компаний (производство и экспорт) (А 51)
10	Создание фонда развития высоких технологий при МІМТ (А 69)
11	<i>Напрямую не отражена</i>
12	Обеспечение финансирования до 50% бюджета проектов ИиР, реализуемых университетами и организациями для удовлетворения реального спроса (А 64); формирование и стимулирование спроса на наукоемкую продукцию (А 51)
13	3% к 2021 г.
14	Выделение всеми государственными организациями и компаниями на ИиР не менее 1% и 3% своего годового бюджета и дохода соответственно (А 64)
15	Предоставление преподавателям университетов возможности создавать частные наукоемкие компании (А 1)
16	Разработка стратегических технологий для реализации национальных целей (А 51) и получения технологического преимущества в ключевых областях: ИКТ, цифровых технологиях, железнодорожном транспорте, аэрокосмической промышленности и авиации (А 40; А 42; А 53)

Источник: составлено авторами.

предполагал изменения целей политики, однако повысилась эффективность инструментов для их реализации. Известны случаи его применения при разработке инновационной политики в Малайзии, Сингапуре [Lim, 2018; Narayanan, Yew-Wah, 2018] и других странах [Smits, Kuhlmann, 2004; Boekholt, 2010]. В результате концептуального анализа изменились задачи политики, сфера ее охвата и целевые группы. Приоритет получили международное сотрудничество, различные формы поддержки проектов ИиР, их привязка к реальному спросу и ориентация на достижение поставленных целей. В последние два десятилетия этот тип анализа обусловил перенос политического акцента с научных исследований на разработку технологий, а в последние шесть лет — на инновационную деятельность (включая отказ от линейного подхода к созданию инноваций в пользу формирования инновационной системы). Ориентация на стимулирование предложения уступает место инициативам по формированию спроса. Важные изменения касаются поддержки коммерциализации, привлечения зарубежных инвестиций и активизации международного партнерства в контексте ИиР. Концептуальный анализ также активно использовался в Индонезии и на Филиппинах [Damuri et al., 2018; Quimba et al., 2018].

Наиболее активными субъектами ПА оказались RTTG и чиновники разных уровней. Подобная ситуация прослеживалась в Таиланде, где ключевой вклад в разработку инновационной политики внесли Национальный комитет по науке, технологиям и инновациям (National Science, Technology and Innovation Committee, NSTIC) и Национальный совет по научным исследованиям (National Research Council, NRC) [UNCTAD, 2015].

Увеличивается вклад экспертов, которые участвовали в анализе восьми из 16 рассматриваемых целей. Среди

механизмов ПА наибольшее распространение получили извлечение уроков из прошлого опыта и оценка реализации предыдущих планов (зафиксированы в 11 и 12 случаях, соответственно). Это означает, что разработка политики ИиР в Иране осуществляется с растущей опорой на научный и доказательный подход. С расширением вовлеченности в ПА разных категорий субъектов, прежде всего экспертов, растет актуальность налаживания диалога между ними.

Заключение

В статье представлен кейс-анализ практик применения ПА при разработке научно-технологической и инновационной политики в Иране. На основе результатов опросов и изучения стратегий выявлены типы и механизмы этого процесса. Полученные выводы могут оказаться полезными при формировании соответствующей политики в других странах, особенно в развивающихся.

1. Для достижения реальных сдвигов и повышения эффективности инновационной политики следует использовать *технический, концептуальный и социальный* ПА, а *конъюнктурный* — свести к минимуму. Это возможно только при вовлечении в ее разработку широкого круга сторон и углубление диалога между ними. Экономический эффект будет обеспечен, если развитие инноваций согласуется с другими направлениями политики (образовательной, промышленной и т. п.).

2. Следует установить прагматичные кратко- и среднесрочные цели, например ввести определенные стимулы для повышения показателей вклада бизнеса в ИиР.

3. Процедуры ПА рекомендуется совершенствовать на основе экспериментирования с инновационной системой с применением принципа доказательности.

Табл. 9. Использование ПА для корректировки целей научно-технологической и инновационной политики

№	Цель	Типы ПА	Участники	Механизмы
1	Укрепление отечественного потенциала и механизмов государственных закупок для развития сферы науки, технологий и инноваций	Технический, конъюнктурный	ГС; ПЭиС; ЧВУ	ОРПП; ДВ; СООД
2	Разработка и реализация промышленной политики	Технический, конъюнктурный	ГС; ПЭиС; ЧВУ	СООД; ДВ
3	Координация и согласование действий разработчиков политики в сфере науки, технологий и инноваций	Конъюнктурный	ГС; ЧВУ; ПЭиС; RTTG	СООД; ОРПП; ДВ
4	Стимулирование развития сферы науки, технологий и инноваций, системный подход к разработке инновационной политики	Социальный, конъюнктурный	ГС; ЧВУ; ПЭиС; RTTG	СООД; ДВ
5	Охрана ИС	Технический	RTTG; ГС; ПЭиС	ОРПП; ДВ
6	Коммерциализация и торговля ИС	Технический	RTTG; ГС; МоА	ОРПП; СООД; ДВ
7	Расширение международного технологического сотрудничества, привлечение иностранных инвестиций в сферу науки, технологий и инноваций	Концептуальный	RTTG; ГС	ОРПП; СООД
8	Развитие посреднических институтов в сфере науки, технологий и инноваций (технопарки, инкубаторы, технологические зоны)	Концептуальный	RTTG; РА; ГС; ЧВУ	ОРПП; СООД
9	Поддержка МСП, стимулирование их роста и сотрудничества с крупными компаниями	Технический, концептуальный	ГС; ПЭиС	ОРПП; ППО
10	Продвижение частных фондов развития науки и технологий, венчурных фондов	Технический, концептуальный	RTTG; ГС; ПЭиС	ОРПП; СООД
11	Страхование деятельности в сфере науки, технологий и инноваций	Концептуальный	RTTG; ГС	СООД
12	Поддержка сферы науки, технологий и инноваций, исходя из реального спроса на ее продукцию и целей экономического развития	Концептуальный	RTTG; ГС; ПЭиС	ОРПП
13	Доля ВЗИР в ВВП	Конъюнктурный	RTTG; ГС	ОРПП; СООД
14	Поддержка ИиР	Конъюнктурный	RTTG; ГС	ОРПП
15	Создание технологических университетских спиноффов	Концептуальный, социальный	RTTG; РА; ЧВУ	ОРПП; ДВ
16	Стимулирование разработки высоких технологий (в целом и по областям)	Технический	RTTG; ГС; ЧВУ	СООД; ДВ

Условные обозначения:

RTTG, МоА — расшифровку см. в табл. 3;

ГС — государственные служащие организаций, представленных в RTTG;

ПЭиС — политические эксперты и представители более широкого сообщества, включая журналистов, ученых, консультантов и политических предпринимателей;

ОВ — представители органов власти, не относящихся к исполнительным, включая судебную систему, парламент и общественные организации;

ЧВУ — чиновники высокого уровня (не ниже заместителя министра);

СООД — системное практическое и формальное обучение, учет опыта других стран;

ППО — предшествующий политический опыт;

ОРПП — оценка предыдущих планов и результатов их реализации;

ДВ — дискуссии и взаимодействие участников политического процесса.

Источник: составлено авторами.

Учитываются не только формальные количественные показатели (экспорт новой продукции), но и их вклад в обеспечение экономического роста [Albert et al., 2013]. Изучение результатов политики дает представление о том, были ли адекватными поставленные цели и инструменты их достижения [Dawkins, Colebatch, 2006]. Регулярные Форсайт-исследования могут предоставить информационный контекст, описывая ландшафт мейнстримных и возникающих технологий.

4. Прежде чем формировать стратегии, необходимо отдавать приоритет оценке предыдущих результатов и сосредоточиться на ограниченном круге базовых вопросов.

5. Следует продемонстрировать правительству в доступной форме значимость открывающихся окон возможностей для сферы ИиР [Lee, 2005]. Политическая

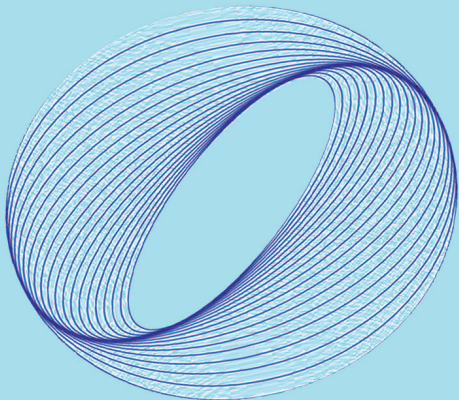
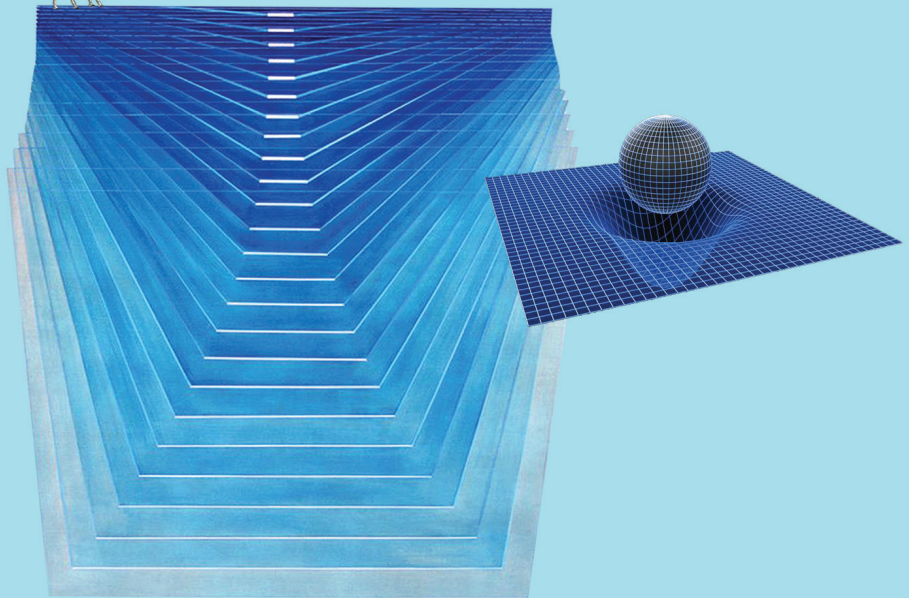
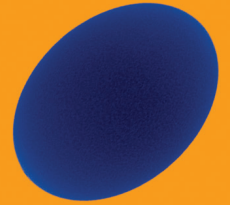
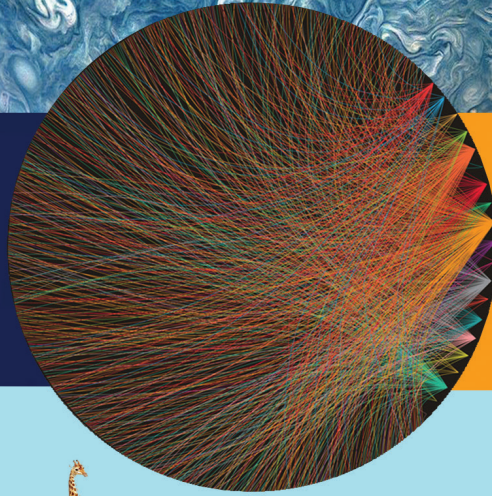
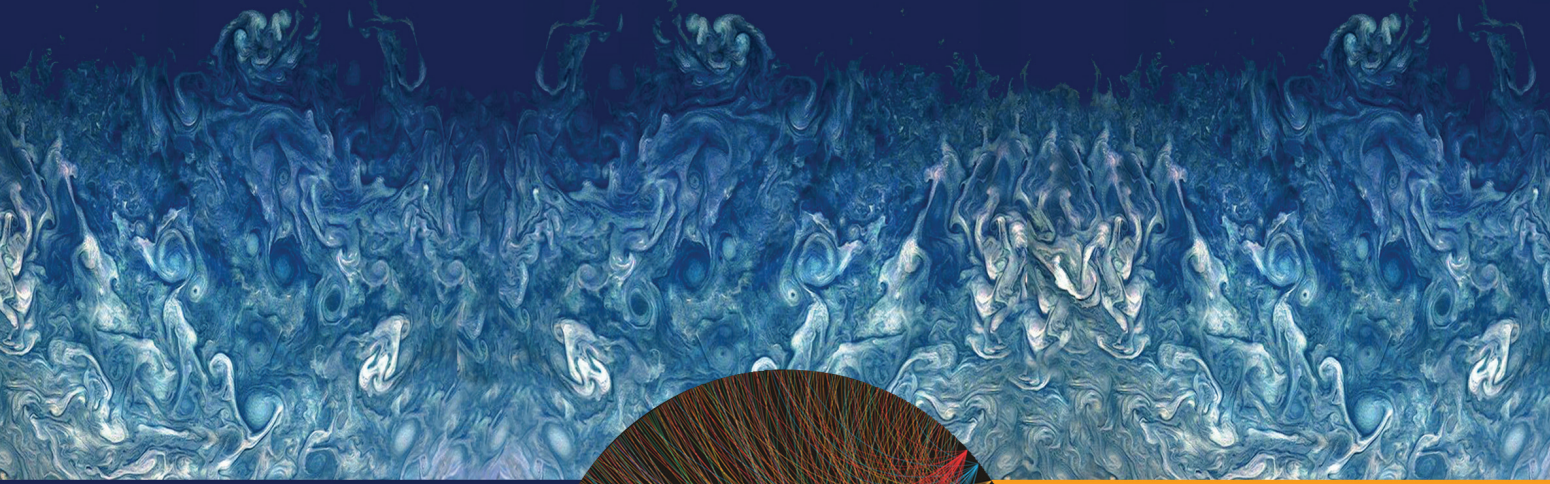
поддержка в их освоении позволит нарастить технологический потенциал уже в кратко- или среднесрочной перспективе.

6. Эффективный переход к экономике знаний невозможен без вовлеченности политиков в достижение этой цели. Для формирования такой приверженности целесообразно проиллюстрировать возможности ИиР в решении комплекса экономических, социальных и экологических задач [Mazzucato, 2021].

Другими важными факторами, способствующими созреванию и повышению стабильности инновационной системы, являются создание эффективных механизмов защиты внутренних рынков высокотехнологичной продукции, стимулирование спроса на нее, привлечение бизнеса к разработке политики и формированию институтов развития.

