

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)

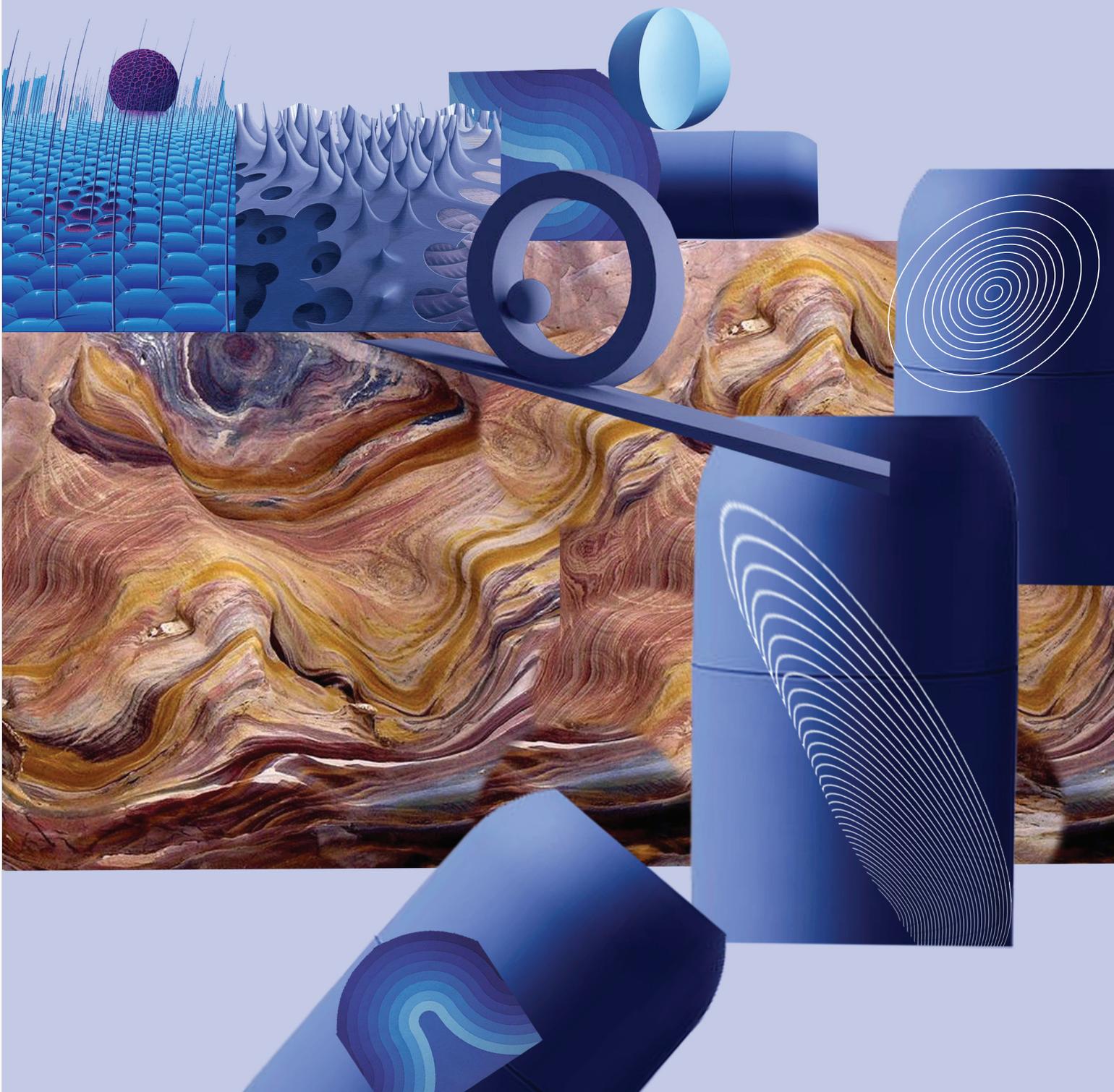
2021

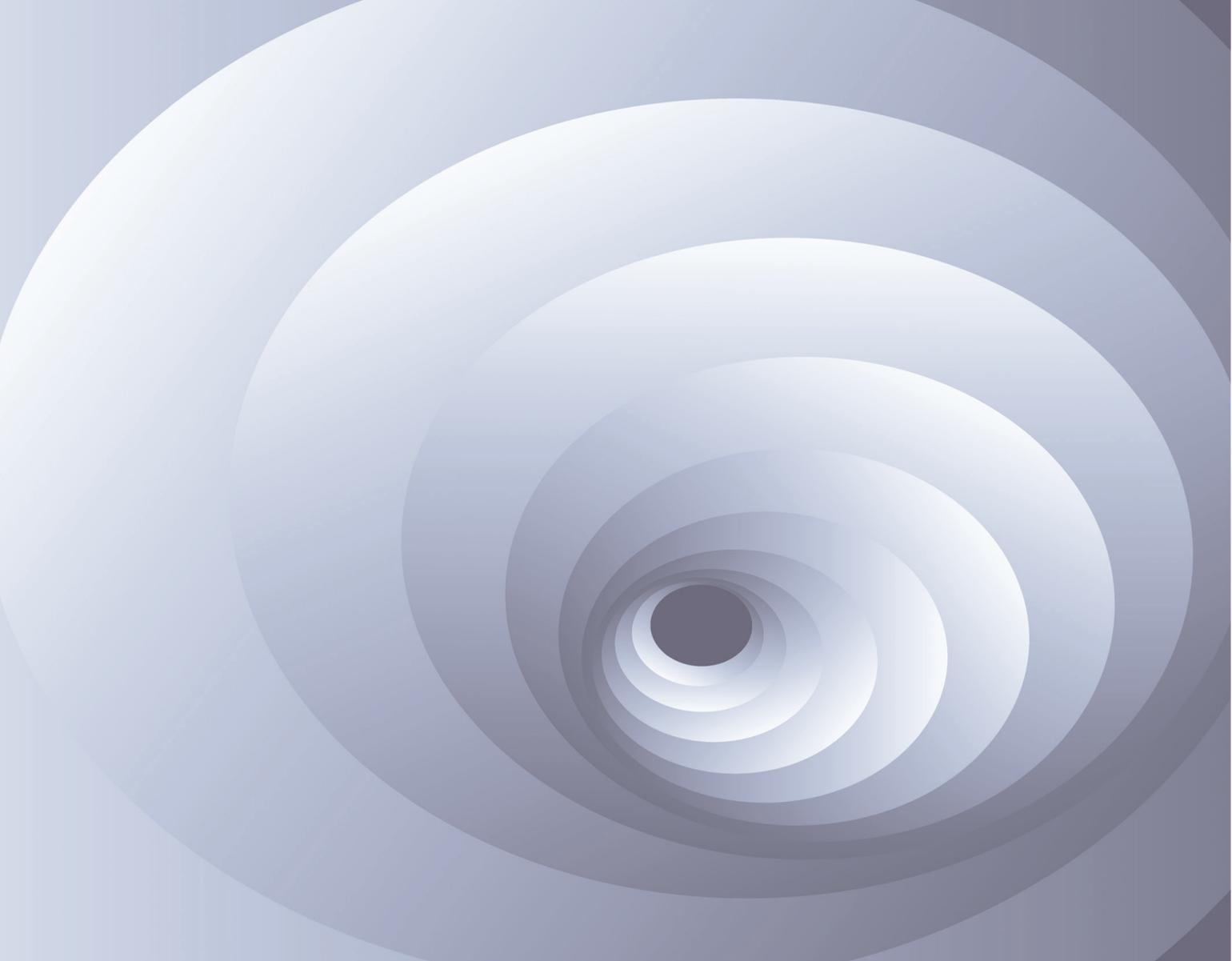
T.15 №2



СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

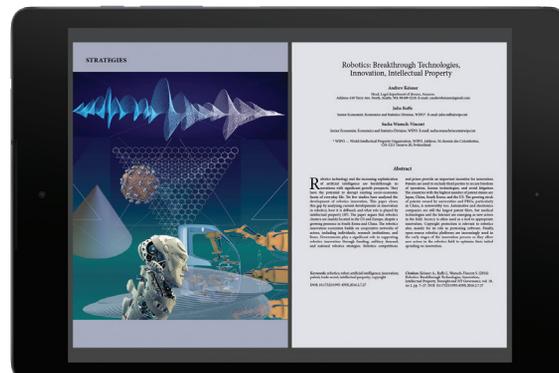
МЕТОДОЛОГИЯ ФОРСАЙТА И ДОРОЖНЫХ КАРТ





ФОРСАЙТ

ТЕПЕРЬ ДОСТУПНЕЕ



РЕЙТИНГ ЖУРНАЛА

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

- Наукоедение 1
- Организация и управление 1
- Экономика 2

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

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

ПОДПИСКА

Объединенный каталог
«Пресса России»
80690

Журнал входит в 1-й квартал (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 Open Academic Journals Index .net

ECONSTOR

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

GENAMICS™ JOURNALSEEK

eLIBRARY.RU

CYBERLENINKA



ВИНИТИ

ИЗДАНИЯ ИСИЭЗ

Аналитические
доклады



Статистические сборники



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



Главный редактор Леонид Гохберг (НИУ ВШЭ)

Заместитель главного редактора Александр Соколов (НИУ ВШЭ)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Татьяна Кузнецова (НИУ ВШЭ)

Юрий Симачёв (НИУ ВШЭ)

Дирк Майсснер (НИУ ВШЭ)

Томас Тернер (НИУ ВШЭ)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Андрей Белоусов (Правительство РФ)

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

Бенуа Годен (Национальный институт научных исследований, Канада)

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

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

Люк Джорджиу (Университет Манчестера, Великобритания)

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

Криштиану Каньин (Объединенный исследовательский центр Европейской комиссии, Бельгия)

Элиас Караяннис (Университет Джорджа Вашингтона, США)

Майкл Кинэн (ОЭСР, Франция)

Ярослав Кузьминов (НИУ ВШЭ)

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

Лут Лейдесдорфф (Университет Амстердама, Нидерланды)

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**

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

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

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

EDITORIAL COUNCIL

Andrey Belousov, Government of the Russian Federation
Cristiano Cagnin, EU Joint Research Centre, Belgium
Jonathan Calof, University of Ottawa, Canada, and HSE, Russian Federation
Elias Carayannis, George Washington University, United States
Mario Cervantes, OECD
Alexander Chepurenskiy, HSE, Russian Federation
Tugrul Daim, Portland State University, United States, and HSE, Russian Federation
Charles Edquist, Lund University, Sweden
Ted Fuller, University of Lincoln, United Kingdom
Fred Gault, Maastricht University, Netherlands, and Tshwane University of Technology, South Africa
Luke Georghiou, University of Manchester, United Kingdom
Benoit Godin, Institut national de la recherche scientifique (INRS), Canada
Karel Haegeman, EU Joint Research Centre, Belgium
Attila Havas, Hungarian Academy of Sciences, Hungary
Michael Keenan, OECD, France
Yaroslav Kuzminov, HSE, Russian Federation
Keun Lee, Seoul National University, Korea
Loet Leydesdorff, University of Amsterdam, Netherlands
Carol S. Leonard, University of Oxford, United Kingdom
Jonathan Linton, University of Sheffield, United Kingdom
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

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. № 2

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

«МЕТОДОЛОГИЯ ФОРСАЙТА
И ДОРОЖНЫХ КАРТ»

Методология Форсайта и дорожных карт — тенденции и перспективы

Вступительная статья редактора специального выпуска

Юсуке Кисита

5

Прогнозирование технологических трендов с учетом временных интервалов между научными публикациями и патентами

Тугрул Дайм, Эсраа Бухари, Дана Бакри, Джеймс ВанХуис, Хайдар Ялсин, Сяоли Ванг

12

Погружение в креативное будущее как основа для разработки рекомендаций в рамках поисковых сценариев

Гильермо Веласко, Рафаэль Поппер, Йен Майлс

25

Дорожные карты в эпоху неопределенности: как интегрировать аналитику данных с экспертными знаниями

Сунджу Ли, Кук Джин Джанг, Мюн Хан Ли, Сонг Рон Шин

39

Перспективы сопроизводства знаний для планирования умной инфраструктуры

Хисаши Мурата, Котаро Накамура, Куньо Сирахада

52

Гибкая разработка дорожных карт как адаптивный подход к технологическому Форсайту

Оуэн О'Салливан, Роб Фааль, Чарльз Фезерстон

65

CONTENTS

Vol. 15. No. 2

SPECIAL ISSUE

“FORESIGHT AND ROADMAPPING
METHODOLOGY”

Foresight and Roadmapping
Methodology: Trends and Outlook

Introductory article by the editor
of the special issue

Yusuke Kishita

5

Forecasting Technology Trends through the
Gap Between Science and Technology:
The Case of Software as an E-Commerce
Service

Tugrul Daim, Esraa Bukhari, Dana Bakry, James Van-Huis, Haydar Yalcin, Xiaoli Wang

12

Repositioning People in Creative Futures:
A Method to Create Sound Advice with
Exploratory Scenarios

Guillermo Velasco, Rafael Popper, Ian Miles

25

Roadmapping in the Era of Uncertainty:
How to Integrate Data-Driven Methods
with Expert Insights

Sungjoo Lee, Kook Jin Jang, Myung Han Lee, Seong Ryong Shin

39

Knowledge Co-Creation Roadmapping for
Future Industrial Visions: Case Study on
Smart Infrastructure

Hisashi Murata, Kotaro Nakamura, Kunio Shirahada

52

‘Agile Roadmapping: An Adaptive Approach
to Technology Foresight

Eoin O’Sullivan, Rob Phaal, Charles Featherston

65

Методология Форсайта и дорожных карт — тенденции и перспективы

Юсуке Кисита

Доцент, Инженерная школа (School of Engineering), kishita@pe.t.u-tokyo.ac.jp

Университет Токио (University of Tokyo), Япония, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-Ku, Tokyo 1138656, Japan

Аннотация

Вступительный материал приглашенного редактора обозначает контекстуальные и теоретические основы методологии Форсайт-исследований. Продемонстрирован вклад статей специального выпуска в решение актуальных задач развития данной методологии. Намечены направления дальнейших исследований для ответа на вопросы, которые пока остаются нерешенными.

Ключевые слова: исследования будущего; Форсайт; методология; дорожные карты; сценарии; прогнозирование.

Цитирование: Kishita Y. (2021) Foresight and Roadmapping Methodology: Trends and Outlook. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 5–11. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.5.11

В условиях растущей неопределенности организации все сильнее нуждаются в системах поддержки принятия стратегических решений, основанных на инструментах исследований будущего и Форсайта (*futures and foresight*)¹ [Glenn, Gordon, 2009; Popper, 2008a, b]. К наиболее распространенным методам относятся ретрополяция (*backcasting*), Дельфи, прогнозирование, разработка дорожных карт (ДК) и сценариев, которые используются для формирования научно-технологической и инновационной политики [Miles, 2010]. Каждый из этих методов обеспечивает структурированный сбор информации и позволяет создавать научно обоснованные знания о будущем [van der Duin, 2016; Bishop et al., 2007; Glenn, 2009b; Gordon et al., 2020; Popper, 2008a,b].

Форсайт-исследования традиционно имеют практическую направленность, при этом их теоретической и методологической базе уделяется относительно мало внимания [Fergnani, Chermack, 2021; Kishita et al., 2021; Wilkinson, 2009]. Многообразие методов и слабая систематизация процедур затрудняют выбор подходящего инструмента для решения конкретной задачи. Тем не менее Форсайт-сообщество признает значимость теоретических основ для понимания сущности

методов исследования будущего, стимулирования к их применению и обучения необходимым навыкам.

В данном специальном выпуске рассматриваются современное состояние инструментария Форсайт-исследований и методологические задачи, ожидающие своего решения. Особое внимание уделено инструментам прогнозирования, разработки сценариев и ДК. Предложена структура для углубленного понимания общих процессов Форсайта, исходя из которой обозначены направления дальнейшего развития теории и методологии.

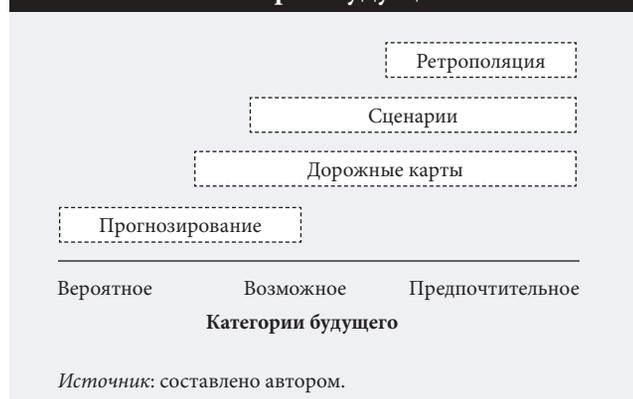
Таксономия будущего

Среди разнообразных классификаций видов будущего чаще всего выделяют следующие [Börjeson et al., 2006; Hancock, Bezold, 1994; Voros, 2003].

- *Вероятное (probable) будущее.* Высказываются предположения о развитии событий на основе экстраполяции современных тенденций.
- *Возможное (possible) будущее.* Изучается максимально широкий спектр образов будущего, формируемых на основе доступных знаний и с помощью воображения. В результате появляются

¹ Термин *futures and foresight* охватывает собственно Форсайт, прогнозные и футурологические исследования.

Рис. 1. Соотнесение основных методов Форсайта с изучением различных категорий будущего

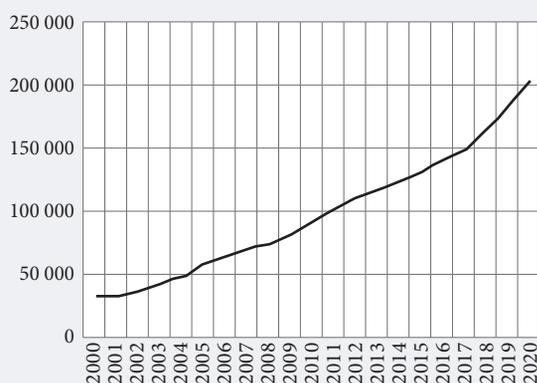


новые представления о будущем. *Реалистичные* сценарии, базирующиеся на имеющихся знаниях, относятся к возможным либо желаемым опциям.

- *Предпочтительное (preferable) будущее.* Данная категория охватывает «нормативные» варианты, признанные таковыми с учетом индивидуальных либо коллективных критериев.

Методы исследования выбираются в зависимости от типа рассматриваемого будущего (рис. 1) [Popper, 2008a; van der Duin, 2016]. Прогнозирование направлено на выявление наиболее вероятного варианта. Дорожные карты подходят для всех типов будущего, поскольку они описывают траекторию движения к любому перспективному состоянию. Сценарии используются преимущественно для описания возможного и предпочтительного будущего. Иногда они применимы к вероятному будущему: подобные траектории ча-

Рис. 2. Динамика числа статей с упоминанием терминов «Форсайт» и «исследования будущего»



Примечание: поиск проводился по названиям статей, аннотациям и ключевым словам.

Источник: составлено автором на основе поиска по базе Scopus 20 марта 2021 г.

сто называют базовыми или «идем прежним курсом» (*business-as-usual*, BaU). С помощью ретрополяции чаще всего описывают нормативные варианты будущего, иногда — антиутопии или катастрофы.

Основные методы исследований будущего и Форсайта

Поиск в Scopus по терминам «Форсайт» (*foresight*) и «варианты будущего» (*futures*) в заголовках, аннотациях и ключевых словах статей, вышедших в 2020 г., дал примерно 200 000 результатов, что в шесть раз больше числа статей, опубликованных в 2000 г. (рис. 2). Публикации разделены на четыре категории: «сценарии», «прогнозирование», «дорожные карты» и «ретрополяция» (рис. 3). В 2020 г. статьи о сценариях составили примерно 5% (~10 000) общего числа (~200 000); на втором месте оказались работы по теме «прогнозирование» (примерно 3%). В 2020 г. вышло около 700 статей о дорожных картах — в 10 раз больше, чем в 2000 г. Число работ, посвященных ретрополяции, начиная с середины 2000-х гг. выросло незначительно (~30 в 2020 г.).

Прогнозирование

В ходе прогнозирования применяются качественные и количественные методы. К первым относятся Дельфи и глубинный анализ текстов (текст-майнинг), ко вторым — экстраполяция трендов и эконометрические инструменты [Armstrong, 2001; Glenn, 2009b; Martino, 1993; Popper, 2008a]. Прогнозирование в первую очередь направлено на оценку перспектив технологического развития [Gerstenfeld, 1971; Martino, 1993]. Наиболее популярные методы — Дельфи и экстраполяция трендов.

Метод Дельфи, разработанный в 1950-е гг. корпорацией RAND для оборонных исследований, широко практикуется при сборе экспертных оценок². Проводится итеративное (в два-три раунда) анкетирование респондентов с целью достижения консенсуса в отношении перспективных технологических разработок [Linstone, Turoff, 1975; Gordon, 2009]. Подбор экспертов — ключевой фактор успеха Дельфи-обследований [Gordon, 2009]. За последние 50 лет этот метод использовался многими учеными и практиками [Rowe, Wright, 2011]. С 1969 г. в Японии проводятся масштабные Дельфи-опросы по широкому кругу направлений для разработки и реализации научно-технологической и инновационной политики [Kuwahara, 1999; Kuwahara et al., 2008]. Анализ результатов обследований, выполненных в 1971–1992 гг., показал, что сформулированные в них прогнозы подтвердились примерно на 70% [Urashima et al., 2012]. Дельфи часто сочетается с другими методами, например, для уточнения сценариев [Wright et al., 2013; Chen et al., 2020; Culot et al., 2020; von der Gracht, Darkow, 2010].

Экстраполяция трендов — инструмент количественного прогнозирования, опирающийся на ретро-

² <https://www.rand.org/topics/delphi-method.html>, дата обращения 20.03.2021.

Рис. 3. Динамика числа статей, посвященных использованию сценариев, прогнозирования, дорожных карт и ретрополяции



Источник: составлено автором на основе поиска по базе Scopus 20 марта 2021 г.

спективную динамику показателей, таких как ВВП на душу населения, продолжительность жизни и потребление энергии. С его помощью, в частности, оценивают перспективы распространения технологий. Согласно теории проникновения инноваций (*diffusion of innovation*) пользователи делятся на пять категорий: новаторы, ранние последователи, раннее большинство, позднее большинство и отстающие [Rogers, 2002]. Процесс принятия новой технологии обычно описывается с помощью S-образной кривой [Gerstenfeld, 1971; Meade, Islam, 2006; Rogers, 2002].

Для прогнозирования распространения технологий широко применяется модель Басса, в соответствии с которой принятие новых разработок определяется стремлением к новшествам и желанием подражать другим [Bass, 1969]. С ее помощью оценивают динамику изменения доли пользователей технологии во времени. Нередко модель адаптируется под решение специфических задач [Fan et al., 2017; Seol et al., 2012].

Сценарии

Сценарий — гипотетическая последовательность событий, ведущих к возможному будущему [Kahn, Wiener, 1967]. Сценарный анализ служит для поддержки принятия решений в условиях неопределенности с 1950-х гг. Широко известна практика его применения в Royal Dutch Shell, позволившая компании успешно преодолеть первый нефтяной кризис 1970-х гг. [Wack, 1985]. Сценарное планирование стало популярным инструментом создания корпоративных стратегий. Сценарий рассматривается как правдоподобная причинно-следственная цепочка событий, соединяющая предполагаемую будущую ситуацию с текущей [Glenn, 2009a]. Задача метода — не предугадывать будущее, а описывать его возможные картины, отталкиваясь от современного положения дел, чтобы получить максимальное представление о факторах неопределенности [Schwartz, 1991; Kishita et al., 2016; Spaniol, Rowland, 2019]. Представление альтернативных перспектив в

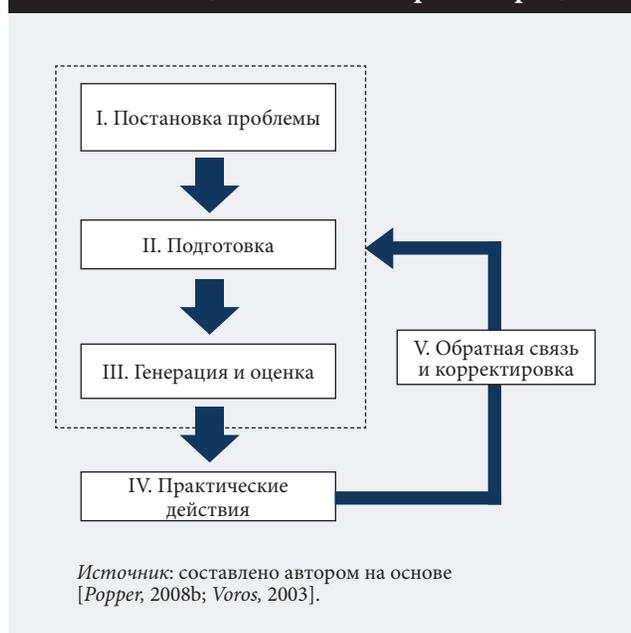
нарративном формате помогает заинтересованным сторонам осмыслить будущее и выработать согласованные представления о нем [Spaniol, Rowland, 2019; van Notten et al., 2003].

Многообразие подходов к сценарному анализу, описанное в работах [Amer et al., 2013; Bishop et al., 2007; Kishita et al., 2016], характеризуется как «методологический хаос» [Bradfield et al., 2005; Martelli, 2001]. Наиболее распространенная методика — матрица 2x2, подразумевающая составление четырех сценариев на основе двух ключевых факторов неопределенности [Ogilvy, Schwartz, 1998]. В зависимости от отправной точки чаще всего выделяют прогнозные и ретроспективные сценарии [Börjeson et al., 2006; van Notten et al., 2003]. Первая категория исходит из текущей ситуации и описывает возможные варианты будущего. Сценарии второй группы начинаются с характеристики желательных либо нежелательных картин будущего и описывают траекторию «назад к настоящему» [Börjeson et al., 2006; Quist, Vergragt, 2006]. Для разработки обоих типов сценариев предусмотрен набор инструментов [Kishita et al., 2016].

Формирование дорожных карт

ДК определяется как структурированный графический способ хронологического представления и анализа динамических связей технологических ресурсов с целями организации и изменениями внешней среды [Phaal et al., 2004]. С момента первого применения компанией Motorola в 1970-х гг. технологические ДК широко используются организациями для поддержки стратегического планирования и разработки продукции [Willyard, McClees, 1987], служат информационной основой для формирования отраслевой политики по развитию науки, технологий и инноваций [Carayannis et al., 2016; Yasunaga et al., 2009]. ДК разрабатываются в разных форматах в зависимости от конкретных целей и контекста [Phaal et al., 2010]. Как правило, они состоят из нескольких слоев, иллюстрирующих взаи-

Рис. 4. Обобщенная схема Форсайт-процесса



мосвязи рынков, товаров, услуг и технологий [Phaal et al., 2004].

Обычно ДК разрабатываются в рамках экспертных семинаров, чтобы стимулировать коммуникацию между заинтересованными сторонами, обмен опытом и создание новых знаний [de Alcantara, Martens, 2019; Park et al., 2020; Vatananan, Gerdri, 2012]. Например, метод T-Plan предполагает планирование разработки продукта с помощью «быстрого запуска» (*fast-start*) корпоративной ДК [Phaal et al., 2003]. Технологические ДК, ориентированные на создание добавленной стоимости, служат инструментом интеграции процесса принятия решений с маркетинговыми мероприятиями [Fenwick et al., 2009]. Структурированный процесс формирования подобных карт для энергетического сектора описан в публикации [Daim, Oliver, 2008].

В последние годы ДК комбинируются с аналитикой данных для изучения динамики конкурентной среды [Geum et al., 2015; Pora et al., 2020], а их сочетание со сценариями позволяет оценивать факторы неопределенности будущего [Hussein et al., 2017; Lee, Geum, 2017;

Saritas, Aylen, 2010; Siebelink et al., 2016]. Подобная интеграция повышает надежность ДК как инструмента поддержки принятия решений.

Развитие методологии исследований будущего и Форсайта

Исследования будущего и Форсайт — междисциплинарные направления, интегрирующие разнообразные базы знаний для поиска ответов на масштабные вызовы, стоящие перед организацией или обществом [Kishita et al., 2021]. На рис. 4 представлена обобщенная схема Форсайт-исследования, а его этапы кратко описаны в табл. 1. Этот процесс часто реализуется на основе партисипативного подхода — в рамках семинаров с участием исследователей, практиков и других заинтересованных сторон создаются, оцениваются и используются знания о будущем.

При всем многообразии инструментов извлечения знаний о будущем остается ряд вопросов в отношении развития методологии Форсайт-процесса по таким направлениям, как:

- применимость цифровых технологий, искусственного интеллекта (ИИ) и других подходов на основе обработки данных для исследований будущего и Форсайта, оценка их результативности;
- повышение эффективности использования результатов Форсайт-исследований;
- возможность диверсификации и персонализации дизайна Форсайт-исследований, позволяющая учитывать социальные либо рыночные потребности, способы ее повышения;
- способы оценки результатов Форсайта до момента их введения в практику;
- повышение гибкости и эффективности поддержки принятия решений, эффекты для конкурентоспособности;
- идентификация подходящих инструментов для формирования представлений об отдаленном будущем (например, на перспективу 2050–2060 г.) с учетом растущей значимости стратегий устойчивого развития;
- корректировка инструментария исследований будущего в связи с пандемией COVID-19 (которая

Табл. 1. Этапы Форсайт-процесса

Этап	Содержание
I. Постановка проблемы	Определение целей и задач, уточнение темы, предметной области, пространственных и временных рамок исследования, идентификация потенциальных участников
II. Подготовительный этап	Выбор методов исследования (например, прогнозирование, сценарии, ДК), сбор данных из внешних источников (литература, веб-сайты, интервью и т. д.), подготовка подробного плана работы, подбор участников семинара
III. Создание и оценка знаний	Генерация знаний о будущем, формирование альтернативных образов на основе собранных данных и полученных знаний с последующей экспертизой
IV. Практическое использование знаний	Использование результатов предыдущего этапа для поддержки принятия решений, разработки стратегий и политики
V. Получение обратной связи и корректировка результатов	Сбор отзывов о результатах этапов I–III и их корректировка на основе анализа полученной обратной связи

Источник: составлено автором.

привела к радикальным переменам в организации работы, связанным с использованием виртуальной среды).

Новейшие достижения в области цифровых технологий и ИИ повышают эффективность доступа к огромным объемам информации [Gordon et al., 2020]. В Форсайт-исследованиях получили распространение такие методы, как глубинный анализ текстов (текст-майнинг) [Kayser, Blind, 2017; Ozcan et al., 2021], сайтов (веб-майнинг) [Kayser, Shala, 2020; Kehl et al., 2020], машинное обучение [Zhou et al., 2020] и теория графов [Kishita et al., 2020]. Сочетание результатов деятельности ИИ с экспертными знаниями в качестве основы принятия решений представляет большой интерес для организаций [Gordon et al., 2020]. Серьезное внимание уделяется вовлечению в Форсайт заинтересованных сторон по модели «практико-ориентированных исследований» (*action research*) [Gattringer, Wiener, 2020; Lehoux et al., 2020].

Восполнение методологического пробела

Материалы, опубликованные в этом специальном выпуске, вносят вклад в развитие соответствующей методологии и решение некоторых из ранее упомянутых вопросов.

Статья Тугрула Дайма (Tugrul Daim), Эсраа Бухари (Esraa Bukhari), Даны Бакри (Dana Bakry), Джеймса ВанХуиса (James VanHuis), Хайдара Ялсина (Haydar Yalcin) и Сяоли Ванг (Xiaoli Wang) «**Прогнозирование технологических трендов с учетом временных интервалов между научными публикациями и патентами**» посвящена выявлению технологических тенденций, на основе чего идентифицируются рынки для инновационных продуктов и услуг. С помощью глубинного анализа текстов научных статей и патентов, вычисления временных интервалов между их публикациями авторы выявили пять ключевых тенденций развития технологии «программное обеспечение как услуга» (*software as a service*, SaaS). Предложенный метод имеет перспективы применения в сфере государственного управления, деловых и научных кругах при разработке стратегий развития.

В работе Гильермо Веласко (Guillermo Velasco), Рафаэля Поппера (Rafael Popper) и Йена Майлса (Ian Miles) «**Погружение в креативное будущее как основа для разработки рекомендаций в рамках поисковых сценариев**» анализируется влияние различных сценариев будущего на подготовку рекомендаций по мерам политики. Выполнен углубленный анализ семинаров по разработке альтернативных траекторий развития Европейского исследовательского пространства (European Research Area, ERA). Продемонстрирована значимость «погружения» экспертов в трансформационные сценарии для генерации гибких творческих идей.

Публикация Сунджу Ли (Sungjoo Lee), Кука Джина Джанга (Kook Jin Jang), Мюна Хана Ли (Myung Han Lee) и Сонга Рона Шина (Seong Ryong Shin) «**Дорожные карты в эпоху неопределенности: как интегрировать**

аналитику данных с экспертными знаниями» иллюстрирует комплексный подход к разработке ДК, синтезирующий обработку данных с привлечением экспертов в целях повышения эффективности научно-технологической и инновационной политики. Исследование проведено на примере планирования разработки технологий для снижения шума, вибрации и жесткости движения автомобилей (*noise, vibration, and harshness*, NVH) с горизонтом 10 лет. Авторы описывают трехэтапный процесс подготовки ДК в ходе семинара, включающий генерацию, отбор идей и планирование. Обработка и анализ данных из патентов и научных публикаций помогают экспертам выявлять тенденции, имеющие место внутри и за пределами отрасли, генерировать стратегические предложения и отбирать из них наиболее перспективные.