Библиография

- Albert N., Link N., Vonortas N. (2013) *Handbook on the Theory and Practice of Program valuation*, Cheltenham: Edward Elgar Pub.
- Argote L. (2012) *Organizational learning: Creating, retaining and transferring knowledge*, Berlin: Springer Science & Business Media Pub.
- Baldwin G.B. (1967) *Planning and development in Iran*, Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Bennett C.J., Howlett M. (1992) The lessons of learning: Reconciling theories of policy learning and policy change. *Policy Sciences*, 25(3), 275–294. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00138786>
- Biegelbauer P. (2016) How different forms of policy learning influence each other: Case studies from Austrian innovation policy-making. *Policy Studies*, 37(2), 129–146. <http://dx.doi.org/10.1080/01442872.2015.1118027>
- Boekholt P. (2010) The Evolution of Innovation Paradigms and their Influence on Research, Technological Development and Innovation Policy Instruments. In: *The Theory and Practice of Innovation Policy* (eds. R.E. Smits, S. Kuhlmann, P. Shapira), Cheltenham: Edward Elgar Pub., pp. 333–362.
- Bostock F., Jones G. (2014) *Planning and Power in Iran: Ebtehaj and Economic Development Under the Shah*, London: Routledge Pub.
- Braun D., Benninghoff M. (2003) Policy learning in Swiss research policy — The case of the National Centres of Competence in Research. *Research Policy*, 32(10), 1849–1863. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(03\)00063-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(03)00063-5)
- Casady C.B., Parra J.D. (2020) Structural Impediments to Policy Learning: Lessons from Colombia's Road Concession Programs. *International Journal of Public Administration*, 44(5), 359–371. <http://dx.doi.org/10.1080/01900692.2020.1724142>
- Damuri Y., Aswicahyono H., Christian D. (2018) Innovation Policy in Indonesia. In: *Innovation Policy in ASEAN* (ed. M. Ambashi), Jakarta: Economic Research Institute for ASEAN and East Asia, pp. 96–127. https://www.eria.org/uploads/media/5.ERIA_Innovation_Policy_ASEAN_Chapter_4.pdf, дата обращения 18.06.2021
- Dawkins J., Colebatch H.K. (2006) Governing through Institutionalized Networks: The Governance of Sydney Harbour. *Land Use Policy*, 23 (3), 333–343. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2004.09.006>
- Dutta S., Lanvin B., Wunsch-Vincent S. (2020) *The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation?*, Ithaca, Fontainebleau, Geneva: WIPO. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020.pdf, дата обращения 15.07.2021.
- Fartash K., Khayatani M., Ghorbani A., Sadabadi A. (2021) Interpretive Structural Analysis of Interrelationships of the Sustainable Development Goals (SDGs) in Iran. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 16(1), 155–163. <http://dx.doi.org/10.18280/ijstdp.160116>
- Freeman C. (1987) *Technology policy and economic policy: Lessons from Japan*, London: Frances Pinter.
- Gaillard J. (2010) Science and Technology in Lebanon: A University-driven Activity. *Science, Technology and Society*, 15(2), 271–307. <http://dx.doi.org/10.1177/027097172181001500205>
- Hall P.A. (1993) Policy Paradigms, Social Learning and the State: The Case of Economic Policymaking in Britain. *Comparative Politics*, 25 (3), 275–296. <http://dx.doi.org/10.2307/422246>
- Hecl H. (1974) *Modern Social Politics in Britain and Sweden*, New Haven CT: Yale University Press.
- Heshmati A., Dibaji S.M. (2019) Science, Technology, and Innovation Status in Iran: Main Challenges. *Science, Technology and Society*, 24(3), 545–578. <http://dx.doi.org/10.1177/0971721819873192>
- Kim L. (1997) *Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning*, Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Klochikhin E.A. (2013) Innovation system in transition: Opportunities for policy learning between China and Russia. *Science and Public Policy*, 40 (5), 657–673. <http://dx.doi.org/10.1093/scipol/sct021>
- Lee K. (2005) Making a Technological Catch-up: Barriers and opportunities. *Asian Journal of Technology Innovation*, 13(2), 97–131. <http://dx.doi.org/10.1080/19761597.2005.9668610>
- Lieu J. (2013) *Influences of policy learning, transfer, and post transfer learning in the development of China's wind power policies*, Brighton: University of Sussex.
- Lim H. (2018) Innovation Policy in Singapore. In: *Innovation Policy in ASEAN* (ed. M. Ambashi), Jakarta: Economic Research Institute for ASEAN and East Asia, pp. 198–217. https://www.eria.org/uploads/media/8.ERIA_Innovation_Policy_ASEAN_Chapter_7.pdf, дата обращения 12.06.2021.
- May P.J. (1992) Policy Learning and Failure. *Journal of Public Policy*, 12 (4), 331–354. <http://dx.doi.org/10.1017/S0143814X00005602>
- Mazzucato M. (2021) *Mission Economy: A Moonshot Guide to Changing Capitalism*, Dutton: Penguin Pub.
- McCann E., Ward K. (2012) Policy assemblages, mobilities and mutations: Toward a multidisciplinary conversation. *Political Studies Review*, 10(3), 325–332. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1478-9302.2012.00276.x>
- McLeod T.H. (1964) *National Planning in Iran: A report based on the experiences of the Harvard Advisory Group in Iran*, Cambridge, MA: Harvard Advisory Group.
- Moyson S., Scholten P., Weible C.M. (2017) Policy learning and policy change: Theorizing their relations from different perspectives. *Policy and Society*, 36(2), 161–177. <http://dx.doi.org/10.1080/14494035.2017.1331879>
- Murrall-Smith S. (2011) *Policy learning and the development of renewable energy policy in the United Kingdom*, Plymouth: University of Plymouth.
- Narayanan H., Yew-Wah L. (2018) *Innovation Policy in Malaysia*. In: *Innovation Policy in ASEAN* (ed. M. Ambashi), Jakarta: Economic Research Institute for ASEAN and East Asia, pp. 128–162. https://www.eria.org/uploads/media/6.ERIA_Innovation_Policy_ASEAN_Chapter_5.pdf, дата обращения 04.11.2020.
- Nelson R.R., Winter S.G. (1982) *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Oladeji S.I., Adegboye A.A. (2019) Science and Technology Policy for Nigeria's Development Planning. *Journal of Education, Society and Behavioural Science*, 32(4), 1–12. <http://dx.doi.org/10.9734/jesbs/2019/v32i430182>
- Oliver M.P., Pemberton H. (2004) Learning and change in 20th century British economic policy. *Governance*, 17, 415–441. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0952-1895.2004.00252.x>
- Penrose E.T. (1959) *The Theory of the Growth of the Firm*, Oxford: Oxford University Press.
- Quimba F.M., Albert J.R., Llanto G.M. (2018) *Innovation Policy in Philippines*. In: *Innovation Policy in ASEAN* (ed. M. Ambashi), Jakarta: Economic Research Institute for ASEAN and East Asia, pp. 163–197. https://www.eria.org/uploads/media/7.ERIA_Innovation_Policy_ASEAN_Chapter_6.pdf, дата обращения 17.03.2021.
- Rietig K., Perkins R. (2017) Does learning matter for policy outcomes? The case of integrating climate finance into the EU budget. *Journal of European Public Policy*, 25(4), 487–505. <http://dx.doi.org/10.1080/13501763.2016.1270345>
- Sabatier P.A. (1988) An Advocacy Coalition Framework of Policy Change and the Role of Policy-Oriented Learning Therein. *Policy Sciences*, 21: 129–168. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00136406>
- Salisu Y., Bakar L. (2019) Technological capability, relational capability and firms' performance the role of learning capability. *Revista de Gestão*, 27(1), 79–99. <http://dx.doi.org/10.1108/REG-03-2019-0040>
- Sanderson I. (2002). Evaluation, Policy Learning and Evidence-Based Policy Making. *Public Administration*, 80(1), 1–22. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9299.00292>
- Schoemaker P.J.H. (2020) How historical analysis can enrich scenario planning. *Futures and Foresight Science*, 2(3-4), e35. <https://doi.org/10.1002/ffo.2.35>
- Schwerin J., Werker C. (2003) Learning innovation policy based on historical experience. *Structural Change and Economic Dynamics*, 14(4), 385–404. [http://dx.doi.org/10.1016/S0954-349X\(03\)00031-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0954-349X(03)00031-6)
- Sharabaroff A., Stuggins G., Semikolenova Y. (2013) *Energy Efficiency: Lessons Learned from Success Stories*, Washington: World Bank Publications.
- Siyanbola W., Adeyeye A., Olaopa O., Hassan O. (2016) Science, technology and innovation indicators in policy-making: The Nigerian experience. *Palgrave Communications*, 2, 16015. <http://dx.doi.org/10.1057/palcomms.2016.15>
- Smits R., Kuhlmann S. (2004) The rise of systemic instruments in innovation policy. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 1(1–2), 4–32. <http://dx.doi.org/10.1504/IJFIP.2004.004621>
- Soofi A., Ghazinoory S. (2013) *Science and Innovations in Iran: Development, Progress, and Challenges*, London: Palgrave Macmillan Pub.
- Souzanchi K.E. (2020) Linking institutions and technical changes in a developing context: Historical evidence from Iran. *Innovation and Development*, 10(3), 347–371. <http://dx.doi.org/10.1080/2157930X.2019.1647614>
- Suurs R., Hekkert M., Kieboom S., Smits R. (2010) Understanding the formative stage of technological innovation system development: The case of natural gas as an automotive fuel. *Energy Policy*, 38, 419–431. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.032>
- UNCTAD (2015) *Science, Technology and Innovation Policy Review of Thailand*, Geneva: United Nations Conference on Trade and Development. https://unctad.org/system/files/official-document/dtstict2015d1_en.pdf, дата обращения 16.07.2021
- UNCTAD (2016) *Science, Technology and Innovation Policy Review of the Islamic Republic of Iran*, Geneva: United Nations Conference on Trade and Development. https://unctad.org/system/files/official-document/dtstict20163_en.pdf, дата обращения 16.07.2021.
- UNESCO (2008) *Science, Technology & Innovation Policy for Lebanon: Comprehensive Document*, Paris: The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/sc_sti_lebanon_en.pdf, дата обращения 12.02.2021.
- Yin R.K. (2013) *Case study research: Design and methods*, California: Sage Pub.
- Yongabo P., Göransson B. (2020) Constructing the national innovation system in Rwanda: Efforts and challenges. *Innovation and Development*, <http://dx.doi.org/10.1080/2157930X.2020.1846886>



Мультиплатформенный подход к управлению проблемами

Рубен Перейра

Старший преподаватель, ruben.filipe.pereira@iscte-iul.pt
Университетский институт Лиссабона (Instituto Universitário de Lisboa, ISCTE-IUL),
Avenida das Forças Armadas, 1649-026 Lisbon, Portugal

Исайас Скалабрин Бьянки

Приглашенный исследователь, isaias.bianchi@gmail.com
Институт научных исследований (Institute of Scientific Research), Университет Лимы (Universidad de Lima), Перу,
Av. Javier Prado Este 4600, Santiago de Surco 15023, Lima, Peru

Вирджиния Мария да Силва Араухо

Старший преподаватель, varaujo@uatlantica.pt
Атлантический университет, Школа менеджмента, здравоохранения, ИТ и инжиниринга (Atlantica University, School of
Management Sciences, Health, IT & Engineering), Fábrica da Pólvora de Barcarena, 2730-036 Barcarena, Portugal

Аннотация

Платформенные решения направлены на совершенствование управления информационными технологиями (ИТ) в организациях. Однако сложности с реализацией и дублирование функционала затрудняют их применение. В статье предпринята попытка создать недублирующуюся модель зрелости, которая поможет организациям преодолеть

обозначенные барьеры. Разработка протестирована и оценена экспертами пяти организаций, которые признали ее полезной, полной и эффективной для оптимизации внедрения мультиплатформенных структур. Полученные результаты подлежат тестированию и адаптации в контекстах других организаций и секторов.

Ключевые слова: ИТ-платформы; управление проблемами; модель зрелости, мультиплатформенная реализация; дублирование платформ

Цитирование: Pereira R., Bianchi I.S., da Silva Araújo V.M. (2021) Multi-Framework Implementation of the Problem Management Process. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 94–104. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.94.104

Multi-Framework Implementation of the Problem Management Process

Ruben Pereira

Assistant Professor, ruben.filipe.pereira@iscte-iul.pt
Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), Avenida das Forças Armadas, 1649-026 Lisbon, Portugal

Isaiás Scalabrin Bianchi

External Researcher, isaias.bianchi@gmail.com
Institute of Scientific Research, Universidad de Lima Av. Javier Prado Este 4600, Santiago de Surco 15023, Lima, Peru

Virgínia Maria da Silva Araújo

Assistant Professor, varaujo@uatlantica.pt
Atlantica University, School of Management Sciences, Health, IT & Engineering,
Fábrica da Pólvora de Barcarena, 2730-036 Barcarena, Portugal

Abstract

Many different information technology frameworks have been proposed to assist organizations implementing information technology. However, these frameworks are complex, difficult to implement, and overlap with one another making their simultaneous implementation even more difficult to accomplish by organizations. This study proposes to develop an overlapless maturity model that helps organizations

deal with the aforementioned problems. The model was applied and evaluated by experts at five organizations. This approach was recognized as useful, complete, and helpful in a multi-framework implementation by problem management (PM) experts. This research provides contributions for academics since it distinguishes itself from the existing studies in the body of knowledge and is a baseline for further investigation.

Keywords: IT frameworks; problem management; Maturity model; multi-framework implementation; frameworks overlap

Citation: Pereira R., Bianchi I.S., da Silva Araújo V.M. (2021) Multi-Framework Implementation of the Problem Management Process. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 94–104. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.94.104

В стремлении повысить конкурентоспособность и оптимизировать деятельность организации с 1980-х гг. активно внедряют информационные технологии (ИТ) [Kappelman et al., 2019; Carvalho et al., 2019a; Patón-Romero et al., 2018]. ИТ-сервисы модернизируются и настраиваются под конкретные задачи планирования и проектирования [Carvalho et al., 2019b; Tan et al., 2010; Ayat et al., 2009]. Усложнение этих процессов привело к появлению множества специальных платформ, каждая из которых имеет свои сильные и слабые стороны [Aguiar et al., 2018]. Наибольшее распространение получили «Библиотека ИТ-инфраструктур» (IT Infrastructure Library, ITIL) [Long, 2008], «Задачи управления информационными и смежными технологиями» (Control Objectives for Information and Related Technologies, COBIT) [ISACA, 2012] и «Комплексная модель производительности и зрелости сервисов» (Capability Maturity Model Integration for Services, CMMI-SVC) [SEI, 2010]. Подобные платформы помогают организациям модернизировать бизнес-процессы [Huygh et al., 2018], но имеют очень сложную структуру, поскольку охватывают тысячи разнообразных процедур [de Haes et al., 2013; Pereira, Mira da Silva, 2011]. Отсутствие руководства по адаптации и внедрению затрудняет выбор платформенных решений [Serenko et al., 2016], поскольку нет четкого представления о том, какое из них наиболее оптимально впишется в существующую инфраструктуру [de Haes, van Grembergen, 2017]. Реализуемые на платформах процессы зачастую неэффективны [Rohloff, 2008], иногда дублируются на уровне инвестиций, издержек и человеческих ресурсов [de Haes et al., 2013; Gama et al., 2013]. Интеграция платформ позволяет минимизировать расхождения между ними, повышает их общую эффективность [Aguiar et al., 2018].

На пересечение функций (*overlapping*) платформ обращали внимание авторы многих исследований [Aguiar et al., 2018; Schlarman, 2007]. Сложная структура затрудняет их понимание и внедрение [de Haes et al., 2013; Evelina et al., 2010; Herrera, Hillegersberg, 2019; Serenko et al., 2016]. Организации все чаще используют концепцию «модели зрелости» (*maturity model*, МЗ) для оценки уровня реализации процессов [Becker et al., 2009; Uskarc, Demirörs, 2017] и корпоративного потенциала [de Bruin et al., 2005]. Вместе с тем большинство современных МЗ носят слишком общий характер, недостаточно детализированы и документированы [Becker et al., 2009], а фактор дублирования функционала не учитывается [Sahibudin et al., 2008]. Это вызывает особую озабоченность, поскольку одна из ключевых сфер применения ИТ-платформ — сложный и ресурсоемкий процесс управления проблемами (УП) [Sharifi et al., 2009; Pereira et al., 2012]. Несмотря на активное использование платформенных решений, тема МЗ остается малоизученной [Cater-Steel et al., 2006; Jansen, 2020]. В статье оценивается возможность разработки недублирующейся и полнофункциональной МЗ на базе платформ ITIL, COBIT и CMMI-SVC с использованием критериев, предложенных в работе [Becker et al., 2009], и инструментов «науки о дизайне» (*design science research*, DSR) [Gregor, Hevner, 2013].

Теоретическая основа

ИТ-платформы

Для управления технологической инфраструктурой в зависимости от целей организации созданы разнообразные платформы, среди которых широко распространены ITIL, COBIT и CMMI-SVC [Pereira, Mira da Silva, 2012].

ITIL представляет собой библиотеку публикаций с описанием лучших практик управления ИТ-сервисами [Long, 2008]. Ее внедрение требует серьезных изменений в корпоративной культуре, а адаптация к конкретному организационному контексту невозможна без привлечения квалифицированных специалистов [Bovim et al., 2014].

COBIT применяется для разработки, внедрения, мониторинга и совершенствования управления ИТ [ISACA, 2012, 2013]. Все процессы разделяются на общее руководство и оперативное управление.

CMMI-SVC описывает определенные ИТ-процессы и позволяет организациям адаптировать их к решению собственных задач. Соответствующие процедуры выбираются в зависимости от индивидуальных характеристик, четко прописываются и предлагают решения по достижению заданных показателей [SEI, 2010]. Рекомендуемый путь совершенствования процессов предполагает пять уровней зрелости [Aguiar et al., 2018]. «Модель оценки процессов» (*Process Assessment Model*, PAM), входящая в пакет COBIT 5 [ISACA, 2013], включает два измерения и шесть уровней зрелости. Краткая характеристика платформ представлена в табл. 1.

Модель зрелости ИТ

В литературе сложился консенсус по вопросу эффективности МЗ (табл. 2). Они описывают иерархию уровней зрелости для определенного класса объектов (организаций или процессов [Becker et al., 2009]), а также ожидаемую, желательную или типичную траекторию их развития на протяжении конкретных этапов. Подобный формат позволяет оценивать применяемые процессы через призму передового опыта управления и набора внешних параметров.

МЗ процессов (*Process Maturity Framework*, PMF), разработанная компанией AXELOS, служит платформой для оценки зрелости процессов управления сервисами по отдельности и в совокупности [Long, 2008]. Ее обновленная версия, включающая МЗ ITIL (ITIL Maturity Model) и метод самодиагностики, позволяет оптимизировать управление ИТ-сервисами [Aguiar et al., 2018]. Предусмотрен набор анкет для оценки степени зрелости каждого процесса и функции ITIL на протяжении всего жизненного цикла¹. Характеристики упомянутых моделей представлены в табл. 2 и 3. Почти все они состоят из пяти уровней. Концептуально две из них основаны на стандарте ISO/IEC 15504. Каждая модель опирается на собственную теорию, но ни одна не решает проблему дублирования ИТ-платформ.

Одно из основных преимуществ рассматриваемого метода в том, что для выполнения оценки зрелости не обязательно привлекать специалиста, поскольку анали-

¹ <https://docplayer.net/655929-Itil-maturity-model-october-2013.html>, дата обращения 15.07.2021.

Табл. 1. Сравнение ИТ-платформ

Модель	ITIL V3	COBIT 5	CMMI-SVC
Разработчик	Open Geospatial Consortium (OGC)	Information Systems Audit and Control Association (ISACA), IT Governance Institute (ITGI)	Software Engineering Institute (SEI)
Фокус	ИТ-сервисы	ИТ-сервисы	ИТ-сервисы
Управление проблемами	+	+	+
Наименование процесса	Управление проблемами	Управление проблемами	Анализ причин и решение проблем
Число процедур	26	37	24

Источник: составлено авторами.

тическая часть реализуется автоматически [Simonsson et al., 2007]. Язык моделирования на базе COBIT позволяет идентифицировать ключевые взаимосвязи и компоненты — процессы, виды деятельности, рабочие функции, документы, ключевые показатели эффективности и достижения цели [Aguilar et al., 2018]. Модель, предложенная в работах [Pereira, Mira da Silva, 2010, 2011], также основана на CMMI-SVC и радикально отличается от своих аналогов, будучи специально разработанной для помощи организациям в оценке зрелости согласно ITIL V3 и внедрении ITIL. В свою очередь модель IT Service Delivery MM обеспечивает формализацию и оценку сервисов [Flores et al., 2011]. Как и в случае CMMI-SVC, здесь применены пять уровней зрелости, оцениваемой по пятибалльной шкале. Для точной дифференциации баллы от 1 до 5 дополняются символом «+» или «-» — повышения или понижения уровня соответственно. Модификация модели PMF, предложенная в работе [Vitoriano, Neto, 2016], требует проведения нескольких интервью. Для каждого базового процесса ITSM оцениваются пять уровней зрелости: начальный (*initial*), воспроизводимый (*repetitive*), регламентированный (*defined*), управляемый (*managed*) и оптимизированный (*optimized*).

Модель управления событиями (*incident management*, УС) [Aguilar et al., 2018] отчасти снимает проблему пересечения функций ключевых рыночных ИТ-платформ. Практика ее применения получила высокие экспертные оценки. Дублирование функционала платформ составило почти 25%.

Анализ литературы показывает, что большинство МЗ базируются на CMMI, и лишь одна из них учитывает фактор дублирования — МЗ для управления событиями [Aguilar et al., 2018]. Данный факт служит основанием

для разработки недублирующихся МЗ применительно к остальным процессам. Необходимость анализа мультиплатформенных решений, способов их применения и оценки результатов отмечена в публикации [de Haes et al., 2013].