В статье Хисаси Мураты (Hisashi Murata), Котаро Накамуры (Kotaro Nakamura) и Кунио Сирахады (Kunio Shirahada) «**Перспективы сопроизводства знаний для планирования умной инфраструктуры**» представлен комплексный подход к стимулированию обмена опытом между заинтересованными сторонами в организации с последующей генерацией новых знаний. Подобный подход предполагает итеративное взаимодействие участников, которые делятся некодифицированными и формализованными знаниями. Процесс состоит из четырех стадий: социализация, экстернализация, интеграция и интернализация — согласно модели SECI (*socialization — externalization — combination — internalization*) [Nonaka, 1990]. На примере построения ДК в области интеллектуальной социальной инфраструктуры продемонстрирован вклад рассматриваемого коммуникационного инструмента в коллективное формирование знаний.

Исследование Оуэна О'Салливана (Eoin O'Sullivan), Роба Фаала (Rob Phaal) и Чарльза Фезерстона (Charles Featherston) «**Гибкая разработка дорожных карт как адаптивный подход к технологическому Форсайту**» фокусируется на методологических пробелах в обеспечении стратегической актуальности, надлежащей детализации и достоверности ДК с акцентом на структурировании и визуализации последних. Характер распределения информации на шаблоне ДК иллюстрирует потенциальные «проблемные зоны» Форсайт-исследования. Шаблон выполняет диагностическую функцию, позволяя оценить детализацию, достоверность и эффективность результатов стратегического Форсайта. Авторы сформулировали пять принципов адаптивной разработки ДК, которые рекомендовано включить в методологические руководства.

Заключение

Представлен обзор методов исследований будущего и Форсайта с акцентом на прогнозировании, разработке сценариев и ДК, сформулированы ключевые вопросы дальнейшего развития их методологической базы. В статьях номера освещаются перспективы применения цифровых технологий, ИИ и других инструментов обработки данных в Форсайт-проектах.

Предлагаются способы более эффективного применения результатов этих исследований. Уточняются аспекты, имеющие потенциал диверсификации и персонализации для лучшего учета потребностей рынка и общества, и способы раскрытия этого потенциала.

Предстоит найти ответы на такие вопросы, как возможность оценки результатов Форсайта до их практического применения, повышение гибкости и адаптивности системы, обеспечивающей поддержку принятия решений, оценка его эффектов для повышения конкурентоспособности. В связи с растущей актуальностью задач устойчивого развития усиливается потребность в средствах получения знаний об отдаленной перспективе (до 2050–2060 гг.). Инструментарий Форсайта

подлежит корректировке под влиянием пандемии COVID-19, которая привела к радикальным переменам в организации работы, связанным с использованием виртуальной среды.

Форсайт-исследования по своей природе носят междисциплинарный характер — в плане не только тематики, но и с точки зрения формата исходных данных и результатов. Как следствие, к ним необходимо привлекать исследователей и практиков, специализирующихся в различных областях. По мере растущего осознания этого факта увеличиваются возможности инструментария Форсайта для ответа на вызовы разных масштабов — от микроуровня (отдельных компаний) до отраслевых, территориальных и глобальных.

Библиография

- Amer M., Daim T.U., Jetter A. (2013) A review of scenario planning. *Futures*, 46, 23–49. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2012.10.003>
- Armstrong J.S. (2001) *Principles of forecasting: A handbook for researchers and practitioners*, Dordrecht Kluwer Academic Publishers.
- Bass F.M. (1969) A new product growth model for consumer durables. *Management Science*, 15(5), 215–227. <http://www.jstor.org/stable/2628128>
- Bishop P., Hines A., Collins T. (2007) The current state of scenario development: An overview of techniques. *Foresight*, 9(1), 5–25. <https://doi.org/10.1108/14636680710727516>
- Börjeson L., Höjer M., Dreborg K.H., Ekvall T., Finnveden G. (2006) Scenario types and techniques: Towards a user's guide. *Futures*, 38(7), 723–739. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.12.002>
- Bradfield R., Wright G., Burt G., Cairns G., van der Heijden K. (2005) The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. *Futures*, 37(8), 795–812. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.01.003>
- Carayannis E., Grebeniuk A., Meissner D. (2016) Smart roadmapping for STI policy. *Technological Forecasting and Social Change*, 110, 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.003>
- Chen K., Ren Z., Mu S., Sun T.Q., Mu R. (2020) Integrating the Delphi survey into scenario planning for China's renewable energy development strategy towards 2030. *Technological Forecasting and Social Change*, 158, 120157. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120157>
- Culot G., Orzes G., Sartor M., Nassimbeni G. (2020) The future of manufacturing: A Delphi-based scenario analysis on Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 157, 120092. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120092>
- Daim T.U., Oliver T. (2008) Implementing technology roadmap process in the energy services sector: A case study of a government agency. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(5), 687–720. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.04.006>
- De Alcantara D.P., Martens M.L. (2019) Technology Roadmapping (TRM): A systematic review of the literature focusing on models. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.08.014>
- Fan Z.P., Che Y.J., Chen Z.Y. (2017) Product sales forecasting using online reviews and historical sales data: A method combining the Bass model and sentiment analysis. *Journal of Business Research*, 74, 90–100. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.01.010>
- Fenwick D., Daim T.U., Gerdtsri N. (2009) Value Driven Technology Road Mapping (VTRM) process integrating decision making and marketing tools: Case of Internet security technologies. *Technological Forecasting & Social Change*, 76, 1055–1077. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.04.005>
- Fergnani A., Chermack T.J. (2021) The resistance to scientific theory in futures and foresight, and what to do about it. *Futures and Foresight Science*, e61. <https://doi.org/10.1002/ffo.2.61>
- Gattringer R., Wiener M. (2020) Key factors in the start-up phase of collaborative foresight. *Technological Forecasting and Social Change*, 153, 119931. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119931>
- Gerstenfeld A. (1971) Technological forecasting. *The Journal of Business*, 44(1), 10–18. <http://dx.doi.org/10.1086/295328>
- Geum Y., Lee H., Lee Y., Park Y. (2015) Development of data-driven technology roadmap considering dependency: An ARM-based technology roadmapping. *Technological Forecasting and Social Change*, 91, 264–279.
- Glenn J.C. (2009a) Introduction. In: *Futures Research Methodology* (CD-ROM version 3.0) (eds. J.C. Glenn, T.J. Gordon), Washington, D.C.: The Millennium Project. <http://www.millennium-project.org/publications-2/futures-research-methodology-version-3-0/>, дата обращения 15.06.2020.
- Glenn J.C. (2009b) Scenarios. In: *Futures Research Methodology* (CD-ROM version 3.0) (eds. J.C. Glenn, T.J. Gordon), Washington, D.C.: The Millennium Project. <http://www.millennium-project.org/publications-2/futures-research-methodology-version-3-0/>, дата обращения 15.06.2020.
- Gordon A.V., Ramic M., Rohrbeck R., Spaniol M.J. (2020) 50 Years of corporate and organizational foresight: Looking back and going forward. *Technological Forecasting and Social Change*, 154, 119966. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119966>
- Gordon T.J. (2009) Delphi. In: *Futures Research Methodology* (CD-ROM version 3.0) (eds. J.C. Glenn, T.J. Gordon), Washington, D.C.: The Millennium Project. <http://www.millennium-project.org/publications-2/futures-research-methodology-version-3-0/>, дата обращения 15.06.2020.
- Gordon T.J., Glenn J.C. (2009) Environmental scanning. In: *Futures Research Methodology* (CD-ROM version 3.0) (eds. J.C. Glenn, T.J. Gordon), Washington, D.C.: The Millennium Project. <http://www.millennium-project.org/publications-2/futures-research-methodology-version-3-0/>, дата обращения 15.06.2020.
- Hancock T., Bezold C. (1994) Possible futures, preferable futures. *The Healthcare Forum Journal*, 37(2), 23–29. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10132155/>, дата обращения 15.06.2020.
- Hussein M., Tapinos E., Knight L. (2017) Scenario-driven roadmapping for technology foresight. *Technological Forecasting and Social Change*, 124, 160–177. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.005>
- Kahn H., Wiener A.J. (1967) *The year 2000: A framework for speculation on the next thirty-three years*, New York: Macmillan.
- Kayser V., Blind K. (2017) Extending the knowledge base of foresight: The contribution of text mining. *Technological Forecasting and Social Change*, 116, 208–215. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.10.017>
- Kayser V., Shala E. (2020) Scenario development using web mining for outlining technology futures. *Technological Forecasting and Social Change*, 156, 120086. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120086>

- Kehl W., Jackson M., Fergnani A. (2020) Natural language processing and futures studies. *World Futures Review*, 12(2), 181–197. <https://doi.org/10.1177%2F1946756719882414>
- Kishita Y., Hara K., Uwasu M., Umeda Y. (2016) Research needs and challenges faced in supporting scenario design in sustainability science: A literature review. *Sustainability Science*, 11(2), 331–347. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0340-6>
- Kishita Y., Kusaka T., Mizuno Y., Umeda Y. (2021) Toward theory development in futures and foresight by drawing on design theory: A commentary on Fergnani and Chermack 2021. *Futures and Foresight Science*, e91. <https://doi.org/10.1002/ffo2.91>
- Kishita Y., Mizuno Y., Fukushige S., Umeda Y. (2020) Scenario structuring methodology for computer-aided scenario design: An application to envisioning sustainable futures. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120207. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120207>
- Kuwahara T. (1999) Technology forecasting activities in Japan. *Technological Forecasting and Social Change*, 60(1), 5–14. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(98\)00048-1](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(98)00048-1)
- Kuwahara T., Cuhls K., Georghiou L. (2008) Foresight in Japan. In: *The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice* (eds. L. Georghiou, J.C. Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper), Cheltenham: Edward Elgar, pp. 170–183.
- Lee H., Geum Y. (2017) Development of the scenario-based technology roadmap considering layer heterogeneity: An approach using CIA and AHP. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 12–24. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.016>
- Lehoux P., Miller F.A., Williams-Jones B. (2020) Anticipatory governance and moral imagination: Methodological insights from a scenario-based public deliberation study. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119800. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119800>
- Linstone H.A., Turoff M. (1975) *The Delphi method: Techniques and applications*, London: Addison-Wesley.
- Maede N., Islam T. (2006) Modelling and forecasting the diffusion of innovation: A 25-year review. *International Journal of Forecasting*, 22(3), 519–545. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.01.005>
- Martelli A. (2001) Scenario building and scenario planning: State of the art and prospects of evolution. *Futures Research Quarterly*, 17(2), 57–74.
- Martino J.P. (1993) *Technological forecasting for decision making* (3rd ed.), New York: McGraw-Hill.
- Miles I. (2010) The development of technology foresight: A review. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(9), 1448–1456. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.07.016>
- Nonaka I. (1990) *Management of Knowledge Creation*, Tokyo: Nihon Keizai Shinbun-sha.
- Ogilvy J., Schwartz P. (1998) Plotting your scenarios. *Learning from the future* (eds. L. Fahey, R. Randall), Hoboken, NJ: John Wiley, pp. 57–80.
- Ozcan S., Homayounfar A., Simms C., Wasim J. (2021) Technology roadmapping using text mining: A foresight study for the retail industry. *IEEE Transactions on Engineering Management* (в печати, доступно онлайн). DOI: 10.1109/TEM.2021.3068310.
- Park H., Phaal R., Ho J.Y., O'Sullivan E. (2020) Twenty years of technology and strategic roadmapping research: A school of thought perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 154, 119965. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119965>
- Phaal R., Farrukh C., Mitchell R., Probert D. (2003) Starting-up roadmapping fast. *Research-Technology Management*, 42(2), 52–59. <https://doi.org/10.1080/08956308.2003.11671555>
- Phaal R., Farrukh C.J.P., Probert D.R. (2004) Technology roadmapping: A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(1–2), 5–26. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00072-6](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00072-6)
- Phaal R., Farrukh C.J.P., Probert D.R. (2010) *Roadmapping for Strategy and Innovation: Aligning technology and markets in a dynamic world*, Cambridge: University of Cambridge.
- Popper R. (2008a) Foresight methodology. In: *The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice* (eds. L. Georghiou, J.C. Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper), Cheltenham: Edward Elgar, pp. 44–88.
- Popper R. (2008b) How are foresight methods selected. *Foresight*, 10(6), 62–89. <https://doi.org/10.1108/14636680810918586>
- Pora U., Gerdri N., Thawesaengskulthai N., Triukose S. (2020) Data-driven roadmapping (DDRM): Approach and case demonstration. *IEEE Transactions on Engineering Management* (в печати, доступно онлайн). DOI: 10.1109/TEM.2020.3005341
- Quist J., Vergragt P. (2006) Past and future of backcasting: The shift to stakeholder participation and a proposal for a methodological framework. *Futures*, 38(9), 1027–1045. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2006.02.010>
- Rogers E. (2002) *Diffusion of Innovations* (5th ed.), New York: Free Press.
- Rowe G., Wright G. (2011) *The Delphi technique: Past, present, and future prospects* (Introduction to the special issue). *Technological Forecasting and Social Change*, 78(9), 1487–1490. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.09.002>
- Saritas O., Aylen J. (2010) Using scenarios for roadmapping: The case of clean production. *Technological Forecasting and Social Change*, 77, 1061–1075. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.03.003>
- Schwartz P. (1991) *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*, New York: John Wiley & Sons, Doubleday.
- Seol H., Park G., Lee H., Yoon B. (2012) Demand forecasting for new media services with consideration of competitive relationships using the competitive Bass model and the theory of the niche. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(7), 1217–1228. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.03.002>
- Siebelink R., Halman J.L.M., Hofman E. (2016) Scenario-driven roadmapping to cope with uncertainty: Its application in the construction industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 110, 226–238. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.01.030>
- Spaniol M.J., Rowland N.J. (2019) Defining scenario. *Futures and Foresight Science*, 1(1), e3. <https://doi.org/10.1002/ffo2.3>
- Urashima K., Yokoo Y., Nagano H. (2012) S&T policy and foresight investigation — Impacts in Japan. *Foresight*, 14(1), 15–25. <https://doi.org/10.1108/14636681211210332>
- Van der Duin P. (ed.) (2016) *Foresight in organizations: Methods and tools*, New York: Routledge.
- Van Notten P.W.F., Rotmans J., van Asselt M.B.A., Rothman D.S. (2003) An updated scenario typology. *Futures*, 35, 423–443. [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(02\)00090-3](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(02)00090-3)
- Vatananan R.S., Gerdri N. (2012) The current state of technology roadmapping (TRM) research and practice. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 9(4), 1250032. <https://doi.org/10.1142/S0219877012500320>
- Von der Gracht H.A., Darkow I.L. (2010) Scenarios for the logistics services industry: A Delphi-based analysis for 2025. *International Journal of Production Economics*, 127(1), 46–59. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.013>
- Voros J. (2003) A generic foresight process framework. *Foresight*, 5(3), 10–21. <https://doi.org/10.1108/14636680310698379>
- Wack P. (1985) Scenarios: Uncharted waters ahead. *Harvard Business Review*, 63, 73–89.
- Wilkinson A. (2009) Scenarios practices: In search of theory. *Journal of Futures Studies*, 13, 107–114.
- Willyard C.H., McClees C.W. (1987) Motorola's technology roadmap process. *Research Management*, 30(5), 13–19. <https://doi.org/10.1080/00345334.1987.11757057>
- Wright G., Cairns G., Bradfield R. (2013) Scenario methodology: New developments in theory and practice (Introduction to the Special Issue). *Technological Forecasting and Social Change*, 80, 561–565. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.11.011>
- Yasunaga Y., Watanabe M., Korenaga M. (2009) Application of technology roadmaps to governmental innovation policy for promoting technology convergence. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(1), 61–79. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.06.004>
- Zhou Y., Dong F., Liu Y., Li Z., Du J.F., Zhang L. (2020) Forecasting emerging technologies using data augmentation and deep learning. *Scientometrics*, 123, 1–29. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03351-6>

Прогнозирование технологических трендов с учетом временных интервалов между научными публикациями и патентами

Тугрул Дайм

Профессор^а; приглашенный исследователь^б, tugrul.u.daim@pdx.edu

Эсраа Бухари

Аспирант^а, ebukhari@pdx.edu

Дана Бакри

Аспирант^а, dbakry@pdx.edu

Джеймс ВанХуис

Аспирант^а, jvanhuis@pdx.edu

Хайдар Ялсин

Доцент^с, haydar.yalcin@gmail.com

Сяоли Ванг

Аспирант^д, bjutwxl@qq.com

^а Государственный университет Портленда (Portland State University), США, 1900 SW 4th, Portland OR 97201 USA

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

^с Отдел управления информационными системами, Департамент бизнес-администрирования, факультет экономики и административных наук, Университет Эге (Ege University), Erzene Mahallesi Ege Üniversitesi Merkez Yerleşkesi, 35040 Bornova/İzmir, Türkiye

^д Пекинский технологический университет (Beijing University of Technology), Китай, NO.100, Pingle Garden, Chaoyang District, Beijing City, China

Аннотация

Выявление технологических трендов — ключевой фактор конкурентоспособности, позволяющий воспользоваться потенциалом новых разработок еще до их появления. Освоение инструментов прогнозирования позволяет быть на несколько шагов впереди при создании новых продуктов и услуг. В статье представлен метод, комбинирующий интеллектуальный анализ текста (текст-майнинг) с экспертной оценкой для изучения краткосрочных тенденций технологического развития. В качестве примера для апробации выбрана бизнес-модель «программное обеспечение как услуга» (*software-as-a-service*, SaaS). Долгосрочные тренды выявляются путем анализа временных интервалов

между научными исследованиями и прикладными разработками. Новый подход вносит вклад в развитие методологии технологического прогнозирования. Представлены пять основных направлений эволюции рассматриваемой области: виртуальные сети, гибридное облако, методы моделирования, мобильные и веб-приложения, свидетельствующие о переходе информационных систем в онлайн-формат. Наряду с бессрочным лицензированием получает распространение схема пользования программным обеспечением по подписке. Ускоренная разработка продуктов на основе мобильных решений преобразует подходы к хранению информации, прежде всего в базах данных.

Ключевые слова: тенденции технологического развития; технологическое прогнозирование; траектория технологического развития; текст-майнинг; электронная торговля; программное обеспечение как услуга; SaaS; патентное цитирование

Цитирование: Daim T., Bukhari E., Bakry D., VanHuis J., Yalcin H., Wang X. (2021) Forecasting Technology Trends through the Gap Between Science and Technology: The Case of Software as an E-Commerce Service. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 12–24. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.12.24

Forecasting Technology Trends through the Gap Between Science and Technology: The Case of Software as an E-Commerce Service

Tugrul Daim

Professor^a; Guest Researcher^b, tugrul.u.daim@pdx.edu

Esraa Bukhari

PhD Student^a, ebukhari@pdx.edu

Dana Bakry

PhD Student^a, dbakry@pdx.edu

James VanHuis

PhD Student^a, jvanhuis@pdx.edu

Haydar Yalcin

Associate Professor^c, haydar.yalcin@gmail.com

Xiaoli Wang

PhD Student^d, bjutwxl@qq.com

^a Portland State University, 1900 SW 4th, Portland OR 97201 USA

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

^c Division of Management Information Systems, Department of Business Administration Faculty of Economics and Administrative Sciences Ege University, Erzene Mahallesi Ege Üniversitesi Merkez Yerleşkesi, 35040 Bornova/İzmir, Türkiye

^d Beijing University of Technology, NO.100, Pingle Garden, Chaoyang District, Beijing City, China

Abstract

Identifying technology trends can be a key success factor for companies to be competitive and take advantage of technological trends before they occur. The companies always work to plan for future products and services. For that, it is important to turn to methods that are used for technology forecasting. These tools help the companies to define potential markets for innovative new products and services. This paper uses text mining techniques along with expert judgment to detect and analyze the near-term technology evolution trends in a Software as a Service (SaaS) case study. The longer-term technology development trend in this case is forecasted by analyzing the gaps between science and technology. This paper contributes to the technology forecasting methodology and

will be of interest to those in SaaS technology. Our findings reveal five trends in the technology: 1) virtual networking, 2) the hybrid cloud, 3) modeling methodologies, 4) mobile applications, and 5) web applications. Among the results achieved, we can summarize the interesting ones as follows: it is possible to say that traditional information systems are now evolving into online information systems. On the other hand, the use of a licensing model based on subscriptions triggers the change in perpetual licensing models. The product range that has evolved towards mobile technologies has put pressure on information storage technologies and has led to the search for new methods especially in the development of database systems.

Keywords: technology trends; technology forecasting; technological trajectory; text mining; e-commerce; software as a service; SaaS; patent citation

Citation: Daim T., Bukhari E., Bakry D., VanHuis J., Yalcin H., Wang X. (2021) Forecasting Technology Trends through the Gap Between Science and Technology: The Case of Software as an E-Commerce Service. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 12–24. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.12.24

Прогнозирование тенденций развития технологий создает возможности для укрепления международной конкурентоспособности и позволяет заранее определять потенциальные рынки для инноваций. Важными источниками информации о новых разработках служат патенты и научные статьи [Kim, Bae, 2017]. Оперативное реагирование на выявленные тренды предоставляет решающее стратегическое преимущество для стран и компаний [Li et al., 2019]. В условиях экономики знаний особенно актуален вопрос об эффективных инструментах для выявления перспективных направлений, включая возможные «подрывные» технологии. В статье предложен метод для идентификации и прогнозирования траекторий технологического развития на примере модели «программное обеспечение как услуга» (*software-as-a-service*, SaaS). Инструментарий, основанный на глубинном анализе научных публикаций и патентов, позволит расширить представление экспертов и лиц, принимающих решения, о возникающем технологическом ландшафте при разработке инвестиционных стратегий.

Обзор литературы

Рост вычислительных мощностей и накопление больших объемов информации расширяют инструментарий исследователей для формирования сценариев научно-технологического развития. Важными источниками данных о разработках являются научные статьи и патенты, анализ которых дает представление о закономерностях возникновения и развития новых тенденций [Ghazinoory et al., 2013; Huang et al., 2018; Kim, Bae, 2017; Madani, Weber, 2016; Park, Yong, 2017; Wang et al., 2015; Yoon et al., 2014]. Для этой цели часто используется интеллектуальный анализ научных публикаций (*text mining*, далее — текст-майнинг) и патентов [Madani, Weber, 2016]. Долгое время в технологическом прогнозировании преобладали качественные методы, которые в настоящее время дополняются количественными подходами, такими как лингвистический, патентный, тематический и библиометрический анализ. К наиболее перспективным направлениям развития индустрии информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) относится бизнес-модель SaaS, пользующаяся повышенным вниманием исследователей и практиков [Ma, 2007]. Оценка потенциала использования разработок в формате SaaS считается важнейшей составляющей стратегий производителей программного обеспечения (ПО) [Cusumano, 2008]. Создание интегрированных решений является необходимым условием внедрения технологий SaaS [Elfatraty et al., 2002], а прогностический подход обеспечивает эффективность этого процесса на протяжении всего жизненного цикла.

Текст-майнинг

Один из новых методов прогнозирования и анализа технологических тенденций — текст-майнинг — позволяет эффективно извлекать и оценивать данные из научных статей и патентных документов, выявлять закономерности [Madani, Weber, 2016]. Он заключается

в обработке контекстной информации — поиске наиболее часто встречающихся ключевых словосочетаний-конструкций, основы для исследовательских выводов [Rezaeian et al., 2017], которые можно использовать на этапе технологического планирования [Boyack et al., 2018; Ghazinoory et al., 2013; Huang et al., 2018; Rezaeian et al., 2017; Yoon et al., 2014]. Текст-майнинг дает общее представление о развитии той или иной технологической области, однако детализация тенденций оказывается затруднительной, поскольку динамика употребления ключевых слов и их сочетаний не обязательно отражает тематику технологической концепции [Chen et al., 2017]. Поэтому ограничение анализа лишь обработкой ключевых слов не обеспечивает эффективную смысловую интерпретацию результатов.

Анализ цитирования

Взаимосвязи в содержании статей и патентов по определенной тематической области иллюстрируют общность потоков знаний и возникающие технологические тенденции [Garcia-Lillo et al., 2016; Kostantinos, 2019; Angelou et al., 2019; Garcia-Lillo et al., 2019; Teufel et al., 2009]. При этом обнаруживаются скрытые структурные характеристики контента [Angelou et al., 2019; Boyack et al., 2018; Hasner et al., 2019; Kim et al., 2016; Kose, Sakata, 2018]. Недавнее масштабное исследование, основанное на текст-майнинге, выявило иерархию связей между несколькими направлениями, которая применима для структурирования исследовательских вопросов и обнаружения конвергенции в не связанных, на первый взгляд, между собой научно-технологических областях [Boyack et al., 2018]. Совершенствование методов обработки статистических данных повышает результативность текст-майнинга, позволяя получить более глубокие знания о технологических разработках и тенденциях. Учитывая эти возможности, по мнению ряда ученых, при работе с научными статьями и патентами целесообразно выходить за рамки простого анализа цитирования [Madani, Weber, 2016]. Анализ базовых терминов и частоты их употребления позволяет выявить глубинный смысл таких взаимосвязей. Однако одним из слабых мест текст-майнинга является недостаточная смысловая интерпретация результатов. Алгоритмы текст-майнинга, опирающиеся исключительно на подсчет частоты употребления ключевых слов, зачастую упускают из виду важную смысловую составляющую, для извлечения которой требуется участие опытных специалистов.

Технологическое прогнозирование

Для изучения динамики технологических трендов применяется широкий спектр качественных и количественных системных методов, описывающих траектории, характеристики и темпы технологического развития [Coates et al., 2001]. В исследовании [Lee et al., 2011] предлагается метод группировки ИКТ и эволюционных тенденций на основе скрытой марковской модели. Установлена тесная корреляция числа опубликованных статей и патентных данных [Bengisu, Nekhili, 2006]. Распространение получили концепции «подрывных» технологий (иллюстрирует дискретный характер техно-

гического развития) [Christensen, 2000], кривой принятия, S-кривой и т. п. Разнообразии инструментария расширяет исследовательский потенциал при составлении технологических прогнозов.

Методология

Для мониторинга изменений в выбранной сфере мы использовали текст-майнинг в сочетании с библиометрическим инструментарием и сетевым анализом. Обработка библиографических данных позволила отфильтровать нерелевантные публикации. Выявление расхождений между данными о научных исследованиях и технологических разработках с последующим прогнозированием тенденций проходило в шесть этапов, описанных в работе [Li et al., 2019].

1. *Сбор данных.* Исходная информация извлекалась из базы научных публикаций Web of Science (WoS) и репозитория патентов Derwent Innovation Index (DII). Сканирование осуществлялось по ключевым словам «программное обеспечение как услуга» (*software-as-a-service*), «электронная торговля» (*e-commerce*), а также по аббревиатуре «SaaS».

2. *Предварительная обработка данных.* После отфильтровывания нерелевантной информации¹ статьи и патенты группировались по годам публикации.

3. *Кластерный сетевой анализ.* Проводился методом «минимального связующего дерева» (*minimum spanning tree*), позволяющим находить кратчайшие пути для связывания всех узлов взвешенного графика [Graham et al., 1985]. Кластеры с большим числом соединений (в зависимости от размера массива данных) идентифицировались с помощью алгоритма Pathfinder для обнаружения структур, включающих больше одного «связующего дерева» [Chen, 1998]. Для формирования кластеров и расчета основных сетевых показателей применялось программное приложение CiteSpace [Chen et al., 2010].

4. *Разработка иерархической структуры технологий.* Идентифицированные кластеры технологических направлений распределялись по трем группам.

5. *Построение карт эволюции технологий.* Картирование базировалось на выявленных ранее структурных кластерах [Rongying et al., 2010] и позволило определить доминирующие технологические направления.

6. *Выявление временных интервалов.* Идентификация расхождений во времени публикации статей и патентов, посвященных конкретной технологии, позволила определить динамику ее развития и спрогнозировать соответствующие тенденции.

Кейс

Термин «программное обеспечение как услуга» (SaaS) предложен в 2001 г. Отделением электронного бизнеса Ассоциации отрасли программного обеспечения и информации (Software & Information Industry Association)

[SIIA, 2001]. Он описывает схему предоставления услуг облачных вычислений на основе ПО, лицензируемого по подписке [Laplante et al., 2008]. Выбор данной модели в качестве объекта кейс-анализа обусловлен высокой научной и практической значимостью. Распространение SaaS преобразило практику использования ПО, так как модель позволяла экономить ресурсы, оказалась удобной в пользовании, легко масштабировалась и сочеталась с другими ИКТ-платформами [Chen et al., 2011]. Оценка перспектив ее развития представляет интерес для достаточно широкого круга пользователей, разработчиков ПО и лиц, принимающих решения.

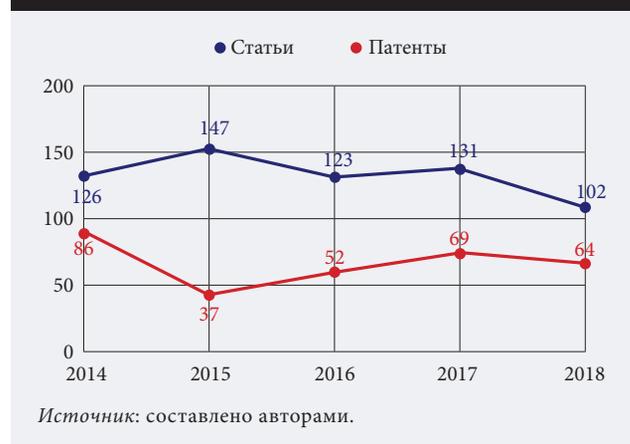
Сбор данных

В начале 2019 г. авторы осуществили сканирование базы научных статей Web of Science (WoS) и патентного репозитория Derwent Innovations Index (DII), используя поисковую формулу «(программное обеспечение как услуга) ИЛИ (SaaS) И (электронная торговля)». Обнаружены 2784 статьи во вторичных источниках и 869 патентов, изданных за период с 2014 по 2018 г. Динамика их публикации по годам представлена на рис. 1. Максимальные публикационные показатели приходятся на начало рассматриваемого периода: 86 патентов в 2014 г. и 147 статей в 2015 г.

Тематическая кластеризация

Статьи и патенты обрабатывались с привязкой к году публикации. Поиск осуществлялся по заголовкам с использованием ключевых слов «SaaS и программное обеспечение как услуга» (*SaaS and software as a service*), «принятие» (*adoption*), «интернет вещей» (*Internet of Things, IoT*), «качество обслуживания» (*quality of service, QoS*) и «теория игр» (*game theory*). Данные сохранялись в текстовом формате для использования в программном приложении CiteSpace. Масштабирование с помощью сети Pathfinder позволило уменьшить число ссылок и выявить наиболее важные связи. Полученные результа-

Рис. 1. Статистика статей и патентов, связанных с технологией SaaS



¹ Например, в результатах поиска оказались статьи с упоминанием альпийской тектонической зоны Zermatt-Saas (вторая часть ее названия созвучна аббревиатуре SaaS — software as a service).

Табл. 1. Профили экспертов

№	Аффилиация	Профессиональный бэкграунд
1	Университет ДеПола (DePaul University, США)	Менеджер по электронной торговле в компании Saudi Airline Catering, профессиональный опыт — более 10 лет
2	Университет Лонг-Айленда (Long-Island University, США)	Сферы компетенции: программирование, банковское дело, создание сетей, составление технической документации, формирование отчетов о результатах обработки данных, электронная торговля и платформы электронных платежей

Источник: составлено авторами.

ты прошли экспертную валидацию (профили экспертов отражены в табл. 1). По итогам обработки данных отобраны 50% наиболее часто упоминавшихся ключевых слов (на основе статистики статей), посторонние темы исключались. Источниками для кластеризации данных служили материалы, посвященные применению технологии SaaS в электронной торговле. Результаты представлены в табл. 2 и 3.

Иерархическая структура процесса разработки технологий

Иерархическая структура представляется в виде диаграммы, иллюстрирующей связи между компонентами технологий и продукта либо услуги [Bildosola et al., 2017; Choi et al., 2012; Yoon, Park, 2005]. Ее применение позволило составить представление о ретроспективной динамике SaaS и спрогнозировать тенденции развития за счет выявления расхождений между данными публикаций и патентов. Используя количественные методы, эксперты выявили и структурировали тематические кластеры с дифференцированием на подгруппы (рис. 2), отражающие направления применения технологий SaaS. На основе распределения статей и патентов по годам публикации разработаны

карты эволюции для выявления тенденций развития рассматриваемых технологий и составления прогноза краткосрочной динамики.

Тематическая кластеризация документов, опубликованных в 2014–2018 гг., продемонстрировала детальный ландшафт технологических направлений. Благодаря группировке тем (см. табл. 2 и 3) составлена иерархическая структура (табл. 4). Карты эволюции проиллюстрировали расхождение между данными в статьях и патентах. На этой основе идентифицированы тенденции развития технологий SaaS.

Анализ статей

На основе кластеризации статей, вышедших в 2014–2018 гг., эксперты систематизировали их тематику с разбивкой по годам появления (табл. 5). Основные направления фундаментальных исследований в области SaaS связаны с пакетным ПО, приложениями операционной системы, серверными и сетевыми технологиями, хранением данных, безопасностью и удобством пользования. Максимальное число тем освещено в 2015 г. Наиболее часто упоминались приложения операционной системы. Аналогичная тенденция прослеживалась в отношении пакетного ПО в 2014 г. и технологий безопасности — в 2017 г. Динамика публикаций свидетельствует о повышенном интересе к перечисленным направлениям. Высоким спросом пользуются онлайн-овые, мобильные системы и методы хранения информации, что позволяет предполагать концентрацию будущих исследований SaaS на соответствующих приложениях.

По итогам выявления и анализа основных технологических тем можно заключить, что на фоне других направлений наиболее активно разрабатываются облачные сервисы и технологии.