Методология

Использованная в нашем исследовании методология DSR находит широкое применение в управлении ИТ-процессами [Rai, 2017; Gregor, Hevner, 2013; de Maere, de Haes, 2017]. Она позволяет разрабатывать новые инструменты для решения конкретных проблем [Hevner et al., 2004], осваивать новые исследовательские поля, тестировать существующие концепции и создавать новые. DSR демонстрирует высокую продуктивность в поиске недублирующейся МЗ для ответа на специфические вызовы, стоящие перед организациями. Предлагаемый инструмент соответствует рекомендациям, изложенным в работе [Peppers et al., 2007] и представленным на рис. 1.

Недублирующаяся модель зрелости

Предлагаемая модель управления проблемами полностью соответствует критериям, приведенным в исследовании [Becker et al., 2009] (табл. 4.). Ее разработка состояла из трех этапов:

- определение механизмов управления проблемами, включенных в наиболее известные ИТ-платформы;
- устранение дублирования;
- оценка уровня зрелости каждой меры.

Этап 1. Выявление всех мер управления проблемами, предлагаемых платформами ITIL, CMMI-SVC и COBIT, с указанием источника (табл. 5). Из 349 выявленных мер

Табл. 2. Сравнение МЗ ИТ-платформ

Модель	COBIT PAM	CMMI-SVC	AXELOS
Число уровней	0–5	SM:1–5 CM:0–5	1–5
Сфера применения	Общее управление	ИТ-сервисы	ИТ-сервисы
Основа	ISO/IEC 15504	—	—
Подход	Индивидуальный	Индивидуальный	Индивидуальный
Проблема дублирования функций	Не рассматривается	Не рассматривается	Не рассматривается

Источник: составлено авторами.

Табл. 3. Сравнение уровней МЗ

Уровень	COBIT PAM	CMMI-SVC	AXELOS
0	Неполный	—	—
1	Реализуемый	Начальный	Начальный
2	Управляемый	Управляемый	Воспроизводимый
3	Устоявшийся	Регламентированный	Регламентированный
4	Предсказуемый	Количественно управляемый	Управляемый
5	Оптимизированный	Оптимизированный	Оптимизированный
6	—	—	—

Источник: составлено авторами.

Рис. 1. Стадии применения метода DSR



(табл. 6) для иллюстрации представлена лишь часть (табл. 7), сформированная по итогам четырех итераций корректировки.

Этап 2. Тщательный поиск дублирования функционала платформ. Для того чтобы упростить выявление дубликатов, меры группировались по типам процессов. Из первоначального списка выявлено 46 повторяющихся мер (13%). По итогам оптимизации сформирован новый список, суммарно насчитывающий 303 меры (см. табл. 7).

Итоговый перечень мер оптимизирован по уровню зрелости в соответствии с критериями CMMI-SVC.

В табл. 7 показано, как определялся уровень зрелости мер, отраженных в табл. 5. Приведены примеры использования критериев CMMI-SVC при разработке большинства известных МЗ. Второй уровень зрелости заключается в сборе первичной информации и считается базовым для процесса управления проблемами. В рамках третьего формируются стандарты, процедуры и методы. На четвертом оцениваются характеристики процесса, прежде всего метрики для измерения различных его аспектов. Пятый уровень предполагает непрерывное совершенствование и охватывает все виды деятельности. Меры, обозначенные в ходе полуструктурированных интервью, после устранения дубликатов группировались по процессам.

В нашей статье учитывались только структурные меры. Однако для оценки ИТ-платформ существуют и другие критерии: ресурсы, результаты, метрики и т. п. Предлагаемый инструмент не заменяет ИТ-платформы, а выступает их методологическим дополнением. Он дает представление об основных свойствах и контенте платформ, которое можно скорректировать за счет дополнительной информации.

Демонстрация и оценка

Для характеристики рассматриваемого метода выбраны организации, использующие управление проблемами на практике. Пять из них согласились пройти опрос в формате полуструктурированных интервью с профильными сотрудниками. Из итогового списка мер респонденты выбирали те, которые реализуются в организации. Во избежание предвзятых ответов уровень зрелости мер не указывался. По итогам анализа респондентам представлены индивидуальный и сводный отчеты, позволяющие выстраивать дальнейшую стратегию применения инструмента.

Сбор и анализ данных

Интервью с руководителями, наиболее осведомленными о процессе управления проблемами, проходили в раз-

Табл. 4. Соответствие предлагаемого инструмента требованиям Беккера

Требование	Описание
Сравнение с существующими МЗ	Сопоставлялись ИТ-платформы, наиболее релевантные рассматриваемому кейсу
Итеративная процедура	Формировался первоначальный список мер, уточненный в ходе интервью с практикующими специалистами
Оценка	Проведено пять полуструктурированных интервью с использованием итеративного процесса
Мультиметодологическая процедура	Изучалась литература, проводился кросс-структурный анализ на основе метода DSR, оценивалось соответствие критериям Беккера
Определение проблемы	Задача — раннее обнаружение дублирующих функций. Ограничений по использованию предложенной модели не выявлено, кроме практики конкретных организаций. Модель подходит любой организации независимо от ее места в классификации, представленной в публикации [Pereira et al., 2013]
Промежуточный мониторинг и презентация результатов	Результаты оценки представляются в виде индивидуальных отчетов для каждой организации либо межорганизационных. В первом случае оценивается текущий уровень зрелости организации. Составляется дорожная карта его повышения — последовательность шагов для достижения следующего уровня, сведения о предпринятых усилиях, действенных инструментах и недостающих мерах. В межорганизационном отчете содержатся результаты всех ранее проведенных оценок

Источник: составлено авторами.

Табл. 5. Выборка мер ИТ-платформ (до исключения дублирующих функций)

Мероприятие	ИТ-платформа
Выявлен ли дефект или проблема?	COBIT
Документирована ли проблема? Если да, все ли необходимые детали указаны?	ITIL
Разрабатываются ли способы обойти проблему после ее выявления?	CMMI-SVC
Анализируются ли изменения производительности процессов? Если да, проводятся ли измерения?	COBIT
Представляются ли заказчику выводы анализа?	ITIL
Ведется ли поиск временных решений проблемы?	ITIL
Выявлена ли проблема?	CMMI-SVC

Источник: составлено авторами.

личных организационных контекстах, представленных в табл. 8.

Из пяти собеседований, проведенных в 2018 г., два проходили в дистанционном, три — в очном формате. Средняя продолжительность составила 1 ч 46 мин. Анкета включала три блока вопросов:

- вводный — общие сведения о респонденте и представляемой им организации;
- основной — реализация управленческих мер;
- итоговый — мнение респондента о МЗ для управления проблемами.

Сведения об опрошенных организациях приведены в табл. 9. Их культура оценивалась на основе классификации, предложенной в работе [Matthyssens, Wursten, 2002].

Обследованные организации насчитывали не менее 1400 сотрудников и располагали крупными ИТ-отделами. Часть собранных сведений не подлежала публикации. Ни одна из обследованных организаций не смогла оценить свой уровень зрелости, что придает настоящему исследованию дополнительную актуальность.

Согласно выводам работы [Pereira, Mira da Silva, 2012] для достижения определенного уровня зрелости органи-

Табл. 6. Меры УП после выполнения первых двух этапов

Модель	Название процесса УП	Число мероприятий	Удельный вес (%)
ITIL	УП (<i>Problem Management</i>)	153	44
COBIT	УП (<i>Manage Problems</i>)	85	24
CMMI-SVC	Анализ причин и решение проблемы (<i>Causal Analysis and Resolution</i>)	111	32
Число мер до исключения дублирующих функций		349	100
Пересекающиеся функции		46	13
Число мер после отсеечения дубликатов		303	87

Источник: составлено авторами.

зациям необходимо реализовывать не менее 75% соответствующих ему мер. Наиболее характерным для обследованных организаций является уровень 2, за которым следуют 3, 4 и 5 соответственно (рис. 2). В целом организации уделяют больше внимания выявлению и управлению, но пренебрегают оценкой, постоянным совершенствованием и прогнозированием.

Результаты анализа отражены на рис. 3. Все организации имеют сходный уровень зрелости 2 (управляемый). Уровень 5 (оптимизированный) встречается реже всего, за ним следуют четвертый (количественно управляемый) и третий (регламентированный). Заметных различий в зависимости от типа организации не выявлено.

Вопреки ожиданиям обследованные организации находятся на уровне 1 (начальном). Ни одна из них не достигла 75%-го порога, позволяющего перейти на второй. Ближе всего к нему оказалась телекоммуникационная компания. Стратегии организаций преимущественно нацелены на достижение второго–третьего уровней. Чтобы процесс считался управляемым (уровень 2) или регламентированным (уровень 3), организациям необходимо реализовать от 12 до 37% оставшихся мер, что выглядит сложной задачей.

Наименьшую степень зрелости продемонстрировала компания, занимающаяся разработкой программного обеспечения, а максимальную — банк как единственная структура с примерно равными долями мер, отвечающих второму и третьему уровням. В остальных случаях заметно выше доля мер второго уровня с наибольшим значением для телекоммуникационного предприятия (удельный вес мер третьего уровня составляет лишь около 20%). В банке меры первых двух уровней более сбалансированы.

Общая ситуация в обследованных организациях соответствует теории МЗ: предыдущий уровень имеет решающее значение для достижения следующего. Например, нет смысла иметь более высокую долю третьего уровня по сравнению со вторым. Опрошенные организации следуют этой логике, поскольку ни в одной из них не выявлено превышения доли мер более высокого уровня над предшествующими. Таким образом, хотя ни одна из обследованных организаций не находится на втором уровне, реализация процесса управления проблемами носит скоординированный и сбалансированный характер.

Что касается эксплуатируемых платформ, то из пяти организаций одна пользуется CMMI-SVC (20%), остальные — ITIL (80%). Подобный расклад согласуется с выводами предшествующих исследований о том, что ITIL относится к числу самых востребованных платформ [Long, 2008; Saarelainen, Jantti, 2016], а ее меры реализуются наиболее активно как в абсолютном, так и в относительном выражении. Структура использования различных ИТ-платформ приведена в табл. 10.

Оценка

Интервью дополнялись анкетированием, в котором респонденты отвечали на вопросы, связанные с оценкой инструмента, которая оказалась в целом положительной (табл. 11). Некоторые отметили чрезмерную детализи-

Табл. 7. Процесс объединения

Мера	Уровень зрелости	ITIL	CMMI-SVC	СОВИТ
Выявлена ли проблема?	2	Документирована ли проблема?	Выявлен ли дефект или проблема?	Выявлена ли проблема?
Разрабатываются ли способы обхода проблемы?	3	Подыскиваются ли временные решения проблемы?	—	Предпринимаются ли попытки обойти проблему после ее выявления?
Анализируются ли изменения производительности процессов? Если да, проводятся ли измерения?	4	—	Анализируются ли изменения производительности процессов? Если да, проводятся ли измерения?	—
Представляются ли заказчику итоговые выводы?	5	Представляются ли заказчику итоговые выводы?	—	—

Источник: составлено авторами.

Табл. 8. Информация об участниках интервью

Страна	Должность	Опыт работы в сфере ИТ (лет)	Продолжительность интервью (ч)	Формат интервью
Португалия	Менеджер по ИТ	18	2 ч. 40 мин.	Очное
Португалия	Руководитель ИТ-отдела	8	1 ч. 50 мин.	Очное
США	Руководитель группы поддержки пользователей приложений	12	1 ч. 30 мин.	Виртуальное
Португалия	Директор по ИТ	16	1 ч. 12 мин.	Виртуальное
Португалия	Директор по ИТ	20	1 ч. 20 мин.	Очное

Источник: составлено авторами.

Табл. 9. Факторный анализ и сведения об обследованных организациях

Отрасль	Число занятых (чел.)	ИТ-персонал (чел.)	Рынок	ИТ-стратегия	ИТ-структура	Культура
Телекоммуникации	2100	400	Глобальный	Гибкость	Децентрализованная	Пирамидальная
Энергетика, автоматизация, телекоммуникации	1400	28	Глобальный	Гибкость	Децентрализованная	Пирамидальная
Фармацевтика	42 000	1300	Глобальный	Эффективность	Федеральная	Конкурентная
Программное обеспечение	13 000	—	Глобальный	—	—	—
Банковские услуги	—	—	Глобальный	Гибкость	Федеральная	Пирамидальная

Источник: составлено авторами.

Рис. 2. Средний уровень реализации мероприятий

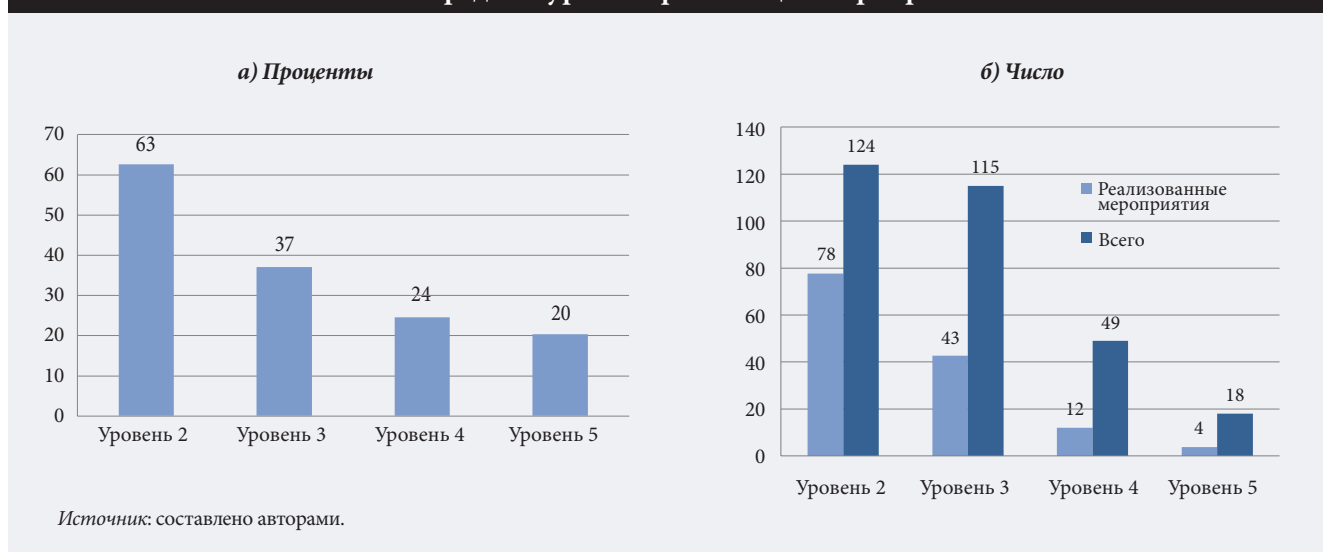
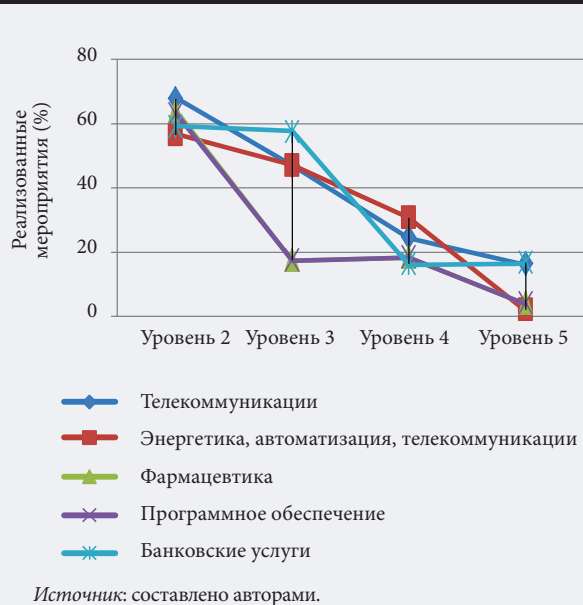


Рис. 3. Уровень зрелости организаций (реализованные меры по типу организации)



рованность и одновременно полноту обследования, что вполне объяснимо. Все опрошенные согласились, что предложенный метод полезен, поскольку дает исчерпывающее представление о процессе управления проблемами с использованием трех наиболее известных платформ. Ни одна мера не оказалась пропущенной, что подтверждает корректность выполнения первого и второго этапов разработки.

Обсуждение

Платформенные решения помогают компаниям повысить эффективность использования ИТ. Сдерживающими факторами для расширения масштабов их применения выступают сложность структуры [Serenko et al., 2016], проблемы с реализацией [de Haes, van Grembergen, 2017], дублирование функционала [Schlarman, 2007; Pereira, Mira da Silva, 2011], недостаточный учет специфики организации [Pereira, Mira da Silva, 2012]. Предложенный метод, основанный на мультиплатформенном принципе, позволяет преодолеть некоторые из этих ограничений, в частности дублирование и сложность платформ. После

Табл. 11. Оценка МЗ для УП

№ интервью	Полнота	Пропущенные мероприятия	Полезность
1	Слишком длинное / чрезмерно подробное	Нет	Да
2	Очень полное	Нет	Да
3	Да	Нет	Высокая
4	Очень	Нет	Да
5	Да	Нет	Да

Источник: составлено авторами.

практического тестирования респонденты признали его полезным и полным (ни одной меры не было пропущено). В работах [de Haes et al., 2013; Aguiar et al., 2018] подчеркивается сложность внедрения мультиплатформенных решений, которую многие организации испытывают на себе, что мешает им добиться максимальной эффективности при реализации таких подходов.

Предложенная модель синтезирует преимущества трех ранее упомянутых платформ (COBIT, CMMI-SVC, ITIL) в поддержке управления проблемами. Предварительный анализ подтвердил частичное дублирование их функционала — около 13% соответствующих мер предсмагивалось как минимум двумя из них.

Представленный метод может служить основой для изучения различных процедур ИТ-менеджмента. Его практическая значимость заключается в возможности определять степень зрелости управления проблемами, меры по ее повышению и устранению дублирующих функций, что позволит сэкономить ресурсы для решения других задач.