Анализ патентов

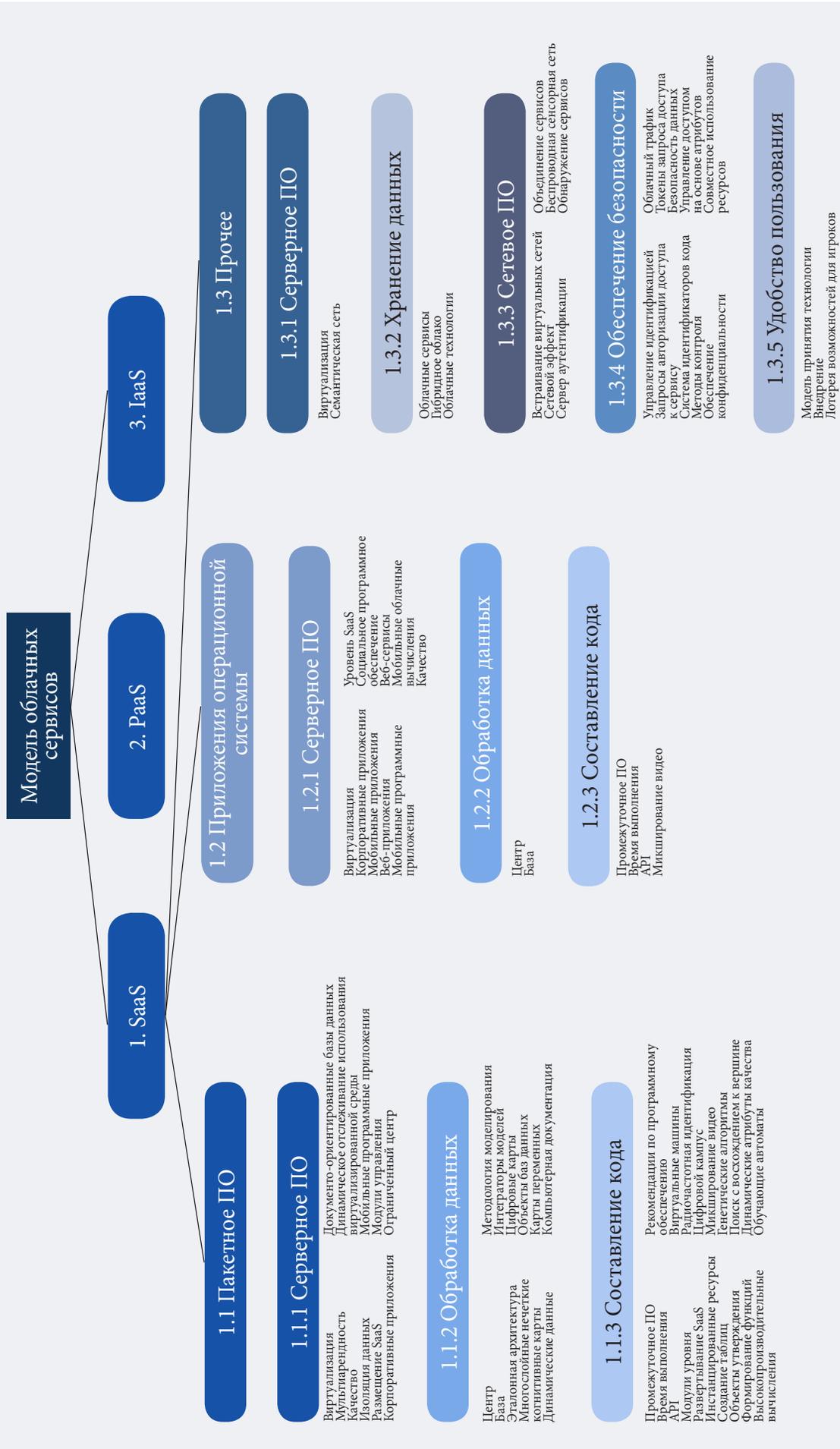
Кластеризация патентных данных с разбивкой по годам визуализировала ландшафт прикладных исследований SaaS в 2014–2018 гг. (табл. 6). В 2016 г. наблю-

Табл. 2. Результаты извлечения тем статей

Год публикации	Тематика (число статей)
2014	Мультиарендное SaaS (27); безопасность SaaS (26); применение технологии облачных вычислений (22); корпоративные системы (16); ценообразование на SaaS (11); инженерный подход (10); количество компаний (4); таблицы связей (4); график запроса услуг (4); автоматизированное тестирование (2)
2015	Поставщики инфраструктуры как услуги IaaS (22); веб-сервисы SaaS (22); мультиарендное SaaS (20); компонентные услуги (17); тестирование SaaS (17); бизнес-процессы (13); мобильные сети (11); вызовы в сфере безопасности (11); большое SaaS (9); SaaS для планирования ресурсов предприятия (5)
2016	Облачные решения (34); проектирование и разработка (23); бизнес-процессы (19); хранение данных (18); факторы принятия (11); выделение ресурсов (6); нарушения соглашений об уровне обслуживания (5); анализ ощущений (3); получение изображений (2); тестирование безопасности и производительности (2)
2017	Безопасные услуги (23); алгоритмы для SaaS (18); компании SaaS (18); мультиарендные сервисы (15); тестирование ПО (15); производительность системы (15); приложения для тестирования (14); состав услуг (6); атрибуты качества (4); образовательные учреждения (3)
2018	Выбор услуг (8); курс (5); стратегии индивидуализации (4); размещение композитного SaaS (3); изображения (3); рабочие процессы анализа данных (2); программное обеспечение планирования ресурсов предприятия (2); изоляция арендаторов (2); электронное обучение (2); компании SaaS (18); нарушения соглашений об уровне обслуживания (2)

Источник: составлено авторами.

Рис. 2. Статистика статей и патентов, связанных с технологией SaaS



Источники: составлено авторами.

Табл. 3. Результаты извлечения тем патентов

Год публикации	Тематика (число патентов)
2014	Системы облачной инфраструктуры (14); мобильные приложения (13); арендаторы арендаторов (13); использование SaaS (11); облачный мониторинг (10); индикативная информация (10); интегратор модулей (6); конкретные устройства (5); аппаратный уровень (2); создание таблиц (2)
2015	Мобильные приложения (8); экземпляр приложения (6); обработанные ресурсы (5); учетная запись службы (5); клиентский узел (3); групповая транзакция (2); порт просмотра (2); патентная база данных (2); запрошенное содержание (2); тотализатор для игроков (2)
2016	Вычислительная среда предприятия (8); модуль управления (8); авторизация доступа к сервису (7); веб-приложения (7); бизнес-ресурсы (6); методы интеграции (6); система идентификационных кодов (3); инструкции по навигации (3); система анализа кодов (2); динамическое отслеживание использования виртуальной среды (2)
2017	Модуль управления (18); виртуальное SaaS (15); мобильные программные приложения (9); рабочее состояние (7); клиентский терминал (6); облачный трафик (5); объект базы данных (3); цифровые карты (2); базовое масло (2); переменный термин (2)
2018	Сервер аутентификации (11); сервисный блок (10); уровень SaaS (9); модуль управления (8); компьютерная документация (7); токен доступа (6); безопасная машинная среда (4); общий ключ (4); набор объектов (3); номер счета (2)

Источник: составлено авторами.

далось значительное усиление патентной активности по направлениям «Приложения операционной системы» и «Безопасность», а годом позднее — в категории «Пакетное ПО». Высокие темпы роста числа патентов свидетельствуют об интенсивной разработке серверных и сетевых технологий, решений по обеспечению безопасности, хранения данных и повышению удобства пользования. Эти области обладают большим потенциалом как объект будущих прикладных исследований.

Анализ расхождений между научными и патентными данными

Изучение связи научных результатов с прикладными разработками имеет особое значение для понимания технологических тенденций лицами, ответственными за разработку политики, и предпринимателями [Shibata et al., 2010]. Направления, отраженные в статьях (но не в патентах), можно рассматривать как технологические возможности и на их основе оценивать пути развития [Olsson, 2005]. В табл. 7 приводится сравнительный ана-

Табл. 4. Результаты кластеризации тем

Уровень	Элемент	
Пакетное ПО	Сервер	Виртуализация; мультиарендность; качество; изоляция данных; размещение SaaS; корпоративные приложения; документо-ориентированные базы данных; динамическое отслеживание использования виртуализированной среды; мобильные программные приложения; модули управления; ограниченный центр
	Данные	Центр; база; эталонная архитектура; многослойные нечеткие когнитивные карты; динамические данные; методологии моделирования; интеграторы модулей; цифровые карты; объекты базы данных; карты переменных; компьютерная документация
	Код	Промежуточное ПО; время выполнения; API; модуль уровня; развертывание SaaS; инстанцированные ресурсы; создание таблиц; объект утверждения; формирование функций; высокопроизводительные вычисления; рекомендации по ПО; виртуальные машины; радиочастотная идентификация; цифровой кампус; микширование видео; генетические алгоритмы; поиск с восхождением к вершине; динамические атрибуты качества; обучающие автоматы
Приложения операционной системы	Сервер	Виртуализация; корпоративные приложения; мобильные приложения; веб-приложения; мобильные программные приложения; уровень SaaS; социальное ПО; веб-сервисы; мобильные облачные вычисления; качество; веб-сервисы
	Данные	Центр; база
	Код	Промежуточное ПО; время выполнения; API; микширование видео
Другие технологии	Сервер	Виртуализация; семантическая сеть
	Хранение	Облачные сервисы; гибридное облако; облачные технологии
	Сеть	Встраивание виртуальной сети; сетевой эффект; сервер аутентификации; объединение сервисов; беспроводная сенсорная сеть; обнаружение сервисов
	Безопасность	Управление идентификационными данными; запрос на авторизацию доступа к сервису; система идентификаторов кодов; методы контроля; обеспечение конфиденциальности; облачный трафик; токены запроса доступа; безопасность данных; контроль доступа на основе атрибутов; совместное использование ресурсов
	Удобство пользования	Модель принятия технологий; принятие; тотализатор для игроков

Источник: составлено авторами.

Табл. 5. Технические темы статей, опубликованных в 2014–2018 гг.

Область	2014	2015	2016	2017	2018
Облачные сервисы	Облачные вычисления (7)	Облачные вычисления (8); SaaS (1)	Облачные вычисления (7); SaaS (1)	Облачные вычисления (5); IaaS (1); SaaS (1)	Облачные вычисления (5);
Пакетное ПО — сервер	Мультиарендность (3)	Качество (2)	Изоляция данных (1); мультиарендность (2)	Мультиарендность (4)	Размещение SaaS
Пакетное ПО — код	Эталонная архитектура	Эталонная архитектура; многослойные нечеткие когнитивные карты (1)	—	Динамические данные	Методологии моделирования
Пакетное ПО — данные	Моделирование элементов (3); высокопроизводительные вычисления (2); рекомендации по ПО; виртуальная машина; радиочастотная идентификация; цифровой кампус	Видеомикширование; виртуальные машины (2); генетические алгоритмы (1); поиск с восхождением к вершине	Виртуальные машины (2); динамические атрибуты качества; обучающие автоматы (1)	—	—
Приложения операционной системы — сервер	Веб-приложения (1)	Социальное ПО (1); веб-сервисы (1); веб-приложения (1); модуль облачных вычислений; качество (2)	—	—	Веб-сервисы
Приложения операционной системы — код	—	—	—	—	—
Приложения операционной системы — данные	—	Микширование видео	—	—	—
Сервер	Семантическая сеть	—	—	—	—
Хранение	Облачные сервисы (2); хранение данных	—	Сервисы облачных библиотек (2)	Хранение данных (1); гибридное облако (1)	Облачные технологии (1)
Сеть	Сети (2); беспроводные сенсорные сети	Обнаружение сервисов	—	Встраивание виртуальных сетей (1)	Сетевой эффект
Безопасность	—	Безопасность (4)	Безопасность (1)	Безопасность данных (2); контроль доступа на основе атрибутов; обеспечение конфиденциальности; совместное использование ресурсов	Безопасность (2)
Удобство пользования	—	Принятие (2)	Модель принятия технологий	—	—

Примечание: цифры в скобках означают число статей, в которых упоминается соответствующее технологическое направление.
Источник: составлено авторами.

лиз присутствия технологических направлений в базах научных публикаций и патентов. На основании временного интервала между первым упоминанием в статьях и началом патентования можно судить о перспективах развития соответствующей области.

Согласно рис. 2 в 2014 г. в статьях фигурировали такие категории, как «облачные сервисы» и «веб-приложения», однако лишь первая из них упоминалась в патентах. В свою очередь веб-приложения обрели статус технологической возможности, которая реализовалась в патентах спустя два года.

В 2015 г. опубликованы работы, посвященные мобильным приложениям и системе идентификаторов. Поскольку в патентах за тот же год фигурировали только мобильные приложения, систему идентификаторов можно рассматривать как технологическую возможность. Из технологий, впервые «засветившихся» в 2016 г., динамические данные оперативно перешли в патенты, тогда как мобильные приложения и система идентификаторов остались в статусе технологических возможностей. В 2017 г. отражение исключительно в публикациях получили направления «гибридное обла-

Табл. 6. Направления патентования технологий в 2014–2018 гг.

Темы	2014	2015	2016	2017	2018
Облачные сервисы	—	—	—	—	—
Пакетное ПО	Корпоративные приложения (14)	Документо-ориентированные базы данных (2); компоненты подготовки учетных записей (2)	Интерфейс магазина корпоративных приложений (6); динамическое отслеживание использования виртуализированной среды (2)	Мобильные программные приложения (9)	Модули управления (8); ограниченный контент (8); приложения для управления ресурсами предприятия (7)
	Интегратор модулей (6)	Цифровые карты (3)	—	Объект базы данных (3); цифровые карты (2); переменные термины (2)	Компьютерная документация (7)
	Создание таблиц (2); объект утверждения (7)	Инстанцированные ресурсы (5)	—	Модули уровня (6); развертывание SaaS (9)	—
Приложения операционной системы	Корпоративные приложения (14)	Мобильные приложения (8)	Интерфейс магазина корпоративных приложений (6); веб-приложения (7)	Мобильные программные приложения (9)	Уровень SaaS (9)
	—	—	—	Переменные термины (2)	—
	—	—	—	Развертывание SaaS (9)	—
Прочие — сервер	—	—	—	—	—
Хранение данных	Облачные сервисы (10)	—	—	—	—
Сеть	—	—	—	—	Сервер аутентификации (11); сервисные блоки (10)
Безопасность	—	—	Запрос авторизации доступа к сервисам (5); система идентификаторов кода (3); методы контроля (14)	Облачный трафик	Токены запроса доступа (5)
Удобство пользования	—	Тотализатор для игроков (2)	—	—	—

Примечание: в скобках указано число патентов по данному технологическому направлению.
Источник: составлено авторами.

ко» и «виртуальные сети», а в 2018 г. к ним добавились «методологии моделирования». Поскольку до обозначенного момента патентов по всем трем направлениям не зафиксировано, их можно рассматривать как технологические возможности на последующий период. Для 2014–2015 гг. характерны высокие темпы роста числа упоминаний веб-приложений в статьях. Аналогичная динамика их отражения в патентах пришла на 2015–2017 гг. В отношении облачных сервисов быстрый рост упоминаний в статьях зафиксирован в 2015 г., а в патентах — годом позднее. В 2015 г. также наблюдалось развитие темы «мобильные приложения» и в статьях, и в патентах. Для 2014–2016 гг. характерно плавное увеличение представленности виртуальных машин. В отношении мультиарендности такой же тренд отмечался в 2014, 2016 и 2017 гг.

Можно констатировать, что нарастающая динамика упоминаний технологий сначала наблюдается в научных базах данных, затем в патентах. Перспективы патентной активности можно прогнозировать, исходя

из увеличения представленности технологических направлений в статьях.

В табл. 8 представлены наиболее популярные области, нашедшие отражение и в статьях, и в патентах. Выявленные расхождения во времени между появлением научных результатов и их конвертацией в практические разработки позволяют оценить перспективные технологические тренды. Анализ указанных временных интервалов на основе сочетания данных рис. 3. и табл. 7 позволил получить следующие результаты.

- Технологии виртуальных сетей и гибридного облака впервые стали предметом научных публикаций в 2017 г. Поскольку в патентах они не отражались, следует ожидать нарастания их представленности в последующие годы. Это же относится и к методологиям моделирования, фигурирующим в статьях с 2018 г.
- Первые упоминания мобильных приложений в научных публикациях относятся к 2014 г. и динамично увеличивались до 2017 г. Патентная активность

Табл. 7. Сравнительный анализ технологических тенденций на основе статей и патентов

Темы	Год первого упоминания		Временной лаг
	в статьях	в патентах	
Веб-приложения	2014	2016	2
Облачные сервисы	2014	2014	0
Динамические данные	2016	2016	0
Мобильные приложения	2015	2015	0
Системы идентификаторов	2015	2016	1
Гибридное облако	2017	—	—
Виртуальные сети	2017	—	—
Методологии моделирования	2018	—	—

Источник: составлено авторами.