Получение новых знаний

Продуктивным механизмом извлечения знаний и представления новых идей научному сообществу выступают сопоставление и объединение результатов близких по тематике исследований. Наша предыдущая работа [Aguiar et al., 2018] фокусировалась на управлении событиями. Настоящее исследование учитывает некоторые из ее положений (сравнительный анализ приводится в табл. 12 и 13). В обоих исследованиях (табл. 12) максимальный процент дублирования выявлен в отношении механиз-

Табл. 10. Использование ИТ-платформ в рамках предлагаемой МЗ

Модели	ITIL	CMMI-SVC	COBIT	ITIL&CMMI-SVC	ITIL&COBIT	CMMI-SVC & COBIT	Все структуры	Итого
Всего мероприятий (число)	101	89	73	7	11	3	19	303
Всего мероприятий (%)	33.33	29.37	24.09	2.31	3.63	0.99	6.27	100
Дублирование процессов УП (%)				2.31	3.63	0.99	6.27	13.20
Реализовано мероприятий в среднем (число)	90	72	65	4	9	2	15	257
Реализовано мероприятий в среднем/всего (%)	29.70	23.76	21.45	1.32	2.97	0.66	4.95	—
Реализовано в среднем/в целом (%)	89.11	80.90	89.04	57.14	81.82	66.67	78.95	—

Источник: составлено авторами.

Табл. 12. Сопоставительный анализ: дублирование мер (%)

Дублирование мер	ITIL & CMMI SVC	ITIL & COBIT	CMMI-SVC & COBIT	Все	Итого
Управление сервисами	5.3	2.4	1.4	14.5	23.6
Управление проблемами	2.31	3.63	0.99	6.27	13.20

Примечание: в табл. 12 и 13 темным и светлым обозначены максимальные и минимальные значения для соответствующих платформ.
Источник: составлено авторами.

Табл. 13. Сопоставительный анализ: дублирование мер (%)

Реализованные мероприятия	ITIL	CMMI-SVC	COBIT	ITIL& CMMI-SVC	ITIL& COBIT	CMMI-SVC & COBIT	Все
Управление сервисами	70.1	79.0	72.2	77.4	62.5	71.4	84.1
Управление проблемами	89.11	80.90	89.04	57.14	81.82	66.67	78.95

мов, общих для всех трех рассматриваемых платформ, а самый низкий — по инструментам, присутствующим одновременно в COBIT и CMMI-SVC. Результаты, представленные в табл. 13, согласуются в меньшей степени. По-видимому, организации руководствуются разными соображениями при выборе средств для реализации указанных процессов.

Заключение

В попытке разработать метод, облегчающий реализацию мультиплатформенных решений за счет устранения дублирования, выбран один из ключевых ИТ-процессов – управление проблемами, для которого создана недублирующаяся МЗ. Эффективность метода подтверждена тестированием в пяти организациях.

Продemonстрировано пересечение функционала ИТ-платформ, на которое ранее указывали другие авторы. Из 349 проанализированных мер управления проблемами 46 признаны дублирующимися. Почти 15% механизмов присутствуют по крайней мере в двух из трех проанализированных платформах (табл. 10).

Библиография

- Aguiar J., Pereira R., Vasconcelos J. B., Bianchi I. (2018) An Overlapless Incident Management Maturity Model for Multi-Framework Assessment (ITIL, COBIT, CMMI-SVC). *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 13, 137–163. <https://doi.org/10.28945/4083>
- Ayat M., Sharifi M., Sahibudin S., Ibrahim S. (2009) *Adoption factors and implementation steps of ITSM in the target organizations*. Paper presented at the 2009 Third Asia International Conference on Modelling & Simulation 25–29 May 2009 Bundang, Indonesia. <https://doi.org/10.1109/AMS.2009.114>
- Becker J., Knackstedt R., Pöppelbuß J. (2009) Developing Maturity Models for IT Management. *Business & Information Systems Engineering*, 1(3), 213–222. <https://doi.org/10.1007/s12599-009-0044-5>
- Bianchi I.S., Sousa R.D., Pereira R. (2017) *IT Governance Mechanisms at Universities: An Exploratory Study*. Paper presented at the Twenty-third Americas Conference on Information Systems, August 2017, Boston, USA. https://www.researchgate.net/publication/319141074_IT_governance_Mechanisms_at_Universities_An_Exploratory_Study, дата обращения 16.05.2021.
- Bovim A., Johnston K., Kabanda S., Tanner M., Stander A. (2014) *ITIL adoption in South African: A Capability Maturity view*. Paper presented at the E-Skills for Knowledge Production and Innovation Conference 2014, Cape Town, South Africa. <http://proceedings.e-skillsconference.org/2014/e-skills049-060Bovim759.pdf>, дата обращения 17.06.2021.
- Carvalho J.V., Rocha Á., Abreu A. (2019a) Maturity Assessment Methodology for HIS M — Hospital Information System Maturity Model. *Journal of Medical Systems*, 43(2), 35. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-1143-y>
- Carvalho J.V., Rocha Á., van de Wetering R., Abreu A. (2019b) A maturity model for hospital information systems. *Journal of Business Research*, 94, 388–399. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2017.12.012>

Респонденты единодушно оценили полезность и полноту предложенного метода. Их ответы подтверждают, что использование ИТ-платформ остается сложной задачей, и инструменты, оптимизирующие мультиплатформенные решения, весьма востребованы [de Haes et al., 2013; Aguiar et al., 2018]. Наиболее популярной платформой оказалась ITIL: четыре опрошенные организации (80%) указали ее в качестве своей официальной, в пятой (20%) пользуются CMMI. Управление проблемами в обследованных организациях реализуется сбалансированно, хотя ни одна из них не достигла второго уровня. Порог в 75% дублирования демонстрируют меры, общие для всех трех указанных ИТ-платформ, а самый низкий — единые для COBIT и CMMI-SVC.

Ограничения исследования связаны с тем, что применительно к другим ИТ-процессам и организационным контекстам полученные выводы, вероятно, придется скорректировать. Предложенную модель предстоит протестировать на более широком круге организаций и разработать ее аналоги для остальных ИТ-процессов. Ключевой задачей, несмотря на сложность реализации, остается разработка интегрированной модели, охватывающей большинство имеющихся ИТ-процессов.

- Cater-Steel A., Tan W.-G., Toleman M. (2006) *Challenge of adopting multiple process improvement frameworks*. Paper presented at the 14th European Conference on Information Systems, ECIS 2006, Göteborg, Sweden, 2006. https://www.researchgate.net/publication/221408576_Challenge_of_adopting_multiple_process_improvement_frameworks, дата обращения 10.05.2021.
- De Bruin T., Freeze R., Kulkarni U., Rosemann M., Freeze R., Carey W.P. (2005) *Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model*. Paper presented at the 16th Australian Conference on Information Systems (ACIS 2005). <http://aisel.aisnet.org/acis2005>, дата обращения 08.06.2021.
- De Haes S., van Grembergen W. (eds.) (2017) *Strategic IT governance and alignment in business settings*. Hershey, PA: IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0861-8>
- De Haes S., van Grembergen W., Debrecey R.S. (2013) COBIT 5 and Enterprise Governance of Information Technology: Building Blocks and Research Opportunities. *Journal of Information Systems*, 27(1), 307–324. <https://doi.org/10.2308/isys-50422>
- De Maere K., De Haes S. (2017) *Is the Design Science Approach fit for IT Governance Research?* Paper presented at the 16th European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies, June 2017, Dublin. <https://www.proquest.com/openview/d898b4819205b18146e1bdd65bd615a/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1796413#:~:text=The%20results%20suggest%20that%20top,elements%20in%20their%20research%20design>, дата обращения 24.01.2021.
- Evelina E., Pia G., David H., von Würtemberg L.M., Waldo R.F. (2010) *Process improvement framework evaluation*. Paper presented at the 17th International Conference on Management Science & Engineering, 24–26 November 2010, Melbourne, VIC, Australia. DOI: 10.1109/ICMSE.2010.5719823.
- Flores J., Rusu L., Johannesson P. (2011) *A Maturity Model of IT Service Delivery*. Paper presented at the International Conference on Information Resources Management (CONF-IRM), June 2011. <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1009&context=confirm2011>, дата обращения 12.06.2021.
- Gama N., Sousa P., da Silva M.M. (2013) Integrating Enterprise Architecture and IT Service Management. In: *Building Sustainable Information Systems* (eds. H. Linger, J. Fisher, A. Barnden, C. Barry, M. Lang, C. Schneider), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, 153–165. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7540-8_12
- Gregor S., Hevner A.R. (2013) Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. *MIS Quarterly*, 37(2), 337–355. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-122240302>
- Herrera M., van Hillegerberg J. (2019) *Using Metamodeling to Represent Lean Six Sigma for IT Service Improvement*. Paper presented at the 21st IEEE Conference on Business Informatics (CBI), 15–17 July 2019, Moscow, Russia. <https://doi.org/10.1109/CBI.2019.00034>
- Hevner A.R., March S.T., Park J., Ram S. (2004) Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Huygh T., De Haes S., Joshi A., van Grembergen W. (2018) *Answering key global IT management concerns through IT governance and management processes: A COBIT 5 view*. Paper presented at the 51st Hawaii International Conference on System Sciences. DOI: 10.24251/HICSS.2018.665
- ISACA (2012) *COBIT 5: Enabling Processes*, Schaumburg, IL: Information Systems Audit and Control Association.
- ISACA (2013) *COBIT 5: Process Assessment Model (PAM)*, Schaumburg, IL: Information Systems Audit and Control Association.
- Jansen S. (2020) A focus area maturity model for software ecosystem governance. *Information and Software Technology*, 118, 106219. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2019.106219>
- Kappelman L., Johnson V., Torres R., Maurer C., McLean E. (2019) A study of information systems issues, practices, and leadership in Europe. *European Journal of Information Systems*, 28(1), 26–42. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2018.1497929>
- Long J.O. (2008) *ITIL® Version 3 at a Glance: Information Quick Reference*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, <https://doi.org/10.1007/978-0-387-77393-3>
- March S.T., Smith G.F. (1995) Design and natural science research on information technology. *Decision Support Systems*, 15(4), 251–266. [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2)
- Matthyssens P., Wursten H. (2002) Internal Marketing. *Cross-cultural marketing* (eds. R. Rugimbana, S. Nwankwo), Toronto, ON: Thompson Educational Publishing, pp. 243–256.
- Patón-Romero J.D., Baldassarre M.T., Rodríguez M., Piattini M. (2018) Green IT Governance and Management based on ISO/IEC 15504. *Computer Standards & Interfaces*, 60, 26–36. <https://doi.org/10.1016/J.CSI.2018.04.005>
- Peppers K.E.N., Tuunanen T., Rothenberger M.A., Chatterjee S. (2007) A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <https://doi.org/10.2307/40398896>
- Pereira R., Almeida R., Mira da Silva M. (2013) *How to Generalize an Information Technology Case Study*. Paper presented at the 8th Design Science Research in Information Systems and Technology (DESRIST), June 11–12, 2013, Helsinki, Finland. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38827-9_11
- Pereira R., Mira da Silva M. (2010) *ITIL maturity model*. Paper presented at the 2010 5th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), June 16–19, Santiago de Compostela, Spain.
- Pereira R., Mira da Silva M. (2011) *A Maturity Model for Implementing ITILv3*. Paper presented at the IEEE 15th International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops, 29 August – 2 September 2011, Helsinki, Finland. DOI: 10.1109/EDOCW.2011.30
- Pereira R., Mira da Silva M. (2012) Designing a new integrated IT governance and IT management framework based on both scientific and practitioner viewpoint. *International Journal of Enterprise Information Systems (IJEIS)*, 8(4), 1–43. <https://doi.org/doi:10.4018/jeis.2012100101>
- Rai A. (2017) Diversity of Design Science Research. *MIS Quarterly*, 41(1), 3–18. <https://aisel.aisnet.org/misq/vol41/iss1/2>, дата обращения 19.11.2020.
- Rohloff M. (2008) *A Reference Process Model for IT Service Management*. Paper presented at the AMCIS 2008 Conference, 14–17 August 2008, Toronto, ON, Canada. <http://aisel.aisnet.org/amcis2008/2>, дата обращения 19.11.2020.

- Saarelainen K., Jantti M. (2016) Quality and human errors in IT service infrastructures — Human error based root causes of incidents and their categorization. Paper presented at the 11th International Conference on Innovations in Information Technology (IIT), 1-3 November 2015, Dubai, United Arab Emirates. <https://doi.org/10.1109/INNOVATIONS.2015.7381541>
- Sahibudin S., Sharifi M., Ayat M. (2008) *Combining ITIL, COBIT and ISO/IEC 27002 in order to design a comprehensive IT framework in organizations*. Paper presented at the 2nd Asia International Conference on Modelling & Simulation (AMS), 13–15 May 2008, Kuala Lumpur, Malaysia. <https://doi.org/10.1109/AMS.2008.145>
- Schlarman S. (2007) Selecting an IT control framework. *Information Systems Security*, 16(3), 147–151. <https://doi.org/10.1080/10658980701225440>
- SEI (2010) *CMMI® for Services, Version 1.3 CMMI-SVC, V1.3 Improving processes for providing better services*, Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute.
- Serenko A., Bontis N., Hull E. (2016) An application of the knowledge management maturity model: The case of credit unions. *Knowledge Management Research & Practice*, 14(3), 338–352. <https://doi.org/10.1057/kmrp.2014.37>
- Sharifi M., Ayat M., Ibrahim S., Sahibuddin S. (2009) The most applicable KPIs of problem management process in organizations. *International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology*, 10(3), 77–83. <http://ijssst.info/Vol-10/No-3/paper8.pdf>, дата обращения 22.06.2021.
- Simonsson M., Johnson P., Wijkström H. (2007) *Model-Based IT Governance Maturity Assessments with Cobit*. Paper presented at the 15th European Conference on Information Systems, ECIS 2007, St. Gallen, Switzerland. <http://aisel.aisnet.org/ecis2007>, дата обращения 17.11.2020.
- Tan W.-G., Cater-Steel A., Toleman M. (2010) Implementing IT service management: A case study focusing on critical success factors. *Journal of Computer Information Systems*, 50(2), 1–12. <https://doi.org/10.1080/08874417.2009.11645379>
- Uskarcı A., Demirörs O. (2017) Do staged maturity models result in organization-wide continuous process improvement? Insight from employees. *Computer Standards and Interfaces*, 52, 25–40. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2017.01.008>
- Venable J.R., Pries-Heje J., Baskerville R. (2017) *Choosing a Design Science Research Methodology*. Paper presented at the 28th Australasian Conference on Information Systems, 4–6 December 2017, Hobart, Australia. <http://hdl.handle.net/20.500.11937/70119>, дата обращения 18.05.2020.
- Vitoriano M.A.V., Neto J.S. (2016) Information technology service management processes maturity in the Brazilian Federal direct administration. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 12(3), 663–686. <https://doi.org/10.4301/S1807-17752015000300009>
- Webster J., Watson R.T. (2002) Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly*, 26(2), 13–23. <https://doi.org/10.1.1.104.6570>

Обучение Форсайт-компетенциям и его интеграция в университетские программы

Анна Кононюк

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

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

Анна Сачио-Шиманьска

Исследователь ^a, координатор проекта beFORE ^b, anna@4cf.pl

^a 4CF Strategic Foresight, Польша, Plac Trzech Krzyzy 10/14, 00-499 Warszawa, Poland

^b Институт устойчивых технологий — Научно-исследовательская сеть им. Лукашевича (Research Network — Lukasiewicz Institute for Sustainable Technologies), Польша, K. Pulaskiego 6/10, Radom, Poland

Штефани Олленбург

Научный сотрудник, s.ollenburg@fu-berlin.de

Свободный университет Берлина (Freie Universitaet Berlin), Германия, Fabeckstr. 37, 14195 Berlin, Germany

Леонелло Тривелли

Научный сотрудник, leo.trivelli@gmail.com

Университет Пизы, кафедра гражданского и промышленного инжиниринга (University of Pisa, Department of Civil and Industrial Engineering), Италия, Largo L. Lazzarino 56122, Pisa, Italy

Аннотация

В контексте ускоряющихся перемен и неопределенности университеты не успевают обновлять свои образовательные программы, обогащать их новыми знаниями и практиками. Форсайт-компетенции и «работа с будущим» в целом сегодня приобретают особую актуальность. Однако обмен знаниями между вузовской наукой и предпринимательской сферой в этом плане остается ограниченным.

В статье представлены результаты международного проекта beFORE по развитию Форсайт-навыков и футурологической грамотности (*futures literacy*), в рамках которого разработан специальный образовательный курс как возможное решение для расширения

вузовских программ. Компетенции, транслируемые в рамках предлагаемого курса, актуальны и применимы в разных направлениях, при том что он создавался с ориентацией на предпринимательский сектор, университетских преподавателей и студентов.

В ходе исследования выявлены два блока компетенций — общие и специальные, которые тесно связаны между собой. Представленный курс обладает гибкой структурой. Его модули можно изучать в любом порядке и адаптировать к потребностям разных категорий учащихся. Предусмотрен набор готовых обучающих траекторий, которые могут служить ориентиром.

Ключевые слова: Форсайт; долгосрочные стратегии; ориентация на будущее; футурологическая грамотность; предпринимательство; компетенции; электронное обучение

Цитирование: Kononiuk A., Sacio-Szymańska A., Ollenburg S., Trivelli L. (2021) Teaching Foresight and Futures Literacy and Its Integration into University Curriculum. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 105–121. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.105.121

Teaching Foresight and Futures Literacy and Its Integration into University Curriculum

Anna Kononiuk

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

Bialystok University of Technology 45 AWiejska Street, 15-351 Bialystok, Poland

Anna Sacio-Szymańska

Researcher ^a and beFORE Project Coordinator ^b, anna@4cf.pl

^a4CF Strategic Foresight, Plac Trzech Krzyży 10/14, 00-499 Warszawa, Poland

^bLukasiewicz Research Network — Institute for Sustainable Technologies, K. Pulaskiego 6/10, 26-600 Radom, Poland

Stefanie Ollenburg

Researcher, s.ollenburg@fu-berlin.de

Freie Universitaet Berlin, Fabeckstr. 37, 14195 Berlin, Germany

Leonello Trivelli

Researcher, leo.trivelli@gmail.com

University of Pisa, Department of Civil and Industrial Engineering, Largo L. Lazzarino 56122, Pisa, Italy

Abstract

Despite the accelerated dynamics of the environment, higher education institutions slowly update their curricula in entrepreneurship education according to global challenges and market needs. Moreover, knowledge and good practice exchanges between educators of futures studies, business representatives, and academics is limited. This article aims to present a methodology for prototyping an online course for individuals to become more future-oriented in their professional and personal settings. The main research problems tackled by the authors relate to: 1) the identification of competences that would help academics, entrepreneurs, and students to deal with uncertainty and to 2) convey the competences to the target groups through learning topics selected from futures

studies and the entrepreneurship repertoire. The authors of the article undertook and coordinated theoretical and empirical research on foresight and Futures Literacy and its correspondence with entrepreneurship within the beFORE project funded under the Erasmus+ program's Knowledge Alliance scheme. The research process resulted in the identification of 12 key competence items and the development of a free, approximately 34-hour-long online course consisting of seven self-standing modules, 25 lessons, and 79 learning topics corresponding to these competences. The originality of the paper is in its contribution to the discussion on the competences and online course content that efficiently increase the capacities of using the future(s) in professional, academic, and personal settings.

Keywords: foresight; long-term strategies; future-orientation; Futures Literacy; entrepreneurship; competences; eLearning

Citation: Kononiuk A., Sacio-Szymańska A., Ollenburg S., Trivelli L. (2021) Teaching Foresight and Futures Literacy and Its Integration into University Curriculum. *Foresight and STI Governance*, 15(3), 105–121. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.105.121

Предпринимательская активность генерирует перемены и способствует перегруппировке баланса рыночных сил, что ведет к усилению неопределенности [Knight, 1921; Schumpeter, 1934; Walras, 1954]. В числе главных качеств предпринимателей выделяется способность предвидеть новый контекст, в котором продукты и услуги будут определять стиль жизни, формы общества и уровни благосостояния. Европейская комиссия реализует «План развития предпринимательства», направленный на восстановление экономического роста в Европе [European Commission, 2012]. Инициативы по поддержке создания новых компаний множатся в мировом масштабе [Bridge, 2017], увеличивается число программ обучения предпринимательству [Jones et al., 2018]. Активно ведутся исследования способностей и компетенций, в которых нуждается новое поколение предпринимателей [Thomassen et al., 2018]. Текущие программы включают финансовую [Ratcliffe, Ratcliffe, 2015] и экономическую грамотность [Fontela, 2006], управление человеческими ресурсами [Hurst, 2014]. Однако действующим и будущим предпринимателям требуются знания о моделях и инструментах, позволяющих разрабатывать и совершенствовать стратегии, обеспечивающие устойчивость в динамике перемен. В них учитываются потенциальные вызовы и возможности, подрывающие современные представления о будущем. На этой основе создается надежный фундамент в виде решений, протестированных в контексте альтернативных сценариев и изменений внешней среды. Для разработки подобных стратегий необходимо мыслить категориями Форсайта и обладать футурологической грамотностью (*futures literacy*)¹.

В статье представлена методология разработки образовательного курса для подготовки предпринимателей, умеющих «работать с будущим»², который может стать частью учебных планов факультетов предпринимательства. Концептуальную базу нашего подхода составляют теория и практика исследований будущего и стратегического Форсайта [Hines et al., 2017; Dannenberg, Grapentin, 2016; Ratcliffe, Ratcliffe, 2015; van der Laan, Erwee, 2012; Rohrbeck, 2011].

Ориентированное на будущее мышление (*futures-oriented thinking*) и футурологическая грамотность — близкие понятия и используются в нашей статье как синонимы. На наш взгляд, эти компетенции — неотъемлемые составляющие подготовки к будущему. Инструменты исследования будущего, такие как идентификация трендов, анализ взаимосвязей между ними и разработка сценариев, структурируют мышление. Умение «работать с будущим» должно стать навыком XXI века наряду с цифровой и информационной грамотностью [Stordy, 2015]. Способность осмысливать и конструировать будущее для разных целей соответствующими способами помогает предпринимателям

отвечать на новейшие вызовы [Miller, 2018]. Стремясь внести вклад в ее развитие, мы предлагаем разработку образовательного курса Форсайта и футурологической грамотности продолжительностью примерно 34 часа.

Цель и вопросы исследования

Ориентированное на будущее мышление и связанные с ним компетенции приобретаются изучением концепций, методов Форсайта и путей их практического применения [Alsan, 2008; Miller, 2018]. Опираясь на исследования [Nanus, 1997; Alsan, 2008; Miller, 2018], мы выдвигаем гипотезу, что интеграция теории и практики Форсайта в обучение предпринимательству поможет сформировать уникальную бизнес-культуру и повысить устойчивость компаний. Тем не менее университеты пока слабо реагируют на меняющийся контекст корректировкой существующих программ по предпринимательству [Clark, 2003].

В статье представлен методологический подход к разработке и реализации открытого онлайн-учебного курса по формированию у предпринимателей стратегического мышления. В качестве примера рассматривается программа Erasmus+Knowledge Alliance «Подготовка ориентированных на будущее предпринимателей в университетах и компаниях» (Becoming Future-Oriented Entrepreneurs in Universities and Companies, beFORE)³, ее методология и разработанный на этой основе прототип курса по обучению «стратегическим» компетенциям.

Статья развивает дискуссию о компетенциях и содержании программ, способных эффективно расширить возможности для осмысления будущих перспектив на профессиональном, академическом и персональном уровнях. Поставлены следующие исследовательские вопросы.

1. Какие компетенции необходимы для эффективной работы с будущим?
2. Изучение каких тем окажется наиболее действенным для развития подобных компетенций в рамках комплексного курса?

Исходя из анализа разработки программы в рамках проекта beFORE (рис. 1), предлагаются способы выявления ориентированных на будущее компетенций через призму учебного материала (предложение) и первоочередных потребностей целевых групп (спрос).

Определение потребностей в Форсайт-компетенциях

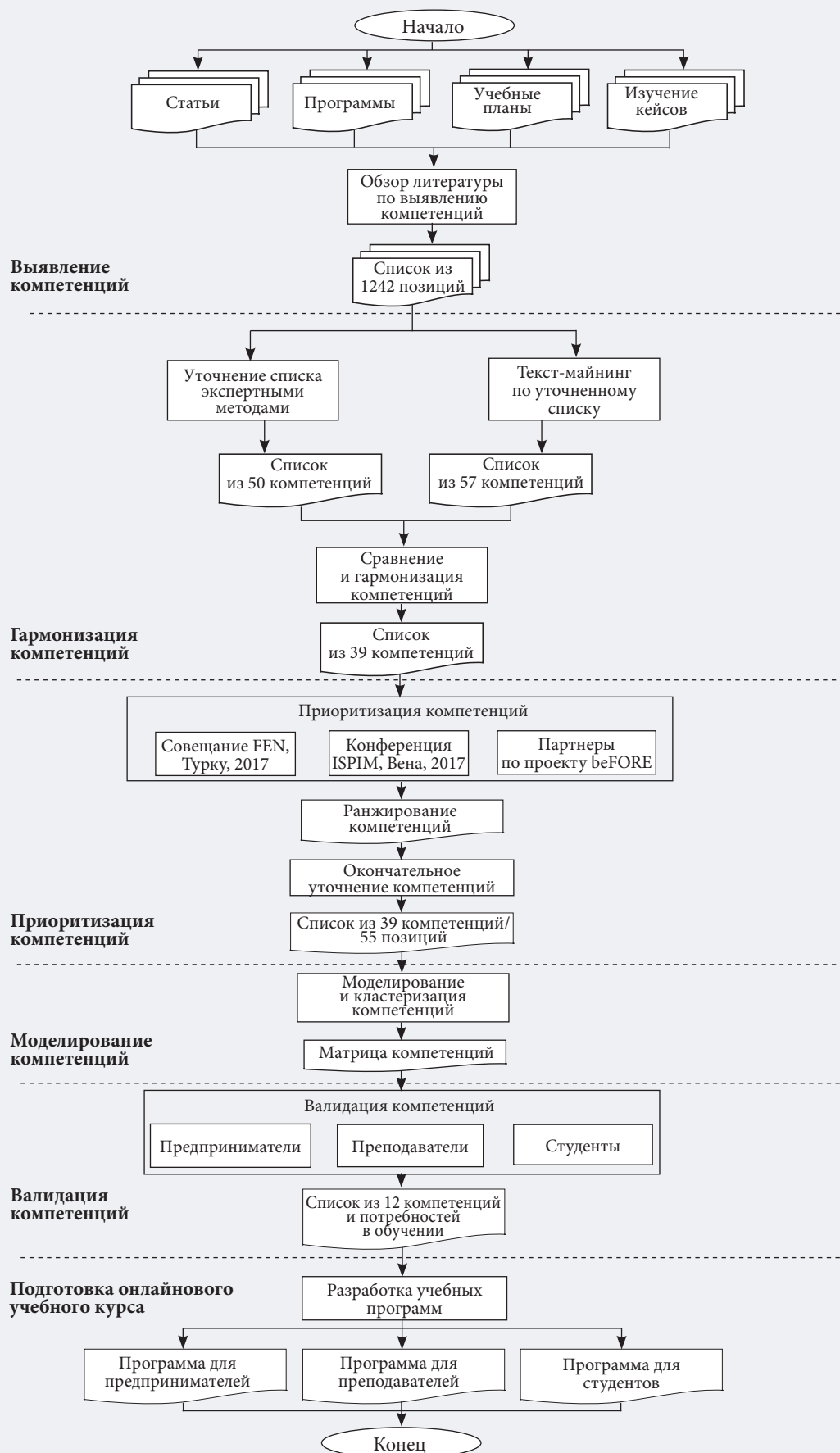
Анализ литературы и кейсов

В условиях нестабильности у профессионалов, умеющих работать с будущим, больше шансов на лучшие карьерные возможности [Kaivo-oja, Laureus, 2018; Gudanowska et al., 2020]. В стратегическом мышлении значимую роль

¹ Футурологическая грамотность — когнитивная способность, позволяющая мысленно конструировать альтернативные представления о будущем, переосмысливать и обогащать их, расширяя границы восприятия настоящего с последующей корректировкой. Подобные навыки служат основой для сознательного стимулирования перемен либо ответа на возникающие вызовы [Miller, 2018].

² Используется определение предпринимателя как человека, способного точно оценить ситуацию, людей, факты, события и использовать эти знания на практике (Online Oxford Dictionary 2017). Режим доступа: <https://english.stackexchange.com/questions/79572/single-word-for-taking-advantage-of-the-situation>, дата обращения 14.05.2021.

Рис. 1. Разработка учебного курса



Источник: составлено авторами.

играет развитое воображение, позволяющее эффективно разрабатывать сценарии будущего [Inayatullah, 2008]. Преподавание Форсайт-компетенций — часть стратегий по обогащению содержания высшего образования [Sajwani et al., 2021]. Помимо обучения навыкам постановки целей и их реализации образовательный процесс следует дополнить умением превентивно реагировать на перемены [ETF, 2017; Kononiuk et al., 2020]. Подобные компетенции являются частью динамического потенциала «обучающихся организаций». Возникает расширенное понимание того, как трансформировать бизнес-процессы, эффективнее перераспределить ресурсы и повысить точность предвидения в условиях неопределенности [Arpentieva et al., 2020].

Первым этапом настоящего исследования стало выявление Форсайт-компетенций для их последующей интеграции в программы обучения предпринимательству. Традиционное понимание компетенций (навыки эффективного решения задач) дополняются таким атрибутом, как способность индивида эффективно действовать в новых ситуациях [Volpentesta, Felicetti, 2011; Gudanowska et al., 2020; Suleiman, Abahre, 2020]. Выявлен широкий спектр компетенций, которые могут считаться для предпринимателей необходимыми или по крайней мере полезными. Так, часто упоминаются готовность рисковать и управлять рисками [Jain, 2011; Morris et al., 2013], творческое, новаторское мышление [Bell, 2009; Rohrbeck, 2011], внутренний локус контроля [Jain, 2011], коммуникабельность, оперативное выявление возможностей [Rohrbeck, 2011], извлечение уроков из ошибок [Lewrick et al., 2010]. Другие примеры приведены в табл. 1.

Форсайт-компетенции освобождают от ментальных шаблонов, повышают чувствительность к ранним сигналам перемен, помогают ставить под сомнение стереотипы, видеть проблему с разных точек зрения, идентифицировать противоположные тенденции, понимать природу сложности, целостно охватывать контекст, осознавать характер перемен, оспаривать консенсус, осознавать риски избыточной эффективности (ради которой могут быть принесены в жертву недостаточно осознанные источники конкурентных преимуществ) [Weiner, Brown, 2008; Martin, 2019]. Они не тождественны предпринимательским, но могут быть комплементарными. В зависимости от представляемой дисциплины исследователи фокусируются на определенных компетенциях (Форсайт, исследования будущего) и по-разному используют концепцию «будущего».

В качестве основ для рассматриваемых компетенций выделяют: аналитические и социальные навыки [Bell, 1997; Inayatullah, 2008; Ratcliffe, Ratcliffe, 2015], творческий потенциал [Chiu, 2012], превентивное реагирование, междисциплинарный охват [Dannenberg, Grapertin, 2016],

оценку имеющихся ресурсов для формирования будущего [Miller, 2018]. Обзор литературы нацелен прежде всего на персональные компетенции, но были также проанализированы несколько работ [Rohrbeck, 2011; Grim, 2009; Fuller et al., 2008], расширяющих представление о контексте исследований предпринимательства и Форсайта, что позволило выявить важнейшие составляющие стратегического потенциала организаций. Они охватывают такие аспекты, как: работа с информацией, совершенствование инструментария, кадровые ресурсы и нетворкинг, дизайн процессов, организационная культура [Rohrbeck, 2011], лидерство, фрейминг, сканирование, прогнозирование, формирование сценариев [Grim, 2009], экспериментирование и т. п. [Fuller et al., 2008].

Анализировались лучшие практики корпоративно-го Форсайта и образовательных программ, выявленные по критериям универсальности, воспроизводимости, методологического характера, новизны [Xu, Yeah, 2012] и относящиеся к передовым бизнес-моделям. Источниками контента являлись прямые контакты с представителями компаний, их сайты и научные публикации [Hiltunen, 2013; Rudzinski, Uerz, 2014; Andriopoulos, Gosti, 2006; Cuhls, Johnston, 2008; Wippel, 2014; van der Heijden, 2000; van Atta et al., 2011; Rohrbeck 2011; Song, Hormuth, 2013; Keller, 2013]. Дополнительно изучались 17 курсов Форсайта из разных стран, отобранных на основе ранее упомянутых критериев из базы данных программ высшего образования, объединяющих исследования будущего, предпринимательство и инновационную деятельность [Ejdys et al., 2019]. Всего проанализировано 193 источника и выявлено 1242 навыка.

Уточнение списка компетенций

Второй этап исследования заключался в систематизации идентифицированных ранее навыков. Для этого параллельно проводился качественный анализ компетенций экспертами по Форсайту и текст-майнинг [Fareri et al., 2020; Lefebvre et al., 2013] ключевых слов из литературы для определения набирающих популярность компетенций, а также их обсуждение в целевых группах (студенты, преподаватели и предприниматели). Таким образом, выполнена триангуляция методов исследования⁴. Сформирован пилотный список из 39 компетенций (бокс 1).

Приоритизация, моделирование и кластеризация навыков

Упомянутый перечень оценивали 39 экспертов по Форсайту в трех группах. В первую входили участники совещания FEN⁵ и конференции Futures of a Complex World (13–14 июня 2017 г., Турку, Финляндия). Вторую составили делегаты XXVIII конференции ISPIM⁶ (18–21 июня 2017 г., Вена, Австрия). Третья включала партне-

³ Режим доступа: <http://futureoriented.eu/>, дата обращения 14.05.2021.

⁴ В социальных науках концепция триангуляции носит скорее метафорический характер. Она подразумевает оценку изучаемого явления с разных точек зрения для всеохватного понимания его многогранной природы [Denzin, 1978; Jonsen, Jehn, 2009] и повышения надежности исследования [Begley, 1996].

⁵ Европейская Форсайт-сеть (Foresight Europe Network). <http://www.feneu.org/>, дата обращения 18.04.2021.

⁶ Международное общество профессионалов менеджмента инновационной деятельности (International Society for Professional Innovation Management). Режим доступа: <https://www.ispim-innovation.com/>, дата обращения 22.05.2021.