в отношении данных технологий началась в 2016 г., и в дальнейшем следует ожидать ее усиления. Аналогичная тенденция прослеживается в отношении веб-приложений примерно с той же хронологией.

Анализ расхождений между научными и патентными данными показывает, что к наиболее перспективным направлениям развития технологий SaaS относятся мобильные и веб-приложения, гибридные облачные технологии, виртуальные сети и методологии моделирования.

Заключение

В нашей работе представлены результаты исследования тенденций развития технологий на основе анализа информации из публикаций и патентов с выявлением расхождений между ними по темпам роста упомянутых выбранных тем. С помощью текст-майнинга выявлены и кластеризованы технологические области. На основе их экспертной оценки определены траектории развития технологий. Изучение временных интервалов между первыми упоминаниями в статьях и патентах позволяет выявить тенденции технологического развития, как и предполагалось в работе [Li et al., 2019]. Темы, впервые представленные в публикациях, спустя

несколько лет отражаются в патентах. Данная закономерность позволяет спрогнозировать динамику и направление патентования на основе тематики научной литературы.

Маркетинг в электронной торговле требует владения многими навыками, в частности умением извлекать, обрабатывать и правильно интерпретировать данные. Апробация представленной методологии на примере технологии SaaS доказывает ее эффективность как инструмента технологического прогнозирования.

Развитие технологий облачных вычислений спровоцировало трансформацию информационных систем, которые перемещаются в онлайн-формат. Организации могут воспользоваться экономическими преимуществами подобных решений без масштабирования. Применение схемы подписки способствует изменению моделей бессрочного лицензирования. Распространение мобильных технологий преобразует подходы к хранению информации и формированию баз данных.

В обобщенном виде основные компоненты облачных вычислений — сервисы, платформы и инфраструктура — основаны на модели SaaS. Классификацию, представленную на рис. 2, можно использовать для принятия решений во многих секторах, прежде всего в электронной торговле.

Ограничения данной статьи могут служить основой для будущих исследований. Представленный прогностический метод апробирован только на одной области, а количество наблюдений недостаточно для полноценного обоснования выводов. Предложенный подход можно совершенствовать посредством машинного обучения, что позволит охватить намного более масштабные массивы данных и увеличить надежность результатов. Лимитирующую роль играет и тот факт, что не все ценные данные о научных исследованиях и технологических разработках публикуются [Huang et al., 2014; Porter, Detampel, 1995]. Для повышения общей эффективности технологического прогнозирования и устранения факторов субъективности при принятии решений представленный метод целесообразно дополнять сценарным планированием и организацией экспертных панелей.

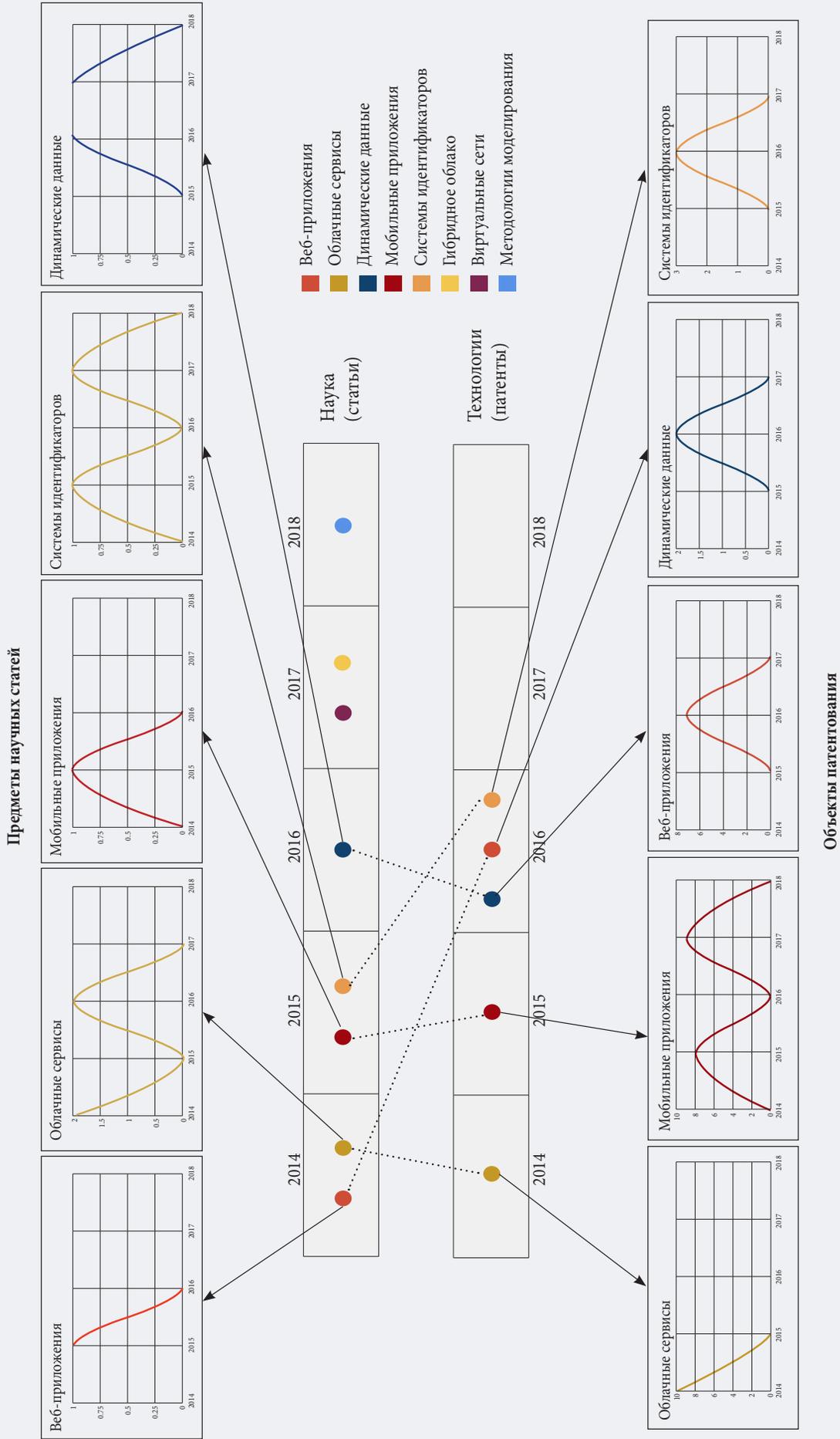
Статья подготовлена в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Табл. 8. Технологические направления, упоминание которых в статьях и патентах росло наиболее высокими темпами

Темы	2014	2015	2016	2017
Облачные сервисы	Облачные вычисления (7)	Облачные вычисления (8)	Облачные вычисления (7)	Облачные вычисления (5)
Пакетное ПО — сервер	Мультиарендность (3)	—	Мультиарендность (2)	—
Пакетное ПО	Виртуальные машины	Виртуальные машины (2)	Виртуальные машины (2)	—
Приложения операционной системы	Веб-приложения (1); мобильные приложения (8)	Веб-приложения (1)	Веб-приложения (7)	Мобильные программные приложения (9)

Примечание: в скобках указан темп роста числа упоминаний темы по сравнению с предыдущим годом.
Источник: составлено авторами.

Рис. 3. Прогнозирование тенденций на основе временных лагов между появлением информации о технологиях в статьях и патентах



Источник: составлено авторами.

Библиография

- Angelou K., Maragakis M., Argyrakis P. (2019) A structural analysis of the patent citation network by the k-shell decomposition method. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 521, 476–483. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.01.063>
- Bengisu M., Nekhili R. (2006) Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(7), 835–844. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.09.001>
- Bildosola I., Río-Bélver R.M., Garechana G., Cilleruelo E. (2017) TeknoRoadmap: An approach for depicting emerging technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 25–37. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.015>
- Boyack K.W., van Eck N.J., Colavizza G., Waltman L. (2018) Characterizing in-text citations in scientific articles: A large-scale analysis. *Journal of Informetrics*, 12(1), 59–73. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.11.005>
- Chen C. (1998) Bridging the gap: The use of pathfinder networks in visual navigation. *Journal of Visual Languages & Computing*, 9(3), 267–286. <https://doi.org/10.1006/jvlc.1998.0083>
- Chen C.M., Ibekwe-SanJuan F., Hou J. H. (2010) The Structure and Dynamics of Cocitation Clusters: A Multiple-Perspective Cocitation Analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(7), 1386–1409. <https://doi.org/10.1002/asi.21309>
- Chen H., Zhang G., Zhu D., Lu J. (2017) Topic-based technological forecasting based on patent data: A case study of Australian patents from 2000 to 2014. *Technological Forecasting and Social Change*, 119(7), 39–52. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.009>
- Chen W., Shen B.J., Qi Z.W. (2011) Research and implementation of business logic customization framework for SaaS applications. *Jisuanji Yingyong Yanjiu*, 28(1), 155–158.
- Choi S., Park H., Kang D., Lee J.Y., Kim K. (2012) An SAO-based text mining approach to building a technology tree for technology planning. *Expert Systems with Applications*, 39(13), 11443–11455. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.04.014>
- Christensen C.M. (1997) *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Coates V., Farooque M., Klavans R., Lapid K., Linstone H.A., Pistorius C., Porter A.L. (2001) On the Future of Technological Forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, 67(1), 1–17. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(00\)00122-0](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(00)00122-0)
- Cusumano M.A. (2008) The changing software business: Moving from products to services. *Computer*, 41(1), 20–27. <https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MC.2008.29>
- Elfatraty A., Layzell P. (2002) Software as a service: A negotiation perspective. In: *Proceedings of the 26th Annual International Conference on Computer Software and Applications, 26-29 August 2002, Oxford, UK* (ed. D.C. Martin), Piscataway, NJ: IEEE, pp. 501–506. <https://ieeexplore.ieee.org/document/1045054>, дата обращения 06.04.2021.
- García-Lillo F., Claver-Cortés E., Marco-Lajara B., Úbeda-García M. (2019) Identifying the ‘knowledge base’ or ‘intellectual structure’ of research on international business, 2000–2015: A citation/co-citation analysis of JIBS. *International Business Review*, 28(4), 713–726. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2019.02.001>
- Ghazinoory S., Ameri F., Farnoodi S. (2013) An application of the text mining approach to select technology centers of excellence. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(5), 918–931. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.001>
- Graham R.L., Hell P. (1985) On the history of the minimum spanning tree problem. *Annals of the History of Computing*, 7(1), 43–57. <https://doi.org/10.1109/MAHC.1985.10011>
- Hasner C., de Lima A.A., Winter E. (2019) Technology advances in sugarcane propagation: A patent citation study. *World Patent Information*, 56, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2018.09.001>
- Huang L., Zhang Y., Guo Y., Zhu D.H., Porter A.L. (2014) Four-dimensional Science and Technology Planning: A New Approach Based on Bibliometrics and Technology Roadmapping. *Technological Forecasting and Social Change*, 81(1), 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.010>
- Huang Y., Porter A.L., Zhang Y., Lian X., Guo Y. (2018) An assessment of technology forecasting: Revisiting earlier analyses on dye-sensitized solar cells (DSSCs). *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 831–843. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.031>
- 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.J., Jeong Y.K., Song M. (2016) Content- and proximity-based author co-citation analysis using citation sentences. *Journal of Informetrics*, 10(4), 954–966. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.07.007>
- Kose T., Sakata I. (2018) Identifying technology convergence in the field of robotics research. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.09.005>
- Laplante P.A., Zhang J., Voas J. (2008) What's in a Name? Distinguishing between SaaS and SOA. *IT Professional*, 10(3), 46–50. <https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MITP.2008.60>
- Lee H., Lee S., Yoon B. (2011) Technology clustering based on evolutionary patterns: The case of information and communications technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(6), 953–967. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.02.002>
- Li X., Xie Q., Daim T., Huang L. (2019) Forecasting technology trends using text mining of the gaps between science and technology: The case of perovskite solar cell technology. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.012>
- Ma D. (2007) The business model of “Software-as-a-Service”. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Services Computing (SCC 2007), Salt Lake City, UT, 9-13 July 2007*, Hoboken, NJ: IEEE, pp. 701–702. <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/SCC.2007.118>.
- Madani F., Weber C. (2016) The evolution of patent mining: Applying bibliometrics analysis and keyword network analysis. *World Patent Information*, 46, 32–48. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2016.05.008>
- Olsson O. (2005) Technological opportunity and growth. *Journal of Economic Growth*, 10(1), 31–53. <https://doi.org/10.1007/s10887-005-1112-4>
- Park C., Yong T. (2017) Prospect of Korean nuclear policy change through text mining. *Energy Procedia*, 128, 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.017>

- Porter A.L., Cunningham S.W. (2004) *Tech Mining: Exploiting New Technologies for Competitive Advantage*, Hoboken, NJ: Wiley.
- Porter A.L., Detampel M.J. (1995) Technology opportunities analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 49(3), 237–255. [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(95\)00022-3](https://doi.org/10.1016/0040-1625(95)00022-3)
- Rezaeian M., Montazeri H., Loonen R.C.G.M. (2017) Science foresight using life-cycle analysis, text mining and clustering: A case study on natural ventilation. *Technological Forecasting and Social Change*, 118, 270–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.02.027>
- Rongying Z., Limin X. (2010) The Knowledge Map of the Evolution and Research Frontiers of the Bibliometrics. *Journal of Library Science in China*, 5, 60–68. https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-ZGTS201005007.htm, дата обращения 06.04.2021.
- Shibata N., Kajikawa Y., Sakata I. (2010) Extracting the commercialization gap between science and technology — Case study of a solar cell. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(7), 1147–1155. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.03.008>
- SIIA (2001) *Software as a Service: Strategic Background*. Washington, D.C.: Software & Information Industry Association.
- Teufel S., Siddharthan A., Tidhar D. (2009) An annotation scheme for citation function. In: *SigDIAL '06: Proceedings of the 7th SIGdial Workshop on Discourse and Dialogue* (eds. J. Alexandersson, A. Knott), Stroudsburg, PA: Association for Computational Linguistics, pp. 80–87. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1654595.1654612>, дата обращения 06.04.2021.
- Wang M.-Y., Fang S.-C., Chang Y.-H. (2015) Exploring technological opportunities by mining the gaps between science and technology: Microalgal biofuels. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 182–195. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.07.008>
- Yoon B., Park I., Coh B. (2014) Exploring technological opportunities by linking technology and products: Application of morphology analysis and text mining. *Technological Forecasting and Social Change*, 86, 287–303. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.10.013>
- Yoon B., Park Y. (2005) A systematic approach for identifying technology opportunities: keyword-based morphology analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 72 (2), 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.08.011>

Погружение в креативное будущее как основа для разработки рекомендаций в рамках поисковых сценариев

Гильермо Веласко

Старший научный сотрудник^a; почетный научный сотрудник^b; эксперт^c, guillermo.velasco@upm.es

Рафаэль Поппер

Главный научный сотрудник^d; почетный научный сотрудник^b; основатель и внешний управляющий^c, rafael.popper@vtt.fi

Йен Майлс

Почетный профессор, Манчестерский институт инновационных исследований (Manchester Institute of Innovation Research)^b; научный руководитель, Лаборатория экономики инноваций, Центр научно-технической, инновационной и информационной политики, Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ)^c, i.d.miles@manchester.ac.uk

^a Мадридский политехнический университет (Polytechnic University of Madrid), Испания, 28040 Madrid, Spain

^b Манчестерский университет (University of Manchester), Великобритания, Oxford Rd, Manchester M13 9PL, UK

^c Futures Diamond Ltd., Великобритания, Raise Chartered Accountants Trimble House, 9 Bold Street Warrington, WA1 1DN Manchester, United Kingdom

^d VTT Центр технологических исследований Финляндии (VTT Technical Research Centre of Finland Ltd.), P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland

^e Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, ул. Мясницкая, 11

Аннотация

Сценарии рассматриваются как инструмент демонстрации открытого характера многих аспектов будущего и выработки предложений по планированию и реализации инициатив с долгосрочным эффектом. Несмотря на высокую значимость подобных рекомендаций для политики, их подготовке в литературе практически не уделяется внимания. Изучение связей между формулированием рекомендаций и разработкой сценариев восполняет образовавшийся пробел.

В статье предложен метод «погружения» в трансформационные сценарии, при котором участники Форсайт-сессий примеряют различные роли в гипотетических будущих контекстах и принимают соответствующие решения. Оценивается влияние этого процесса на плодотворность генерации и оригинальность выдвигаемых идей. Приведен кейс, демонстрирующий потенциал рассматриваемого метода в качестве ключевого компонента Форсайт-исследований на этапе подготовки рекомендаций.