Табл. 1. Ориентированные на будущее предпринимательские компетенции

Авторы	Компетенции ориентированного на будущее предпринимателя
[Inayatullah, 2008]	Осмысление — понимание сути прошлого, настоящего и ожиданий в отношении будущего («картирование»), осознание подразумеваемых допущений в отношении перемен («хронометраж будущего»), эпистемологических основ реальности, например дискурсов и мифов («глубокое погружение в будущее») Формулирование предпочтений или осознанный выбор на нормативной основе («преобразование будущего») Логическое мышление, извлечение выводов из исторического опыта («предвосхищение»)
[Weiner, Brown, 2008]	Улавливание сигналов перемен, оспаривание стереотипов и консенсусных точек зрения, рассмотрение проблемы с разных точек зрения, склонность к выявлению противоположных тенденций, понимание сложных явлений и эволюционных изменений, полный охват контекста, осознание рисков избыточной эффективности
[Bell, 2009]	Перспективное мышление — умение представлять и анализировать альтернативные варианты будущего Творческий подход, нестандартное мышление — способность представлять варианты будущего, выходящие за рамки очевидных тенденций Развитое воображение в сочетании с мышлением, основанным на фактах: увязывание картин будущего с текущими действиями и их последствиями
[Lewrick et al., 2010]	Способность учиться на ошибках Социальные навыки — понимание позиции клиента Управленческий потенциал, лидерские качества — принятие решений в отношении новых бизнес-моделей, понимание важности оценочных систем для контроля реализации стратегических инновационных инициатив
[Jain, 2011]	Обнаружение новых возможностей, готовность к риску (умеренная либо высокая — мнения исследователей расходятся), новаторство, интуиция, терпимость к неопределенности, мотивация к получению результатов (склонность к планированию, постановке целей, сбору информации и обучению), внутренний локус контроля, здоровое самоуважение, высокий уровень самостоятельности
[Rohrbeck, 2011]	Умение собирать данные из внешних источников, эффективно распространять информацию и знания в организации, способность не ограничиваться пределами компании, постоянное сканирование периферии, готовность воплощать стратегию в действия, ясное и лаконичное формулирование мыслей, творческое выявление возможностей, готовность к риску, стимулирование других к новому начинанию, создание атмосферы доверия
[Chiu, 2012]	Гибкое поведение, формирование представлений о возможных вариантах будущего, творческое мышление
[Heinonen, Ruotsalainen, 2012]	Умение взаимодействовать с другими, сотрудничать; грамотное планирование времени, знание систем, технологические, экологические и социокультурные компетенции
[van der Laan, Erwee, 2012]	Способность анализировать будущее, ориентация на перспективу, интерес к долгосрочным трендам, формирование «общей картины» будущего, адаптация к новым ситуациям и помощь другим, учет многообразия вариантов, возможность ответа на многочисленные вызовы, гибкое лидерство, принятие новых тенденций, управление распространением инноваций, экспериментирование с возникающими тенденциями, анализ новых возможностей, отстаивание собственной позиции, умение управлять переменами и противодействовать нежелательным сценариям
[Morris et al., 2013]	Идентификация и оценка возможностей, управление рисками, формирование и представление убедительных картин будущего, настойчивость, творческое решение проблем, способность привлекать ресурсы, навыки «партизанской войны», умение создавать стойкость, сохранять фокус на цели, проявлять гибкость, устойчивость, самостоятельность, формировать и пользоваться сетями контактов
[Ratcliffe, Ratcliffe, 2015]	Осознание самого себя, ситуации, внешней среды, подлинности — ценности, истина, направление, доброжелательность, общение, формирование культуры отношений, способность смело отвечать на вызовы, вдохновлять, организовывать, моделировать, поощрять Адаптивность — рассмотрение разных вариантов достижения цели, целостный охват системного контекста, принятие различий, готовность действовать, объединять людей, управлять «умным» итеративным процессом
[Dannenbergh, Grapentin, 2016]	Синтезирование новых перспектив, глобальное восприятие создания знаний, междисциплинарный подход в мышлении и действиях, выявление и оценка рисков, неопределенности; совместное планирование и осуществление действий, проявление сочувствия и солидарности
[Gheorghiu et al., 2016]	Обеспечение прозрачности экосистемы, мониторинг новых глобальных трендов, сканирование горизонтов для выявления слабых сигналов (технологические радары и др.) Налаживание предпринимательского диалога за счет партисипативного поиска консенсуса
[Miller, 2018]	Форсайтная грамотность — способность оценивать имеющийся потенциал для формирования будущего Осмысление — умение исследовать, «изобретать», конструировать окружающий мир, осмысление перемен и новой реальности

Источник: составлено авторами по материалам перечисленных работ.

ров по проекту beFORE — представителей академических кругов и бизнеса.

Оценка проводилась с помощью специальных анкет. По ее результатам из рассматриваемых 39 компетенций выявлены важнейшие. На заключительном этапе была разработана карта компетенций для университетских программ, соотносенных с тремя указанными целевыми группами (студентами, преподавателями и предприни-

мателями), ранжированными по горизонту ориентации на будущее. Основное внимание уделялось предметной области компетенций, соответствующим целевым группам и временным рамкам (ориентации на краткое, средне- и долгосрочное будущее) [Bell, 1997; Kreibich et al., 2011; Gidley, 2016]. Создана матрица из четырех квадрантов, соответствующих четырем основным предметным областям компетенций по спецификации ЕС⁷.

⁷ Режим доступа: <http://www.eucen.eu/EQFpro/GeneralDocs/FilesFeb09/GLOSSARY.pdf>, дата обращения 09.03.2020.

Бокс 1. Предварительный список из 39 компетенций

1. Выявление и анализ тенденций в микро- и макросреде деятельности компании
2. Улавливание и интерпретация слабых сигналов перемен и подрывных событий («джокеры» и аномальные явления)
3. Определение факторов, влияющих на использование компаниями стратегического форсайта
4. Постановка измеримых целей при формировании картин будущего, оптимальных для организации
5. Умение работать в команде
6. Владение навыками «партизанской войны» для оспаривания стереотипов
7. Сбор, анализ и интерпретация данных (в т. ч. с помощью ИТ-инструментов)
8. Инициативность — самостоятельное принятие стратегических мер, предприимчивость
9. Осмысление происходящего
10. Разработка системы показателей для контроля реализации инновационных стратегий
11. Инструкторские навыки
12. Грамотная коммуникация с персоналом компании, представителями других отраслей и заинтересованными сторонами
13. Управление проектами
14. Способность повысить устойчивость организации
15. Навыки выполнения стратегического форсайта в организации
16. Системное мышление
17. Готовность к риску
18. Динамическое управление переменами и неопределенностью
19. Формирование контактных сетей внутри и вне компании
20. Умение находить решения в сложной ситуации
21. Осознание рисков избыточной эффективности
22. Разработка и реализация стратегий
23. Навыки тайм-менеджмента (работа в режиме реального времени, оптимальное использование нестыкровок в графиках, умение ценить медленный темп жизни, развитие ориентированного на будущее мышления, способность помнить о будущем)
24. Нестандартное мышление
25. Воплощение новых идей в бизнес-практику
26. Дизайн-мышление
27. Применение сценарного подхода в организации
28. Формирование коллективных картин будущего организации и индивидуальных — для ее членов
29. Выявление востребованных товаров и услуг
30. Признание неполноты имеющихся знаний
31. Нелинейное мышление
32. Оперирование многообразием инструментов форсайта
33. Владение инструментами технологического менеджмента (картирование технологий, оценка их потенциала, жизненного цикла, приоритизация, технологический аудит, разработка дорожных карт)
34. Обнаружение неудовлетворенных потребностей
35. Выявление продуктов, приносящих реальную пользу
36. Освоение перспективных бизнес-возможностей
37. Оптимальное распределение ресурсов для достижения максимальных результатов
38. Умение видеть картину в целом
39. Принятие неопределенности

Источник: [Kononiuk et al., 2017].

- **Знания.** Когнитивные способности (С), включая использование теорий и концепций, а также некодифицированные сведения, полученные экспериментальным путем.
- **Технические способности.** Функциональные компетенции (F) — то, что необходимо делать в ходе выполнения рабочих обязанностей, учебы, социального взаимодействия и т. п.
- **Социальные навыки.** Личностные компетенции (P), включая правила поведения в разных ситуациях.
- **Этические компетенции (E).** Самооценка, наличие определенных личных и профессиональных ценностей.

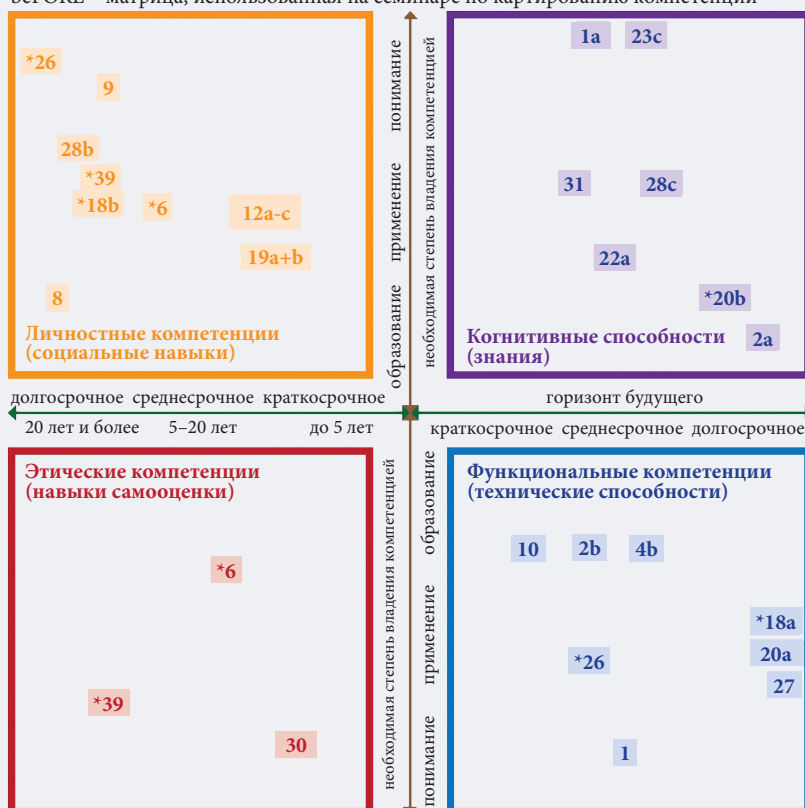
На рис. 2 по оси X показана принадлежность компетенций к временным горизонтам, демонстрирующая их важность для осознания перспектив, принятия решений с последующими шагами — в настоящем и будущем — на разных уровнях: индивидуальном, организационном, экосистемном, глобальном.

Введена следующая градация временных горизонтов: краткосрочный — до 5 лет (S), среднесрочный — от 5 до 20 лет (M) и долгосрочный — 20 и более лет (L). Ось Y отражает вклад компетенций в выполнение задач обучения разных целевых групп работе со знаниями: студенты — получение и усвоение (U), предприниматели — правильное использование (A), преподаватели

Рис. 2. Карта компетенций

1. Определение тенденций в микро- и макросреде деятельности организации
- 1а. Определение тенденций в микро- и макросреде деятельности компании
- 2а. Поиск и фиксирование слабых сигналов (подрывных) перемен («джокеры», аномальные явления)
- 2б. Интерпретация слабых сигналов (подрывных) перемен («джокеры», аномальные явления)
- 4б. Определение и формирование предпочтительных для организации сценариев будущего
- *6. Владение навыками «партизанской войны» для оспаривания стереотипов
8. Инициативность (самостоятельное принятие стратегических мер, предприимчивость)
9. Осмысление происходящего
10. Разработка системы показателей для контроля реализации стратегических инновационных инициатив
- 12а-с. Коммуникация с персоналом компании, представителями других отраслей и заинтересованными сторонами
- *18а. Управление переменами и неопределенностью (динамические способности)
- *18б. Управление зарождающимися переменами и неопределенностью
- 19а+б. Формирование контактных сетей как внутри, так и вне компании
- *20б. Нахождение решений в сложной ситуации
- 22а. Разработка стратегий
- 23с. «Понимание» разнородности времени
- *26. Дизайн-мышление
27. Применение сценарного подхода в организации
- 28б. Формирование индивидуальных картин будущего
- 28с. Коллективное формирование картины будущего для организации
30. Признание неполноты имеющихся знаний
31. Нелинейное мышление
- *39. Принятие неопределенности

beFORE – матрица, использованная на семинаре по картированию компетенций



Источник: составлено авторами.

ли — обучение и передача (Т). Матрица, приведенная на рис. 2, стала основой для семинара по картированию компетенций и их группировке. Установлено, что некоторые компетенции имеют значение для общего предпринимательского образования либо актуальны в краткосрочной перспективе, но их роль уменьшается в отношении средне- и долгосрочной перспективы или для ориентированного на будущее мышления в целом. Подобные формулировки, помеченные серым цветом, впоследствии были исключены. В итоговом списке навыки сгруппированы по предметным областям, общей цели обучения и временным горизонтам (табл. 2).

На следующем этапе обновленный список сопоставлялся с компетенциями, указанными в базе O*NET (табл. 3). Получены определяющие данные для формулирования и группировки компетенций. Составлен список элементов для декомпозиции — достаточно конкретных, чтобы рассматривать их как базовые навыки и обеспечить единый уровень детализации. Получившийся список из 12 компетенций (рис. 3) выглядит упрощенным, однако позволяет корректно провести анализ. Хотя они не являются уникальными для Форсайта, их суть совпадает с первоначальным списком из 39 компетенций.

Взаимосвязь между указанными 39 специальными компетенциями и 12 общими показана в табл. 4. Например, чтобы выявлять и оценивать тенденции

в микро- и макросреде компании, необходимо анализировать и правильно интерпретировать информацию, мыслить критически и индуктивно. Из табл. 4 также видно, что ряд специальных навыков являются расширенными и подразумевают наличие всех 12 общих компетенций, включая: управление проектами, вклад в укрепление позиций организации, правильное поведение в сложных ситуациях, способность разрабатывать и реализовывать стратегии, применение Форсайт-методик. Кроме того, из столбцов таблицы можно заметить, что для приобретения большинства специальных компетенций требуются общие навыки: анализ информации, ее осмысление, интерпретация и донесение до других, а также творческое, критическое и индуктивное мышление.

Для упрощения исследования подробно проанализированы 12 общих компетенций.

Валидация компетенций

Анкетное обследование всех целевых групп проекта позволило валидировать 12 общих компетенций (см. рис. 3). Респонденты ранжировали их по важности для преодоления проблемы «неопределенности будущего». Выявлены пробелы в знаниях, которые предстояло устранить посредством разрабатываемой образовательной программы. Обследование, проводившееся в конце

Табл. 2. Итоговый список переформулированных компетенций

Компетенция	Классификация
01a. Определение тенденций в микро- и макросреде деятельности компании	C/L/U
01b. Выявление тенденций в микро- и макросреде деятельности компании	C/L/U
01c. Анализ тенденций в микро- и макросреде деятельности компании	F/S/A
02a. Улавливание (поиск) слабых сигналов перемен и подрывных событий («джокеры» и аномальные явления)	C/L/T
02b. Интерпретация слабых сигналов перемен и подрывных событий («джокеры» и аномальные явления)	F/M/A
03. Определение факторов, влияющих на использование компаниями стратегического форсайта	F/S/A
04. Постановка измеримых целей при формировании картин будущего, оптимальных для организации	F/M/A
05. Работа в команде	P/S/A
06. Владение навыками «партизанской войны» для оспаривания стереотипов	P-E/M/A
07a. Сбор данных (в том числе с помощью ИТ-инструментов)	F/S/A-U
07b. Анализ данных (в том числе с помощью ИТ-инструментов)	C/S/A
07c. Интерпретация данных (в том числе с помощью ИТ-инструментов)	C/S/U
08. Инициативность — самостоятельное принятие стратегических мер, предприимчивость	P/L-M-S/T
09. Осмысление происходящего	P/L-M-S/U
10. Разработка системы показателей для контроля реализации инновационных стратегий	F/S-M/A
11. Инструкторские навыки	F-P/ M/T-A-U
12a. Коммуникация с сотрудниками организации 12b. Коммуникация с представителями других отраслей 12c. Коммуникация с заинтересованными сторонами	P/S-M/A
13. Управление проектами	F/S/A
14. Укрепление устойчивости организации	F/L/E
15. Навыки выполнения стратегического форсайта в организации	F/M-L/A
16. Понимание принципов системного мышления	C/L/U
17. Готовность к риску	P/S/T
18a. Динамическое управление переменами и неопределенностью	F/S-L/A
19a. Формирование внутренних контактных сетей 19b. Формирование внешних контактных сетей	P/M/A
20. Умение действовать в сложных ситуациях	F/M/A
21. Осознание рисков избыточной эффективности	E/M/U
22a. Разработка стратегий	C/M/A
22b. Реализация стратегий	F/S/A
23a. Навыки планирования и организации времени	F/S/A
23b. Работа в режиме реального времени	F/S/A
23c. Оптимальное использование нестыковок в графиках	C/M-L/U
23d. Умение ценить медленный темп жизни	E/S/U
23e. Формирование ориентированного на будущее мышления 23f. Формирование ориентированной на будущее ментальной модели	C/L/U
24. Нестандартное мышление	P/L/U
25. Трансформация новых идей в бизнес-практику	F/L/A
26. Дизайн-мышление	F-P/M-L/A
27. Применение сценарного подхода в организации	F/S-L/A
28a. Формирование образов будущего организации	C/M/A
28b. Формирование индивидуальных образов будущего	P/M-L/A
28c. Коллективное формирование картин будущего (для) организации	C/M/A
29. Выявление востребованных товаров или услуг	C/S/U
30. Признание неполноты имеющихся знаний	E/S/U
31. Нелинейное мышление	C/M/A
32. Оперирование многообразием инструментов форсайта	F/S/A
33. Владение инструментами технологического менеджмента (картирование технологий, оценка их потенциала, жизненного цикла, расстановка приоритетов, технологический аудит, разработка дорожных карт)	F/S/A
34. Обнаружение неудовлетворенных потребностей	F/S/A
35. Выявление рентабельных продуктов	F/S/A
36. Освоение перспективных возможностей для бизнеса	F/S/A
37. Максимизация результатов от распределения ресурсов	F/S/A
38. Умение видеть картину в целом	C/L/U
39. Принятие неопределенности	E/S-L/U

Источник: [Kononiuk et al., 2017].

Табл. 3. Общий алгоритм и пример сопоставления компетенций beFORE с соответствующими компетенциями из базы данных O*NET

Компетенции beFORE	Описание	Соответствующие компетенции из базы O*NET
01a, 02b, 02a, 02b, 06, 16, 27	Сопоставление компетенций, выявленных в ходе проекта beFORE, с компетенциями базы данных O*NET (пример)	Компетенция O*NET A «системное мышление»
n, n1, n2....	Общий алгоритм, использованный в ходе сопоставления	Компетенция O*NET N

Источник: составлено авторами.

2017 г., охватило все четыре страны, участвовавшие в проекте, — Германию, Италию, Польшу и Испанию. Каждую из них представляло одинаковое число респондентов, которое определялось на основе технико-экономического обоснования проекта beFORE и выделенного бюджета (студенты — 80, преподаватели — 24, предприниматели — 16). Стояла задача составить общее представление о необходимых компетенциях. Были опрошены 190 студентов, 75 преподавателей и 81 предприниматель (всего 346 респондентов). Для максимального охвата факультетов университетов и компаний из разных сфер сформирована целевая выборка. Анкета

включала количественные и качественные вопросы, поделенные на три блока.

Участники оценивали 12 общих компетенций с точки зрения текущего образовательного и профессионального статуса и требуемых в будущем компетенций. Измерялся уровень их осведомленности о содержании понятий «Форсайт» и «Форсайт-компетенции».⁸ В первых двух блоках ответы оценивались количественно по шкале от 1 (высшая оценка) до 6 (низшая) [beFORE, 2018]. Вопросы качественного характера содержались во втором и третьем блоках анкеты. Сначала респондентам предлагалось оценить перспективы своей карьеры через 10–15 лет под влиянием разного рода вызовов и изменений в содержании профессиональных задач. Уточнялись предпочтительные методы онлайн-обучения. Наивысшие оценки получили шесть компетенций из 12: «Адаптивность и гибкость», «Критическое мышление», «Творческое мышление», «Анализ информации», «Постановка целей, разработка стратегий» и «Принятие решений и устранение проблем» (табл. 5).

Существенных различий между странами и целевыми группами не обнаружилось. Аналогичные результаты получены в предыдущих исследованиях, в которых отмечена важность компетенций, необходимых для управления развитием событий и влияния на него [Rieckmann, 2011]. Они подтверждают выводы нашего обследования и актуальность ориентированных на будущее компетенций, выходящих за рамки аналитиче-

Рис. 3. Общие компетенции



Источник: <http://futureoriented.eu/foresight-course/>, дата обращения 18.07.2021.

⁸ Наличие большого числа открытых вопросов, требующих осмысления и содержательного ответа, привело к необходимости организовать многочисленные очные и телефонные интервью (особенно с предпринимателями).

Табл. 4. Связь между общими и специальными компетенциями

Компетенции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1. Выявление и анализ тенденций в микро- и макросреде деятельности компании		√	√		√		√					
2. Улавливание и интерпретация слабых сигналов перемен и под-рывных событий («джокеры» и аномальные явления)		√	√		√		√				√	√
3. Определение факторов, влияющих на использование компаниями стратегического форсайта		√	√		√							√
4. Постановка измеримых целей при формировании картин буду-щего, оптимальных для организации			√	√			√			√	√	√
5. Умение работать в команде	√		√			√	√		√	√		√
6. Владение навыками «партизанской войны» для оспаривания сте-реотипов			√		√	√	√		√	√		√
7. Сбор, анализ и интерпретация данных (в т. ч. с помощью ИТ-инструментов)		√			√		√			√		
8. Инициативность — самостоятельное принятие стратегических мер, предприимчивость	√		√			√		√		√		√
9. Осмысление происходящего	√		√		√		√		√	√		
10. Разработка системы показателей для контроля реализации ин-новационных стратегий		√		√				√				√
11. Инструкторские навыки			√	√	√		√			√		√
12. Грамотная коммуникация с персоналом компании, представите-лями других отраслей и заинтересованными сторонами			√				√					
13. Управление проектами	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
14. Способность повысить устойчивость организации	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
15. Навыки выполнения стратегического форсайта в организации	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
16. Системное мышление					√					√	√	
17. Готовность к риску	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√
18. Динамическое управление переменами и неопределенностью	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
19. Формирование контактных сетей внутри и вне компании						√	√			√		√
20. Умение находить решения в сложной ситуации	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√
21. Осознание рисков избыточной эффективности			√							√		
22. Разработка и реализация стратегий	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
23. Навыки тайм-менеджмента (работа в режиме реального вре-мени, оптимальное использование нестыковок в графиках, умение ценить медленный темп жизни, развитие ориентированного на бу-дущее мышления, способность помнить о будущем)		√	√					√		√		√
24. Нестандартное мышление	√		√							√		√
25. Воплощение новых идей в бизнес-практику	√	√	√			√	√			√		√
26. Дизайн-мышление	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√
27. Применение сценарного подхода в организации	√	√	√	√	√		√		√	√	√	√
28. Формирование коллективных картин будущего организации и индивидуальных — для ее членов	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√
29. Выявление востребованных товаров и услуг		√	√	√	√	√		√	√	√	√	√
30. Признание неполноты имеющихся знаний			√						√	√	√	√
31. Нелинейное мышление	√		√							√		√
32. Оперирование многообразием инструментов форсайта	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
33. Владение инструментами технологического менеджмента (кар-тирование технологий, оценка их потенциала, жизненного цикла, приоритизация, технологический аудит, разработка дорожных карт)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
34. Обнаружение неудовлетворенных потребностей	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√
35. Выявление продуктов, приносящих реальную пользу		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
36. Освоение перспективных бизнес-возможностей		√	√	√	√		√	√	√	√	√	√
37. Оптимальное распределение ресурсов для достижения макси-мальных результатов	√	√	√							√	√	√
38. Умение видеть картину в целом		√	√		√				√	√	√	√
39. Принятие неопределенности	√	√	√		√		√		√	√	√	√

Источник: составлено авторами.

Условные обозначения в вертикальных столбцах

I — адаптивность, гибкость; II — анализ информации; III — критическое мышление; IV — постановка целей, разработка стратегий; V — индуктивное мышление; VI — влияние на других; VII — объяснение сути информации другим; VIII — принятие решений и решение проблем; IX — выявление проблем; X — осмысление происходящего; XI — системный анализ; XII — творческое мышление.

Табл. 5. Сравнение рейтингов текущих и перспективных Форсайт-компетенций

№	Оценки важности и потребности в развитии		
	Сегодня (средние оценки Q1-Q2)	В будущем (средние оценки Q5-Q6)	Средние оценки для настоящего и будущего (Q1-Q2 и Q5-Q6)
1	Критическое мышление	Адаптивность, гибкость	Адаптивность, гибкость
2	Адаптивность, гибкость	Критическое мышление	Критическое мышление
3	Творческое мышление	Творческое мышление	Творческое мышление
4	Анализ информации	Постановка целей, разработка стратегий	Анализ информации
5	Постановка целей, разработка стратегий	Влияние на других	Постановка целей, разработка стратегий
6	Принятие решений, устранение проблем	Принятие решений, устранение проблем	Принятие решений, устранение проблем

Источник: составлено авторами.

ских, в частности критического мышления, адаптивности и творческих навыков.

Заметные различия между целевыми группами (преподавателей, студентов и предпринимателей) отражены в ответах на открытые вопросы, особенно в отношении личных достижений, стремлений и представлений о будущем. Это было ожидаемо, так как целевые группы различаются по возрасту и находятся на разных этапах жизни. Например, к наиболее значимым детерминантам профессиональных перспектив студенты отнесли перемены в личной жизни (создание семьи, переезд и т. д.): 58% по сравнению с 32% у преподавателей и 27% — предпринимателей. Ответы разных групп оказались схожими в отношении перемен, радикально меняющих условия работы и связанных с развитием наукоемких технологий (46% для всех респондентов, более 100 конкретных примеров) [beFORE, 2018].

Результаты оценки 12 «ориентированных на будущее» компетенций (см. рис. 2) и потребностей в них сформировали базу для создания учебного курса. Принималась во внимание качественная оценка компетенций и соответствующих учебных предметов, в том числе готовность создать компанию в будущем, наличие знаний о Форсайте и т. п. Учитывая размер выборки (n=346 респондентов) и дескриптивный характер обследования, его масштаб можно считать оправданным. На основе углубленного изучения потребностей целевых групп разработана гибкая структура платформы электронного обучения, привлекательная для всех категорий учащихся.

Разработка курса

Результаты исследования как основа для формирования структуры курса

Исходя из выявленных потребностей, подобраны оптимальный подход к организации обучения, соответ-

ствующие структуры, цели, дидактические методы. Большинство опрошенных предпочитают анализировать контекст и кейсы лучших практик по применению Форсайт-инструментов. Предпочтения в пользу кейс-анализа подтверждаются результатами предыдущих исследований [Clark, Mayer, 2016]. Таким образом, компетентностный подход стал важным аспектом разработки программы и методики курса. Ключевую роль в формировании знаний играют организация учебного процесса и внешней среды. Самообучение, вовлеченность в принятие решений и учет контекста значительно повышают эффективность приобретения компетенций [de Haan, 2010]. Аналогичные ожидания целевых групп определили выбор образовательного подхода, включающего общие модули для всех категорий обучающихся. Для лучшего удовлетворения их потребностей введена градация знаний о Форсайте. Разработана общая структура курса, предполагающая изучение базовых аспектов на начальном этапе и возможность перехода к углубленным темам. Программа включает вводный курс Форсайта, предусматривает баланс теории и практики, постепенный переход к более сложным темам.

Наш подход базируется на достижениях когнитивных и поведенческих наук, заложивших основы методологии дизайна учебных систем (Instructional Systems Design, ISD), и призван мотивировать учащихся [Gagné, 1984; Merrill, 2002]. Он предусматривает девять этапов, обеспечивающих надежный контроль усвоения знаний и формирование компетенций (рис. 4). В процессе возникают новые вопросы, поиск ответа на которые обогащает программу. Авторы исходили из идеи, что учебный курс, ориентированный на практику, должен быть адаптирован под конкретные ситуации [Snelbecker, 1983; Ertmer, Newby, 2013].

Архитектура и содержание курса

Цели обучения формулировались таким образом, чтобы соотнести потребности целевых групп с 12 компетенциями. Далее приведены примеры из списка, составленного на основе их систематизации. В ходе этого

Рис. 4. Этапы обучения



Источник: [Gagné, 1984; Merrill, 2002].

Табл. 6. Примеры целей и тем обучения в привязке к компетенциям

Модуль/ Урок/Тема	Цель обучения (преподаваемые навыки)	Содержание (краткое описание)	Компетенции
M1/L2/ T1,3,4 M4/L3/ T1-3	Развитие мышления категориями долгосрочной перспективы, освоение наиболее востребованных предпринимательских навыков и инструментов управления инновационной деятельностью	Объяснение отличий нормативных сценариев от поисковых, обучение умению ценить время	Критическое мышление Постановка целей, разработка стратегий Выявление проблем
M2/L1/ T1-3	Отслеживание и оценка изменений внешней среды, открытие новых направлений, выявление трендов и мегатрендов	Изучение различий между неопределенностью и риском	Анализ информации Адаптивность, гибкость Принятие решений, устранение проблем
M6/L4/ T1-4	Применение методов форсайта в проведении научных исследований, освоение механизмов передачи идей учащимся	Интеграция исследований будущего в преподавание социальных наук. Побуждение учащихся к осмыслению того, как их (будущая) работа или ее результаты влияют на развитие технологий, конкуренцию между ними, экологию, общество	Адаптивность, гибкость Творческое мышление Способность осмысливать происходящее
M7/L1/ T1,2 M5/L2/ T1,2	Оценивание и практическое применение методов форсайта	Реальные примеры использования сценарного планирования, метода Дельфи, разработки дорожных карт в ходе форсайт-исследований	Анализ информации Постановка целей, разработка стратегий Системный анализ

Источник: составлено авторами.

процесса рассматривались и оценивались инструменты форсайт-исследований в контексте предпринимательства (табл. 6).

Программа состоит из семи учебных модулей — от базовых принципов до конкретных аспектов форсайт-мышления. Рекомендуется следовать четкому дизайну курса, однако модули можно использовать в любом порядке, что обеспечивает гибкость для создания в дальнейшем персонализированных подходов.

Первые четыре модуля (базовый уровень) знакомят с азами исследований будущего, открывают осмысленность будущих сценариев и возникающих трендов, формируют системное мышление и т. п. Следующие

три модуля (углубленный уровень) ориентированы на потребности соответствующих целевых групп (рис. 5).

Все модули разделены на занятия, посвященные конкретным темам. Каждый модуль содержит программу самостоятельного обучения в соответствии с задачами учащегося. Можно выбрать модуль или занятие по интересующей теме в зависимости от персонального уровня, закрепить существующие знания или получать новые, углубленные. Предусмотрена возможность формировать индивидуальные траектории, выбирая контент по своему усмотрению. Их примеры представлены на онлайн-платформе и служат ориентирами⁹. Гибкая структура позволяет конструировать индивидуаль-

Рис. 5. Архитектура курса платформы электронного обучения beFORE



⁹ Режим доступа: <http://futureoriented.eu/foresight-course/>, дата обращения 22.06.2021.

Табл. 7. Краткое описание модулей курса

Модуль	Содержание / назначение
<i>Базовые модули</i>	
Модуль 1. Общее введение в футурологию.	<ul style="list-style-type: none"> • Представление концепций будущего и его вариантов • Обзор предметной области футурологических исследований и стратегического форсайта • Характеристика различных перспектив будущего
Модуль 2. Контекст и актуальность форсайта	<ul style="list-style-type: none"> • Первый взгляд на области применения • Объяснение базовых положений теории систем, актуальных для форсайт-исследований
Модуль 3. Методология и терминология футурологических исследований	<ul style="list-style-type: none"> • Обзор методов и инструментов, необходимых для работы с абстрактными концепциями будущего/неопределенности • Помещение концепций в контекст
Модуль 4. Практическое использование футурологии в экономике	<ul style="list-style-type: none"> • Описание конкретных методов, способов представления и обработки результатов • Практическое использование результатов на основе специально разработанных процедур
<i>Дополнительные модули</i>	
Модуль 5 (для студентов)	Использование для развития карьеры, приобретение навыков, актуальных для будущего рынка труда
Модуль 6 (для преподавателей)	Использование для научных исследований и преподавания их дисциплины
Модуль 7 (для предпринимателей)	Использование в бизнесе и организационной среде для менеджмента, а также стартапами
<i>Источник: составлено авторами.</i>	

ные учебные планы из широкого спектра тем, связанных с Форсайтом и футурологической грамотностью. Насколько нам известно, в настоящее время предлагаемая программа является наиболее полным бесплатным курсом Форсайта и футурологической грамотности с открытым доступом.

Организация и проблемы учебного курса

Базовые модули охватывают все основные темы, касающиеся исследований будущего и корпоративного Форсайта. Их задача — вызвать интерес к данным темам и заложить фундамент для развития компетенций. Поскольку ключевыми аспектами футурологической грамотности являются понимание и осмысление концепции будущего [Bell, 1997], первый модуль нацелен прежде всего на приобретение таких навыков, как адаптируемость, гибкость, критическое мышление и способность осмысливать происходящее. С самого начала учащиеся фокусируются на персональном будущем и ведут учебный дневник. Ставятся наводящие на размышления вопросы. Представляется концепция многовариантности будущего для компаний и мира в целом. Теория закрепляется на практике выполнением упражнений и тестов. Базовые модули дополняются углубленными, каждый из которых предназначен для одной из трех целевых групп в соответствии с конкретными потребностями: обучением, выполнением исследований или ведением бизнеса. Как и в случае с базовыми, углубленные модули можно изучать по отдельности, доступ к ним открыт для всех. В табл. 7 кратко описаны все модули.

Гибкость программы и возможность самостоятельно получать знания позволяют учитывать разные интересы, жизненные обстоятельства, опыт и ресурс времени. Необходимо помнить, что участие в курсе требует правильной самооценки и мотивации.

Пилотный запуск учебной программы был хорошо принят представителями каждой целевой группы во всех четырех странах — участницах проекта. Выявленная частичная несогласованность учебных материалов устранялась на этапе коррекции и доработки.

Программу можно рассматривать как качественный прототип, ориентированный на передачу знаний с помощью несложных интерактивных методов, таких как учебный дневник. Она не предусматривает преподавательского консультирования, поэтому нужно быть готовым учиться самостоятельно. Проект завершился в конце 2019 г., но платформа электронного обучения продолжает работать в открытом доступе. Остаются задачи обеспечения оперативной поддержки учащихся и мониторинга результатов. В ходе дальнейших итераций может потребоваться форум для обмена знаниями и развития коммуникаций, в частности для получения онлайн-инструктажа. Тем не менее отзывы о платформе положительные.

Обобщение и обсуждение результатов

Главная сложность при подготовке курса была связана с необходимостью соединить разные интересы целевых групп. Она решалась посредством гибкого подхода. Курс составлен так, чтобы модули (базовые и углубленные) могли комбинироваться в любом порядке, а готовые шаблоны обучения служили лишь ориентирами. На основе анализа литературы и полученных результатов показан вклад Форсайт-методов и футурологических знаний в приобретение недостающих компетенций, обогащение предпринимательского образования и бизнес-практик. В подобном подходе фокус смещается с краткосрочных (финансово-экономических показателей) [Ratcliffe, Ratcliffe, 2015] на учет более широких, долгосрочных эффектов [Fontela, 2006], что помогает

Табл. 8. Дополнение предпринимательских компетенций навыками Форсайта

Что преподается		Чего не хватает
Обучение управлению бизнесом	Предпринимательское образование и обучение	Исследования будущего, стратегический Форсайт
Корпоративное управление	Развитие предпринимателей	Устойчивое развитие
<ul style="list-style-type: none"> • Лидерство и организационная теория • Корпоративные финансы и управление рисками • Экономика менеджмента 	<ul style="list-style-type: none"> • Теория и принципы предпринимательства • Финансовая грамотность • Осведомленность о предпринимательстве и социально-эмоциональные навыки 	<ul style="list-style-type: none"> • Теория и методы организационного Форсайта • Системный анализ • Социальные и экологические эффекты инноваций
Приобретенные компетенции, актуальные для бизнеса и профессиональной практики		
<ul style="list-style-type: none"> • Стратегическое планирование • Общие навыки бизнеса (например, продажи, маркетинг, бухгалтерский учет) 		<ul style="list-style-type: none"> • Долгосрочная ориентация • Ориентированное на будущее мышление, форсайтная грамотность
Источник: составлено авторами на основе [Valerio et al., 2014б р. 22; van der Laan, 2010; Dannenberg, Grapentin, 2016; Heinonen, Ruotsalainen, 2012].		

формировать мышление в логике конструирования сценариев будущего [Hurst, 2014]. Введение темы «изучения будущего», Форсайт-инструментов и футурологической грамотности в образовательные программы расширяет восприятие учащихся, формирует системное и междисциплинарное мышление. Возникает понимание природы «случайных внешних эффектов», закономерностей устойчивого развития на разных уровнях [Ratcliffe, Ratcliffe, 2015; Postma, Yeoman, 2021].

В ходе нашего исследования установлено, что введение в программы предпринимательского образования общих концепций и методов Форсайта повышает качество специальных компетенций (табл. 8).