Ключевые слова: «погружение в будущее»; Форсайт; рекомендации; будущие инновации; разработка сценариев; Европейское исследовательское пространство; обоснованность; плодотворность; оригинальность; креативность

Цитирование: Velasco G., Popper R., Miles I. (2021) Repositioning People in Creative Futures: A Method to Create Sound Advice with Exploratory Scenarios. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 25–38. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.25.38

Repositioning People in Creative Futures: A Method to Create Sound Advice with Exploratory Scenarios

Guillermo Velasco

Senior Researcher^a; Honorary Research Fellow^b; Expert^c, guillermo.velasco@upm.es

Rafael Popper

Principal Researcher^d; Honorary Research Fellow^b; Founder and External Director^e, rafael.popper@vtt.fi

Ian Miles

Emeritus Professor, Manchester Institute of Innovation Research^b; Academic Supervisor, Laboratory for Economics of Innovation, Centre for Science and Technology, Innovation and Information Policy, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge (ISSEK)^e, i.d.miles@manchester.ac.uk

^a Polytechnic University of Madrid, 28040 Madrid, Spain

^b University of Manchester, Oxford Rd, Manchester M13 9PL, UK

^c Futures Diamond Ltd., Raise Chartered Accountants Trimble House, 9 Bold Street Warrington, WA1 1DN Manchester, United Kingdom

^d VTT Technical Research Centre of Finland Ltd., P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland

^e National Research University Higher School of Economics, 11, Myasnitskaya str., Moscow 101000, Russian Federation

Abstract

Foresight scenarios are not only useful presentational devices to show that many aspects of the future are open. Scenarios are means for generating advice that helps policymakers initiate actions in the present or near future that will be of long-term significance. Despite the influence that such advice may have on policy decisions, the Foresight literature has paid very little attention to the creation of policy recommendations. Though reports of scenario exercises frequently conclude with lists of recommendations that follow from the study, there is very little explication of the process whereby advice is elicited from the examination of these future scenarios. This paper addresses this gap, examining how the generation of recommendations is related to the development of scenarios within multiple

future repositioning workshop settings. It focuses on the fluency and originality of these recommendations, and how this is influenced by repositioning participants in highly transformational scenarios. Repositioning is the process whereby participants are invited to imagine themselves playing roles in hypothetical future contexts, and on that basis to make decisions or devise strategies as if they actually were immersed in these circumstances. The method proposed and the findings of the case study have implications for why and how this future repositioning approach can be incorporated as a 'key feature' in the design of Foresight activities. The aim is also to raise awareness of the need for more exploration of Foresight recommendation methodology.

Keywords: reposition; foresight; advice; recommendation; futures; innovation; scenario; European Research Area (ERA); soundness; fluency; originality; creativity

Citation: Velasco G., Popper R., Miles I. (2021) Repositioning People in Creative Futures: A Method to Create Sound Advice with Exploratory Scenarios. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 25–38. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.25.38

Форсайт получил широкое распространение как инструмент формирования политики на основе изучения альтернативных вариантов будущего [Dator, Rodgers, 1991; De Jouvenel, 1967; Gabiña, 2005; Godet, 1992; Havas, 2005; Kuwahara, 1996; Malaska, 2001; Miles et al., 2008a,b]. Этот процесс стимулирует взаимодействие заинтересованных сторон, а по его итогам готовятся политические рекомендации [Georghiou et al., 2008].

Для достижения указанных целей в ходе Форсайт-исследований определяются приоритеты, разрабатываются дорожные карты, оцениваются целесообразность отдельных инициатив в различных сценариях и их последствия в меняющихся обстоятельствах. Облегчается трансфер знаний, формируется общее понимание проблем между участниками инновационной системы, которая обретает целостность. Форсайт обеспечивает не только разработку политики путем распространения информации из широкого круга источников, но и ее реализацию — через обучение заинтересованных сторон и организацию обмена знаниями между ними [Da Costa et al., 2008; Eriksson, Weber, 2008; Popper et al., 2007; Salo, Cuhls, 2003].

Форсайт-исследования включают два этапа. Сначала анализируются происходящие перемены, вырабатываются альтернативные сценарии. На этой основе готовятся политические рекомендации.

В рамках Форсайта интегрируются различные программы развития, определяются научно-технологические приоритеты, налаживается частно-государственное партнерство [Miles, 2008]. Форсайт помогает политикам преодолеть «близорукость», указывая на долгосрочные социальные, экономические и экологические последствия текущих решений. Его эффективность признана Европейской комиссией. Мониторинг проектов, реализуемых в Европе и других регионах мира, демонстрирует системный, партисипаторный и прагматический характер этой практики, ее ориентированность на долгосрочную перспективу [European Commission, 2002; Popper, 2009]. Форсайт-исследования бросают вызов общепринятым представлениям о будущем, указывая на возможные траектории развития и видения¹ перемен [Ramos, 2017], которые в идеале позволят разработать более точную и эффективную политику.

Использование реалистичных сценариев привносит в Форсайт-исследования этическое измерение [Bussey, 2014], поскольку помогает разработчикам политики не ограничиваться текущими задачами, а учитывать потребности будущих поколений. Форсайт, и сценарное планирование в особенности, предполагает ответственное отношение к будущему, выражаемое в текущих действиях [Slaughter, 1995]: представления о перспективах должны предопределять то, что происходит сегодня.

Форсайт оперирует разнообразными методами, от логических и дедуктивных (анализ данных, компьютерное моделирование и т. д.) до требующих определенного воображения или группового обсуждения [Popper, 2008a, 2008b]. В литературе описаны различные спосо-

бы и цели конструирования образов будущего и разработки альтернативных сценариев (обзоры методик см. в работах: [Carleton et al., 2015; Masini, 1982; Medina, 1999; UK Government, 2017]). В ходе партисипаторных и интерактивных сессий по выработке альтернативных вариантов будущего аккумулируются уникальный коллективный опыт и различные инструменты производства знаний [Dufva, Ahlqvist, 2015], деконструируются существующие нарративы и создаются новые, реалистичные и функциональные [Inayatullah, 2004]. Подобный формат совместной работы формирует у участников чувство вовлеченности и солидарности [Ramos, 2017]. Рекомендации, выработанные по итогам Форсайта, должны обеспечивать надежную информационную базу для принятия решений [De Smedt, 2013]. Вместе с тем достоверность результатов Форсайта иногда ставится под сомнение, преимущественно из-за слабой связи между практикой и фактическими механизмами принятия решений [Uotila et al., 2005]. Наряду с долгосрочными тенденциями приходится учитывать политические обстоятельства и общественное давление, которые нередко выходят на первый план. Путь от выработки рекомендаций до их принятия и реализации может быть долгим и сложным. Зачастую невозможно проследить, каким образом Форсайт привел к появлению практических предложений. Достоверность рекомендаций может повысить четкая документированность связи с предшествующей аналитической стадией Форсайта (включая разработку сценариев). Однако этот процесс никогда документально не фиксируется.

Этап подготовки рекомендаций слабо освещен в литературе во многом из-за того, что решение об их выполнении зависит от массы неизбежных и неконтролируемых внешних факторов. В основном описываются методы выбора альтернативных стратегий, их приоритизации, включая многокритериальный, иерархический анализ и дорожные карты [UK Government, 2009; Mardani et al., 2015; Popper et al., 2020]. Оценивается соотношение издержек и результатов с применением специального набора критериев для разных вариантов, но даже в этом случае реальный выбор может быть обусловлен политическими соображениями. Модернизированные инструменты облегчают выбор между опциями. Тем не менее процесс появления самих альтернативных картин будущего привлекает гораздо меньше внимания [Álvarez, Ritchey, 2015]. Кроме того, практики Форсайта сосредотачиваются скорее на динамичных и творческих процессах разработки сценариев будущего, чем на подготовке рекомендаций. В отсутствие общепринятых критериев обоснованности рекомендации, базирующиеся на изучении сценариев, нередко оказываются спонтанными и неформальными. Их подготовка сводится к простому совещанию, участники которого предлагают варианты действий и выбирают наиболее предпочтительные. Процесс выбора заключается в мозговом штурме, дополненном структурированной выработкой идей с учетом интересов отдельных политиков и заин-

¹ В контексте Форсайт-исследований термин *vision* означает формирование образов будущего и всеохватную оценку перспективного положения дел.

тересованных сторон. В рамках метода «карусели» идеи записываются различными группами участников на нескольких флипчартах и отражают наборы предлагаемых мер, планы их реализации и критерии успеха [Miles et al., 2016]. В «имитационных играх» участники, примеряя разные роли, обсуждают возможные перспективы, цели и действия. Их творческий потенциал повышается в ситуации состязаний, которые вынуждают прибегать к формированию партнерств и контрстратегий. Выбор между предложенными решениями обеспечивается посредством сравнительной оценки привлекательности и осуществимости, например, с помощью матрицы Эйзенхауэра (*Eisenhower-matrix*)². Разработчики сценариев впоследствии могут привлекаться к подготовке предложений по их реализации.

Тестирование в «аэродинамической трубе» (*wind-tunneling*) показывает степень актуальности политических инициатив в условиях различных сценариев [Ringland, 2006]. Связь выдвигаемых идей со сценариями — слабо освещенная в литературе тема, равно как и систематические сравнения методов генерации предложений. Возможная причина — в том, что Форсайт-сессии чаще всего не носят характер научных экспериментов. Обычно они являются частью процесса информационного сопровождения политических инициатив или стратегий. Исключение составляет сравнение результатов кросс-факторного анализа и метода Дельфи по отдельной теме [Scapolo, Miles, 2006]. Заслуживает внимания вопрос о том, как методология семинарного семинара влияет на возникновение идей в отношении альтернативных картин будущего и на разработку рекомендаций.

В качестве возможного ответа на обозначенные «проблемные места» в статье представлен метод «погружения» в различные сценарии будущего и сравнения рекомендаций, подготовленных по итогам этого процесса. Он может применяться в ходе сопроводительных Форсайт-исследований при разработке политики³. Углубленное понимание факторов, влияющих на рассматриваемые процессы, способствует выработке нестандартных и эффективных рекомендаций, имеющих шансы на практическое внедрение в процесс разработки политики.

Типы консультирования

Консультирование — широкая концепция, которая может заключаться в выработке единственной рекомендации либо набора предложений о том, что следует или чего не следует делать, а также в обосновании их выбора. Классификация видов рекомендаций предложена в работе [Dalal, Bonaccio, 2010]:

- убеждение в целесообразности конкретного варианта;
- предостережение от выбора определенных опций;
- нейтральное описание альтернатив;

- предоставление инструкций для поддержки в выработке решений.

Подталкивание к конкретным альтернативам ускоряет процесс принятия решений [Schrah et al., 2006], однако ограничивает самостоятельность руководителей [Caplan, Samter, 1999; Goldsmith, 1994]. Подобное ограничение свободы оправдано в ситуациях, требующих оперативных действий, но чаще всего оно вызывает негативную реакцию ответственных сотрудников, подрывает их самооценку [Fisher et al., 1982]. Остальные типы рекомендаций оставляют больше пространства для маневров, уменьшая риски сопротивления. Практика показывает, что предпочтение чаще всего отдается информационным рекомендациям [Dalal, Bonaccio, 2010], во многом под влиянием политического контекста. В некоторых странах, в частности южноамериканских, консультанты избегают непосредственных рекомендаций правительству из опасений показаться оппозиционно настроенными [Keenan, Popper, 2008]. Прямые рекомендации в пользу конкретных опций могут быть услышаны, только если они исходят от авторитетных экспертов. Аргументам против тех или иных вариантов предпочтение и вовсе не отдается. Информационные рекомендации больше подходят для начинающих управленцев [Heath, Gonzalez, 1995].

Другие функции консультирования — эмоциональная поддержка в принятии решений, обоснование этого процесса с аргументацией в пользу соответствующих вариантов [Gibbons, 2003]. В работе [Cross et al., 2001] предложена несколько иная классификация, во многом пересекающаяся с приведенной выше [Gibbons, 2003], например, в части функционала Форсайта (обеспечение дополнительной информацией, смена фокуса проблемы и т. п.). Различные типы рекомендаций могут дополнять друг друга, при том что на первый план выходит только одна категория. Каждому контексту должен соответствовать свой тип советов (например, на основе различных Форсайт-сценариев), по возможности снабженных достаточными сведениями о доступных альтернативах.

Рекомендации, рассматриваемые в кейсе нашей статьи, относятся к информационному типу согласно классификации [Dalal, Bonaccio, 2010]. В фокусе — категория «предложение альтернатив, ранее не рассматривавшихся при принятии решений».

Стимулирование выработки нестандартных рекомендаций

В отличие от базовых методов прогнозирования, таких как экстраполяция трендов и имитационное моделирование, Форсайт нацелен на стимулирование творческого мышления [Staton, 2008] и генерацию коллективных знаний [Harper, Pace, 2007]. Участники формируют «общую картину будущего», которая становится практической основой для дальнейших планов.

² Данный метод, но с применением иной терминологии, описан в работе [Miles et al., 2016], примеры см. в [Huang et al., 2016].

³ Полный список рекомендаций, подготовленных с помощью рассматриваемого подхода, приведен в работе [Popper et al., 2015a].

Представленный далее кейс раскрывает значимость воображения и соответствующей методологии для продуцирования творческих идей [Dufva, Ahlqvist, 2015].

Выделяются три аспекта работы с информацией [Sternberg, 1985]:

- *компонентный* — способность анализировать проблемы, составлять сценарии будущего и готовить рекомендации на их основе;
- *экспериментальный* — умение генерировать оригинальные идеи и интуитивно находить нестандартные решения;
- *практический* — адаптация рекомендаций к контексту путем обработки большого числа альтернативных решений, предложенных в ходе Форсайт-сессий.

Креативная составляющая требуется на всех этапах Форсайт-процесса, включая подготовку рекомендаций, даже если некоторые из них опираются на уже известные идеи. Творческие решения должны быть одновременно оригинальными и реалистичными [Rietzschel et al., 2010]. Плодотворность генерации предложений играет не менее важную роль в подготовке рекомендаций, чем при разработке сценариев. В нашем контексте под плодотворностью понимается способность генерировать поток идей [Guilford, 1950, 1967], обогащая Форсайт-процесс за счет расширения спектра рассматриваемых альтернатив, которые, если и не найдут понимания у политиков, то пополняют арсенал доступных способов решения проблем. Индивидуальной и коллективной психологии творчества посвящен широкий круг работ [Sternberg, 1998, Glover et al., 1989, Martin, Wilson, 2018; Paulus, Nijstad, 2019; Dörfler, Stierand, 2020]. Несмотря на различия в базовых аспектах креативности людей, в литературе сложился консенсус о том, что плодотворность и оригинальность идей выступают неотъемлемыми свойствами самой концепции творчества. Эти два элемента в сочетании с гибкостью и развитием идей применяются для оценки результатов дивергентных мыслительных процессов [Guilford, 1950, 1967; Torrance, 1968, 1974; Amabile, 1983; Weisburg, 1986; Paulus, 2000; Kincaid, Duffus, 2004].

Далее на конкретном кейсе проанализируем использование сценариев для увеличения плодотворности и оригинальности идей Форсайт-исследования на этапе подготовки рекомендаций.

Кейс Европейской комиссии

Описание и обоснование

В 2012 г. Европейская комиссия через 7-ю Рамочную программу (FP7) профинансировала Форсайт-проект Forward Visions on the European Research Area (VERA), посвященный перспективам Европейского исследовательского пространства (European Research Area, ERA) до 2030 г. [Daimer et al., 2015]. Задачи проекта, завершившегося в начале 2015 г., заключались в сборе стратегической информации для управления и определения приоритетов европейской системы научных исследований, развития технологий и инновационной деятельности (*research, technology development and innovation, RTDI*). Требовалась также качественная адаптация научной, технологической и инновационной политики к меняющимся глобальным условиям и новым социально-экономическим вызовам⁴. Главной составляющей обозначен отбор участников — потенциальных стейкхолдеров⁵.

В проекте VERA представлены четыре возможных сценария на основе выявленных ключевых факторов, прогнозов по каждому из них и комбинирования альтернатив (табл. 1). Сценарии передавались участникам в текстовом формате для последующего обсуждения. Отличие VERA от других Форсайт-проектов в том, что сценарная группа и участники сессий не привлекались к составлению рекомендаций, которые, таким образом, оказались беспристрастными по отношению к сценариям.

Первый и второй сценарии предполагают постепенное изменение системы управления RTDI, научного ландшафта и социально-экономического контекста. В свою очередь третий и четвертый описывают новые социально-технологические режимы, возникшие в результате структурных трансформаций⁶. Если принимающие решения лица, как правило, предпочитают образы будущего, мало отличающиеся от экстраполяции статус-кво, то практики Форсайта призывают отказать от таких удобных допущений в пользу сценариев, предусматривающих более радикальные перемены [Dator, 2009; Kahane, 2012]. Подобные исследования в ряде случаев позволили достичь серьезных прорывов (так, в работе [Kahane, 2012] рассматривается падение апартеида в Южной Африке). Существует много примеров инерционных сценариев, авторы которых не смогли предвидеть крупные системные потрясения. Тем не ме-

⁴ <http://eravisions.eu/>, дата обращения 26.03.2021.

⁵ Теория стейкхолдеров [Mitchell et al., 1997] описывает политические, практические и динамические аспекты определения заинтересованных сторон с учетом их легитимности, правомочности и воспринимаемой безотлагательности удовлетворения интересов. Идентификация участников процесса по выработке коллективного знания предполагает тщательный поиск кандидатур, четкое прописывание их первичных ролей и динамику изменения функций. Теория стейкхолдеров, изначально разработанная для бизнес-сектора, стала эффективной базой интеллектуального обеспечения процесса принятия решений [Haegeman et al., 2012].