Предлагаемые изменения учебных программ помогут глубже понять, как можно использовать явные и неявные знания (интуицию, воображение, осмысление, критическое мышление и т. п.) для инновационного развития [Hurst, 2014], и обогатят инструментарий стратегического планирования в организациях новыми, творческими методами [van der Laan, 2010].

Описанные выше результаты дополняют исследования Всемирного банка, согласно выводам которого фрагментарное мышление и ограниченные навыки сдерживают раскрытие предпринимательского потенциала [Valerio et al., 2014, р. 20–21]. В ответ на этот вызов и был разработан прототип открытой онлайн-образовательной платформы для повышения уровня Форсайт-компетенций и футурологической грамотности в обществе. Разработке структуры курса предшествовало согласование образовательной стратегии и дидактического подхода. Курс сконструирован так, чтобы органично встроиться в существующие образовательные программы без их радикальной перестройки [Ertmer, Newby, 2013].

Ограничения и дальнейшие исследования

В наши задачи не входило развитие или обновление профессиональных стандартов футурологов, исследователей или предпринимателей как таковых. Рассматриваемый курс не дает представителям целевых

групп полноценной квалификации футуролога. В рамках исследования выявлялись пробелы в компетенциях, необходимых для работы с будущим, восполнить которые входило в задачи разработанного курса. С этой точки зрения цель исследования — привить студентам, преподавателям и предпринимателям навыки Форсайта в дополнение к их основным профессиональным компетенциям — достигнута. Полученные результаты вносят вклад в обсуждение образовательных стратегий и являются примером новейших практик электронного обучения.

В качестве перспективных тем дальнейших исследований могут рассматриваться следующие вопросы. Что определяет эффективность процесса обучения Форсайт-компетенциям и его отдельных элементов? По каким критериям ее оценивать и как повысить? Может ли программа способствовать формированию ориентированного на будущее мышления в организации? Как оценить этот процесс и какие дополнительные инструменты можно использовать для коллективного обучения персонала?

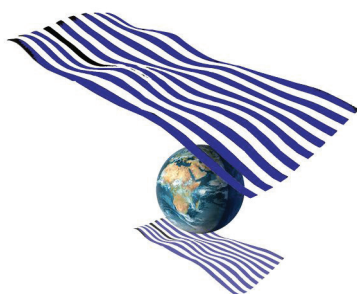
Неопределенность, вызванная пандемией COVID-19, лишь ускорила развитие цифровой экономики и технологий, что обуславливает потребность в углубленном образовании и переобучении. Растет спрос на новые предпринимательские компетенции, включая ориентированное на будущее мышление. Наша программа — одна из первых инициатив, предоставляющая новый образовательный контент как навигатор по предпринимательским стратегиям в условиях неопределенности.

Исследование выполнено в рамках проекта beFORE («Подготовка ориентированных на будущее предпринимателей в университете и компании»), профинансированного программой Erasmus+ Европейской комиссии (Key Action 2); Knowledge Alliances (соглашение № 2016 - 2858/001 - 001); проект № 515842-EPP-1-2016-1-PL-EPPKA2-KA. Со стороны Белостокского технологического университета подготовка статьи осуществлялась в рамках проекта WZ/WIZ-INZ/1/2019 и финансировалась Министерством науки и высшего образования Польши (Ministry of Science and Higher Education).

Библиография

- Alsan A. (2008) Not with a bang, but a blink. *The Futurist*, 42(1), 4+. <https://link.gale.com/apps/doc/A172911390/ITOF?u=fub&sid=ITOF&xid=3eecb5e8>, дата обращения 15.06.2021
- Andriopoulos C., Gotsi M. (2006) Probing the future: Mobilising foresight in multiple-product innovation firms. *Futures*, 38(1), 50–66. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.04.003>
- Arpentieva M.R., Gorelova I.V., Kassymova K.G., Lavrinenko S.V., Shumova K.A., Malinichev D.M., Simonov V.L., Kosov A.V., Garbuzova G.V., Stepanova O.P. (2020) Human Resource Management and Dynamic Capabilities of Educational Enterprises: Psychological, Social and Economic Aspects. *Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 1(38), 242–254.
- Başkarada S., Shrimpton D., Ng S. (2016) Learning through foresight. *Foresight*, 18(4), 414–433. <https://doi.org/10.1108/FS-09-2015-0045>.
- beFORE (2018) *Future-oriented individuals: Lessons learned from a competence survey* (WP2 report). <http://futureoriented.eu/wp-content/uploads/wp2f.pdf>, дата обращения 21.05.2021.
- Begley C.M. (1996) Using triangulation in nursing research. *Journal of Advanced Nursing*, 24(1), 122–128. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.1996.15217.x>
- Bell W. (1997) The purposes of futures studies. *The Futurist*, 31(6), 42–45.
- Bell W. (2009) *Foundations of Futures Studies. History, Purpose, and Knowledge Human Science for a New Era* (vol. 1), New Brunswick (U.S.) and London (UK): Transaction Publishers.
- Bridge S. (2017) Is “entrepreneurship” the problem in entrepreneurship education? *Education+ Training*, 59(7–8), 740–750. <https://doi.org/10.1108/ET-02-2016-0037>
- Chiu F.-C. (2012) Fit between future thinking and future orientation on creative imagination. *Thinking Skills and Creativity*, 7(3), 234–244. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsc.2012.05.002>
- Clark B.R. (2003) Sustaining Change in Universities: Continuities in Case Studies and Concepts. *Tertiary Education and Management*, 9(2), 99–116. <https://doi.org/10.1080/13583883.2003.9967096>
- Clark R.C., Mayer R.E. (2016) *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc. DOI:10.1002/9781119239086
- Cuhls K., Johnston R. (2008) Corporate foresight. In: *Future-Oriented Technology Analysis. Strategic intelligence for an innovative economy* (eds. C. Cagnin, M. Keenan, R. Johnston, F. Scapolo, R. Barre), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, pp. 103–114. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68811-2_8
- Dannenberg S., Grapentin T. (2016) Education for Sustainable Development – Learning for Transformation. The Example of Germany. *Journal of Futures Studies*, (20)3, 7–20. DOI: 10.6531/JFS.2016.20(3).A7
- De Haan G. (2010) The development of ESD-related competencies in supportive institutional frameworks. *International Review of Education / Internationale Zeitschrift Für Erziehungswissenschaft / Revue Internationale De L'Education*, 56(2–3), 315–328. <https://www.jstor.org/stable/40928675>
- Denzin N.K. (1989) *The research act: A theoretical introduction to sociological methods* (3rd ed.), New York: Routledge.
- Ejds J., Gudanowska A., Halicka K., Kononiuk A., Magruk A., Nazarko J., Nazarko Ł., Szpilko D., Widelska U. (2019) Foresight in Higher Education Institutions: Evidence from Poland. *Foresight and STI Governance*, 13(1), 77–89. DOI: 10.17323/2500-2597.2019.1.77.89
- Ertmer P.A., Newby T.J. (2013) Behaviorism, Cognitivism, Constructivism: Comparing Critical Features from an Instructional Design Perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 26(2), 43–71. DOI: 10.1002/piq.21143
- ETF (2017) *Skills Foresight: Making Sense of Emerging Labour Market Trends*, Turin: European Training Foundation.
- European Commission (2012) *European Commission, Entrepreneurship 2020 Action Plan – Reigniting the Entrepreneurial Spirit in Europe* (COM (2012) 795 final), Brussels: European Commission.
- Fareri S., Fantoni G., Chiarello F., Coli E., Binda A. (2020) Estimating Industry 4.0 impact on job profiles and skills using text mining. *Computers in Industry*, 118, 103222. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103222>
- Fontela E., Guzmán J., Pérez M., Santos F.J. (2006) The art of entrepreneurial Foresight. *Foresight*, 8(6), 3–13. <https://doi.org/10.1108/14636680610712496>
- Fuller T., Warren L., Argyle P. (2008) Sustaining entrepreneurial business: A complexity perspective on processes that produce emergent practice. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 4(1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11365-007-0047-y>
- Gagné R.M. (1984) Learning outcomes and their effects: Useful categories of human performance. *American Psychologist*, 39(4), 377–385. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.39.4.377>
- Gagné R.M., Merrill M.D. (1990) Integrative Goals for Instructional Design. *Educational Technology, Research and Development*, 38(1), 23–30. <https://doi.org/10.1007/BF02298245>
- Gheorghiu R., Andreescu L., Curaj A. (2016) A foresight toolkit for smart specialization and entrepreneurial discovery. *Futures*, 80, 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.04.001>
- Gidley J.M. (2017) *Very Short Introductions*, Oxford: Oxford University Press.
- Grim T. (2009) Foresight Maturity Model (FMM): Achieving Best Practices in the Foresight Field. *Journal of Futures Studies*, 13(4), 69–79.
- Gudanowska A., Kononiuk A., Dębkowska K. (2020) The application of cluster analysis for the selection of key competences of future-oriented entrepreneurs. *Inżynieria Ekonomika-Engineering Economics*, 31(5), 565–574.
- Heinonen S., Ruotsalainen J. (2012) Toward the age of neo-entrepreneurs. *World Futures Review*, 4(2), 123–133. DOI: 10.1177/194675671200400216.
- Hiltunen E. (2013) *Foresight and Innovation. How Companies are Coping with the Future*, London: Palgrave MacMillan.
- Hines A., Gary J., Daheim C., van der Laan L. (2017) Building foresight capacity: Toward a foresight competency model. *World Futures Review*, 9(3), 123–141. <https://doi.org/10.1177%2F1946756717715637>
- Hurst D. (2014) *Is Management Due for a Renaissance?* *Harvard Business Review*, 30.05.2014. <https://hbr.org/2014/05/is-management-due-for-a-renaissance>, дата обращения 29.05.2020.
- Inayatullah S. (2008) Six pillars: Futures thinking for transforming. *Foresight*, 10(1), 4–21. <https://doi.org/10.1108/14636680810855991>
- Jafari-Sadeghi V., Kimiagari S., Biancone P.P. (2020) Level of education and knowledge, foresight competency and international entrepreneurship. *European Business Review*, 32(1), 46–68. DOI:10.1108/EBR-05-2018-0098
- Jain R.K. (2011) Entrepreneurial Competencies: A Meta-analysis and Comprehensive Conceptualization for Future Research. *Vision*, 15(2), 127–152. <https://doi.org/10.1177/097226291101500205>
- Johnson R.D., Brown K.G. (2017) E-Learning. In: *The Wiley Blackwell Handbook of the Psychology of the Internet at Work* (eds. G. Hertel, D.L. Stone, R.D. Johnson, J. Passmore), Hoboken, NJ: Wiley, pp. 369–400. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/9781119256151.ch17>
- Jones N., O'Brien M., Ryan T. (2018) Representation of future generations in United Kingdom policy-making. *Futures*, 102, 153–163. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.01.007>
- Jonsen K., Jehn K.A. (2009) Using triangulation to validate themes in qualitative studies. *Qualitative Research in Organisations and Management*, 4(2), 123–150. <https://doi.org/10.1108/17465640910978391>
- Kaivo-oja J.R.L., Lauraeus I.T. (2018) The VUCA approach as a solution concept to corporate foresight challenges and global technological disruption. *Foresight*, 20(1), 27–49. <https://doi.org/10.1108/FS-06-2017-0022>
- Keller K.C. (2013) Nachhaltige Innovationen Gestalten. In: *Zukunftsforschung im Praxistest. Schriftenreihe: Zukunft und Forschung* (eds. R. Popp, A. Zweck), Bd. 3, Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 385–407. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19837-8_16

- Knight F.H. (1921) Cost of production and price over long and short periods. *Journal of Political Economy*, 29(4), 304–335. <https://doi.org/10.1086/253349>
- Kononiuk A., Gudanowska A., Magruk A., Sacio-Szymańska A., Fantoni G., Trivelli L., Ollenburg S. (2017) *Becoming Future-Oriented Entrepreneurs in Universities and Companies* (WP1 report), Brussels: European Commission. <http://futureoriented.eu/wp-content/uploads/wp1f.pdf>, дата обращения 18.01.2021.
- Kononiuk A., Pająk A., Gudanowska A., Magruk A., Rollnik-Sadowska E., Sacio-Szymańska A. (2020) Foresight for Career Development. *Foresight and STI Governance*, 14(2), 88–104.
- Kreibich R., Oertel B., Wölk M. (2011) *Futures Studies and Future-Oriented Technology Analysis Principles, Methodology and Research* (HIIG Discussion Paper Series Discussion Paper 2012-05). Paper presented for the 1st Berlin Symposium on Internet and Society, October 25–27. DOI: 10.2139/ssrn.2094215
- Lefebvre C., Glanville J., Wieland L.S., Coles B., Weightman A.L. (2013) Methodological developments in searching for studies for systematic reviews: Past, present and future? *Systematic Reviews*, 2(1), 78. DOI: 10.1186/2046-4053-2-78
- Lewrick M., Maktoba O., Raeside R., Sailer K. (2010) Education for Entrepreneurship and Innovation: Management Capabilities for Sustainable Growth and Success. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, 6(1–2), 1–18. <http://dx.doi.org/10.1108/20425961201000001>
- Martin R.L. (2019) The high price of efficiency. *Harvard Business Review*, January–February, 42–55. <https://hbr.org/2019/01/the-high-price-of-efficiency>, дата обращения 28.06.2021.
- Merrill M.D. (2002) First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50, 43–59. <https://doi.org/10.1007/BF02505024>
- Miller R. (2015) Learning, the Future, and Complexity. An Essay on the Emergence of Futures Literacy. *European Journal of Education*, 50(4), 513–523. <https://doi.org/10.1111/ejed.12157>
- Miller R. (2018) *Transforming the future: Anticipation in the 21st century*, New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351048002>
- Morris M.H., Webb J.W., Fu J., Singhal S. (2013) A competency-based perspective on entrepreneurship education: Conceptual and empirical insights. *Journal of Small Business Management*, 51(3), 352–369. <https://doi.org/10.1111/jsbm.12023>
- Nanus B. (1977) Management training in futures concepts. *Futures*, 9(3), 194–204. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(77\)90033-7](https://doi.org/10.1016/0016-3287(77)90033-7)
- Postma A., Yeoman S. (2021) A systems perspective as a tool to understand disruption in travel and tourism. *Journal of Tourism Futures*, 7(1), 67–77.
- Ratcliffe J., Ratcliffe L. (2015) Anticipatory leadership and strategic foresight: Five ‘linked literacies’. *Journal of Futures Studies*, 20, 1–18.
- Rieckmann M. (2011) Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning? *Futures*, 44, 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.09.005>
- Rohrbeck R. (2011) *Corporate foresight: Towards a maturity model for the future orientation of a firm*, Heidelberg: Physica-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2626-5>
- Roos J. (2014) The Renaissance We Need in Business Education. *Harvard Business Review*, July. <https://hbr.org/2014/07/the-renaissance-we-need-in-business-education/>, дата обращения 24.06.2020.
- Rudzinski C.V., Uerz G. (2014) Volkswagen: Open Foresight at the Front End of Research Innovation. In: *Management of the Fuzzy Front End of Innovation* (eds. O. Gassmann, F. Schweitzer), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, pp. 295–299.
- Sajwani Z.S., Hazzam J., Lahrech A., Alnuaimi M. (2021) A strategy tripod perspective on merger effectiveness in the higher education industry: The mediating role of future foresight. *International Journal of Educational Management*, 35(5), 925–942.
- Schumpeter J.A. (1934) *The Theory of Economic Development*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Snelbecker G. (1983) *Learning theory, instructional theory, and psychoeducational design*, New York: McGraw-Hill.
- Song A., Hormuth W. (2013) Die BASF Future Business GmbH. Vom Trendscouting zum Aufbau neuer Geschäftsfelder. In: *Zukunftsforschung im Praxistest. Schriftenreihe: Zukunft und Forschung* (eds. R. Popp, A. Zweck), Bd. 3, Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 181–194.
- Stordy P. (2015) Taxonomy of literacies. *Journal of Documentation*, 71(3), 456–476. <https://doi.org/10.1108/JD-10-2013-0128>
- Suleiman A., Abahre J. (2020) Essential competencies for engineers from the perspective of fresh graduates. *Engineering Management in Production and Services*, 12(1), 70–79. DOI: 10.2478/emj-2020-0006
- Thomassen M.L., Middleton K.W., Ramsgaard M.B., Neergaard H., Warren L. (2019) Conceptualizing context in entrepreneurship education: A literature review. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 26(5), 863–886. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-04-2018-0258>
- Valerio A., Parton B., Robb A. (2014) *Entrepreneurship Education and Training Programs around the World: Dimensions for Success*, Washington, D.C.: World Bank. DOI: 10.1596/978-1-4648-0202
- van Atta R.H., Lippitz M.J., Bovey R.L., Dubin R.D., Blazek S.L. (2011) *Commercial Industry Research & Development Management Best Practices*, Alexandria, VA: Institute for Defense Analysis.
- van der Heijden K. (2000) *Scenarios: The Art of Strategic Conversation* (2nd ed.), Hoboken, NJ: Wiley.
- van der Laan L. (2010) *Foresight competence and the strategic thinking of strategy-level leaders*, Toowoomba: University of Southern Queensland.
- van der Laan L., Erwee R. (2012) Foresight styles assessment: A valid and reliable measure of dimensions of foresight competence? *Foresight*, 14(5), 374–386. <https://doi.org/10.1108/14636681211269860>
- Volpentesta A.P., Felicetti A.M. (2011) Competence Mapping through Analysing Research Papers of a Scientific Community. In: *Technological Innovation for Sustainability. DoCEIS 2011. IFIP Advances in Information and Communication Technology* (ed. L.M. Camarinha-Matos), vol. 349, Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19170-1_4
- Walras L. (1954) *Elements of Pure Economics*, London: Allen & Unwin.
- Weiner E., Brown A. (2008) *FutureThink: How to Think Clearly in a Time of Change*, New York: FT Press.
- Wippel N. (2014) *Multinational strategic foresight of environmental trends in the automobile industry using internal resources*, Bremen: University of Bremen.
- Xu Y., Yeh C.-H. (2012) An integrated approach to evaluation and planning of best practices. *Omega*, 40(1), 65–78.



Вебсайт



Website

Загрузите в
App Store



Download on the
App Store

ДОСТУПНО В
Google Play



GET IT ON
Google Play