⁶ Ни один сценарий не оказался явно предпочтительным для всех фокус-групп. Каждый из них был оценен определенной группой участников как нежелательный. В целом сценарии «социальные вызовы» и «эксперты у руля» чаще других оценивались как желательные, за одним исключением. Представители академических (и отчасти деловых) кругов посчитали необоснованной приоритетность «локальных решений» и уменьшения роли науки в создании знаний. Общественные деятели возражали против навязанных сверху представлений о социальных вызовах. Сценарий, в котором частный сектор выступает основным источником финансирования ИиР, оценен как наименее желательный для всех заинтересованных групп, включая предпринимателей [Popper et al., 2015b].

Табл. 1. Варианты будущего ERA

Сценарии	Описание
1. «Частные знания — глобальные рынки»	ERA эволюционирует в «глобальное инновационное пространство», в котором исследования будут оцениваться преимущественно на основе их вклада в инновационность, конкурентоспособность и экономический рост. В условиях ограниченных государственных ресурсов, углубления неравенства между государствами — членами Европейского Союза (ЕС) и борьбы за политическое влияние в Европе частные игроки, прежде всего компании, будут доминировать в финансировании научных исследований и, как следствие, в определении научных приоритетов
2. «Социальные вызовы — совместные действия»	ERA наращивает исследовательский и инновационный потенциал для эффективного реагирования на глобальные вызовы (экономический рост, создание рабочих мест, изменение климата, развитие здравоохранения). Ставка делается на развитие образовательной, научно-технологической и инновационной сфер (RTDI)
3. «Индивидуальные решения — локальность»	Прогресс приобретает антропоцентрическую направленность. Новыми приоритетами становятся качество жизни и удовлетворенность ею. На протяжении 2020-х гг. ощущаются глубокие последствия глобального экономического кризиса, особенно в отдельных странах ЕС. Однако неравенство в Европе не является разведительным фактором, а порождает чувство солидарности и стремление обеспечить благополучие для всех, в том числе с помощью RTDI
4. «Во времена кризиса у руля встают эксперты»	Экономические цели (обеспечение занятости и производительности) смещаются в сторону устойчивого развития. Их воплощение сдерживается ограничениями ресурсного потенциала и емкости экосистем на всех уровнях, от локального землепользования до защиты атмосферы. Приоритет устойчивости получает распространение во всем мире, но темпы и способы реализации этого процесса неодинаковы

Источник: составлено авторами на основе [Teufel et al., 2013].

нее систематическое сравнение итогов реализации разных сценариев в Форсайт-проектах выполняется редко.

Настоящая статья опирается на исследование, выполненное в рамках проекта VERA с января 2013 г. по март 2014 г. [Velasco, 2017]. По его итогам в дополнение к представлениям организаторов о лучших практиках Форсайт-процесс обогатился тщательным документированием возможных вариантов действий и конкретных шагов, а также оценкой последствий принятых решений⁷.

Проект VERA — одна из наиболее масштабных инициатив Европейской комиссии, в которой Форсайт-методология применялась для решения политических вопросов⁸. Он способствовал налаживанию диалога между участниками ERA из разных сфер для определения направлений долгосрочного развития и подготовки рекомендаций. Его итоги представляют интерес для организации и выбора методологии будущих Форсайт-проектов. Их нельзя считать типичными и тем более уникальными для сценарных исследований. Подобный вывод требует множества дополнительных изысканий. На примере VERA будут прослежены закономерности и явления, релевантные с точки зрения подготовки обоснованных рекомендаций. Даже если их не удастся воспроизвести в других обстоятельствах, анализ вариаций закономерностей и тем различных исследований будущего поможет в формулировании теоретических оснований выработки Форсайт-рекомендаций. Последующие исследования могут быть специально адаптированы к изучению подобной возможности, а практические мероприятия спланированы таким образом, чтобы ею воспользоваться.

Проанализируем вклад различных сценариев и игроков в подготовку политических рекомендаций. Работа над проектом VERA проливает свет на связи между разработкой сценариев и формированием предложений.

Анализ процесса подготовки рекомендаций

На данном этапе разрабатывались предложения по формированию адаптивного потенциала ERA, который бы стимулировал инновационный творческий процесс, позволяя реагировать на будущие социально-экономические вызовы. Заинтересованные стороны совместными усилиями искали ответы на ключевые стратегические вопросы и готовили рекомендации для научно-технологической и инновационной политики [Popper et al., 2015a,b]. Такой вектор соответствует общей миссии VERA, согласно которой предоставление основополагающей информации для управления ERA требует генерации оригинальных идей и мнений ключевых игроков рассматриваемой сферы. Ответы на стоящие вызовы должны быть достаточно реалистичными, чтобы считаться обоснованными. К подготовке рекомендаций был привлечен широкий круг представителей европейской научно-исследовательской и инновационной сфер (73 чел.). В каждом из семи совещаний фокус-групп участвовали стейкхолдеры определенного сегмента ERA: гражданского общества (Вена), академической науки (Манчестер), промышленности (Хельсинки), международных организаций (Брюссель), спонсоры научных исследований (Берлин), эксперты по ERA и политике (Барселона). Фокус-группы отражали разные области знания, а их члены ранее не участвовали в сценарной работе VERA.

⁷ Рассматриваемый проект относится к категории «исследования действий» (*action research*). Ключевыми целями таких исследований выступают выявление, объяснение, критика и трансформация социальных норм, а потенциальными объектами — индивиды, коллективы, закономерности, процедуры, структуры и модели поведения. Инструментарий изучения таких объектов, их социальных контактов и признания субъективного характера сделанных наблюдений описан в работе [Ladkin, 2004]. Итеративный подход к постановке вопросов, планированию действий, осмыслению исследовательских задач, поиску альтернативных мер, объяснению и мониторингу результатов [McKernan, 1996] гарантировал открытость процесса реализации и итогов проекта.

⁸ В терминологии Роберта Йина (Robert Yin) [Yin, 2014] проект VERA можно назвать «критическим случаем» (*critical case*).

Табл. 2. Число дискуссионных фокус-групп в рамках проекта VERA

Группы заинтересованных сторон	Сценарии			
	1	2	3	4
Общество	1	2	1	2
Наука	2	2	1	1
Промышленность	1	1	1	3
Спонсоры	1	3	1	1
Эксперты по ERA	1	2	2	1
Международные организации	1	1	1	1
Политики	3	1	1	1
ВСЕГО	10	12	8	10

Источник: составлено авторами.

Соблюдение общих условий на всех семи семинарах позволило достичь их «буквальной воспроизводимости» [Yin, 2014] — все мероприятия модерировались одними и теми же координаторами, использовались одна методология, общий язык (английский) и единые презентационные материалы. Семинары имели одинаковую продолжительность и проходили в аналогичных помещениях. Равные правила игры обеспечили сопоставимость результатов.

Каждый семинар включал несколько этапов⁹:

1. ознакомление участников с четырьмя сценариями с помощью документов и видео с последующим опросом о наиболее и наименее предпочтительных сценариях;
2. проведение дискуссионных групп (3–4 участника в каждой) по трем наиболее предпочтительным сценариям;
3. предоставление каждой группе возможности выбрать второй по предпочтительности сценарий и рассмотреть наименее желательный вариант, с тем чтобы дискуссия охватывала все четыре альтернативные версии будущего;

Табл. 3. Численность участников фокус-групп в рамках проекта VERA

Группы заинтересованных сторон	Сценарии			
	1	2	3	4
Общество (9 чел.)	3	6	3	6
Наука (12 чел.)	8	8	4	4
Промышленность (10 чел.)	4	3	3	10
Спонсоры (11 чел.)	4	11	4	3
Эксперты по ERA (13 чел.)	4	9	9	4
Международные организации (6 чел.)	3	3	3	3
Политики (12 чел.)	12	4	4	4
Общая численность участников по каждому сценарию	38	44	30	34
Средняя численность членов группы	3.80	3.66	3.75	3.40

Источник: составлено авторами.

⁹ Подробнее о стратегиях заинтересованных сторон и предпочтительности сценариев см.: [Popper et al., 2015b; Velasco, 2017].

4. коллективное обсуждение двух сценариев с рассмотрением возможностей и угроз при подготовке рекомендаций.

Данные о дискуссионных группах по каждому сценарию и их составе приведены в табл. 2 и 3. Самым востребованным оказался второй сценарий, о котором высказались 44 эксперта, тогда как третий сценарий обсудили лишь 30 участников. Средний размер групп оказался примерно равным для всех сценариев.

Участники фокус-групп рассказывали о видении своих организаций в отношении предполагаемых возможностей и угроз для научно-исследовательской и инновационной систем в случае реализации конкретного сценария. Им предлагалось представить, какими решениями и стратегиями они бы руководствовались в гипотетическом будущем контексте того или иного сценария, сохраняя свои текущую институциональную принадлежность и интересы. Мы определяем подобный процесс как «погружение» в сценарий (*re-positioning*).

Рекомендации участников записывались на флипчарте. Как правило, консенсус достигался в ходе простого обсуждения, но в некоторых случаях требовалось прибегнуть к голосованию. Высокая степень согласия обеспечивает необходимое качество и точность рекомендаций [Yaniv, 2004].

Систематическая фильтрация предложений позволила разграничить и изучить позиции каждого сегмента заинтересованных сторон. Все идеи, выдвинутые на совещании фокус-группы, сохранялись в базе данных и маркировались по следующим критериям:

- Для каких сценариев идея предложена?
- Из какой группы (и с каким модератором) она исходила?
- Была ли идея воспринята группой как возможность или как угроза?
- Лежит ли возможность или угроза в научно-исследовательской или инновационной плоскости либо ее следует рассматривать как особую проблему данной заинтересованной стороны?
- Является ли идея рекомендацией разработчикам политики либо ее следует интерпретировать как стратегическое мероприятие конкретного игрока?

Поскольку методология семинара предусматривала обсуждение двух сценариев с разными модераторами, дискуссионные группы могли прийти к аналогичным выводам в отношении определенных сценариев. Сходные идеи объединялись в одну и документировались. Для обеспечения прозрачности оригинальные формулировки участников сохранялись с недопущением интерпретации. Синтез идей, предложенных не связанными друг с другом консультантами, повышает качество рекомендаций [Soll, 1999; Johnson et al., 2001]. Таким образом, исходная база данных сократилась примерно на 30%, однако обеспечивалась возможность идентифицировать дискуссию, в ходе которой идея была предложена, и модератора.

Перекрестный анализ позволил определить, сколько раз одна и та же идея предлагалась для разных сценариев. Совпадение рекомендаций, выработанных в ходе разных процессов, должно повысить доверие к ним

Табл. 4. Метод «погружения в будущее» и синтеза идей

«Погружение в будущее»	<ul style="list-style-type: none"> • Все альтернативные варианты будущего тестируются на релевантность для участников, информативность для подготовки рекомендаций и распределяются по дискуссионным группам • Участники описывают возможности и угрозы для научно-исследовательской и инновационной системы по каждому сценарию в представлении своих организаций • Формулируются рекомендации по освоению возможностей и устранению угроз в отношении каждого сценария
Синтез идей	<ul style="list-style-type: none"> • Записываются все предлагаемые идеи с сохранением на отдельных листках с указанием сценария, к которому она относится, и источника происхождения (дискуссионной группы, модератора) • Повторяющиеся и предложенные в разных дискуссионных группах идеи для каждого сценария синтезируются в одну с точным отражением всех аспектов и составлением обобщенного списка соображений в его рамках • Анализируется число выдвинутых одной и той же идеи в разных группах для всех сценариев. Совпадение идей повышает доверие к итоговым рекомендациям со стороны лиц, принимающих решения, и позволяет ранжировать предложения по степени их востребованности
Источник: составлено авторами.	

со стороны лиц, принимающих решения [Budescu et al., 2003].

Метод «погружения в будущее» и синтеза идей кратко описан в табл. 4. Он может эффективно применяться в сценарных Форсайт-проектах с численностью участников, достаточной для создания не менее четырех дискуссионных групп. Фиксирование всех идей позволяет отследить и продуктивно интегрировать перекликающиеся предложения. Выявление идей, повторяющихся для разных сценариев и дискуссионных групп, обеспечивает расширенный перечень предложений по сравнению с другими подходами к выработке рекомендаций.

Анализ результатов

Как отмечалось, связь между прогнозной и рекомендательными фазами Форсайт-исследований изучена недостаточно. Сценарии будущего обогащают Форсайт-дискуссию, стимулируют творческий взгляд на перспективы. Анализ реакции участников проекта VERA позволяет оценить вклад сценариев в генерацию идей. В расчет принимались только спонтанные идеи, высказанные участниками непосредственно в ходе семинаров. Заключительные стадии Форсайт-процесса — «фиксация», «аргументирование» и «выработка рекомендаций» — выходят за рамки настоящего исследования.

Проанализируем идеи, высказанные на семинарах VERA, с точки зрения плодотворности (число идей, выдвинутых одним и тем же участником для каждого сценария) и оригинальности.

Анализ плодотворности

Продуктивная генерация идей в рамках Форсайт-проектов должна способствовать выработке практических рекомендаций. В табл. 5 показано число идей, предложенных в различных фокус-группах для каждого сценария, в расчете на одного участника. Хотя имеющиеся данные не позволяют оценить статистическую значимость, некоторые различия весьма существенны. Особенно они касаются расхождений в представлениях о наименее и наиболее стимулирующих сценариях между представителями общественности, научного сообщества и разработчиками политики.

Данные, представленные в табл. 5, показывают, что с точки зрения генеративной способности максимально

стимулирующим для четырех сегментов заинтересованных сторон (общественность, наука, международные организации, профильные эксперты по инициативам ERA) оказался четвертый сценарий (символ ++). Третий сценарий стал таковым для двух сегментов (представители промышленности и политических кругов), первый — только для спонсоров научных исследований, а второй — ни для одной из групп.

Если говорить о наименьшей плодотворности (табл. 5), то первый сценарий оказался таковым для четырех групп (общественность, промышленность, международные организации и эксперты по ERA), второй — для двух (представители науки и политики), четвертый — для одной (спонсоры науки), а третий — ни для кого. На рис. 1 отражен стимулирующий потенциал каждого сценария для семи групп. Третий и четвертый сценарии способствовали генерации идей в большей степени, чем первый и второй, продемонстрировавшие примерно одинаковую продуктивность.

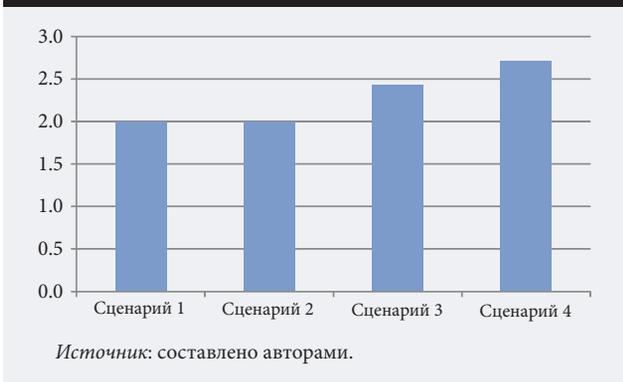
Дополнительные оценки стимулирующего потенциала сценариев приведены в табл. 6, где значение в 1 балл отражает минимальный вклад, а 4 балла — максимальный. Первый и второй сценарии оказались более сти-

Табл. 5. Стимулирующий эффект сценариев проекта VERA

Стимулирующий эффект сценария (число идей в расчете на одного участника)	Сценарии			
	1	2	3	4
Общество	1.3 (--)	2.8	2.3	3.3 (+)
Наука	0.8	0.6 (--)	1.0	2.3 (+)
Промышленность	2.3 (--)	2.7	3.3 (+)	2.4
Спонсоры	2.8 (+)	1.82	1.75	1.33 (--)
Эксперты по ERA	2.25 (--)	2.7	2.33	3.8 (+)
Международные организации	1.3 (--)	2.0	2.0	2.7 (+)
Политики	2.7	2.3 (--)	4.5 (+)	3.0
Число идей, сгенерированных для каждого сценария	75	89	73	92
Всего в семи группах	1.97	2.02	2.43	2.70

Источник: составлено авторами.

Рис. 1. Стимулирующий эффект сценариев проекта VERA (число идей в расчете на одного участника)



мулирующими, чем третий и четвертый, лишь однажды. Последние в свою очередь продемонстрировали превосходство над первым и вторым сценариями в шести случаях. Стимулирующий эффект третьего и четвертого сценариев оказался минимальным всего один раз, что позволило им набрать 42 балла по сравнению с совокупным результатом 28 баллов для первых двух вариантов.

Полученные результаты заставляют задуматься о различиях между двумя группами сценариев, описывающих разные пути эволюции европейского научно-технологического ландшафта. Первые два отражают инкрементальную эволюцию системы управления RTDI, тогда как остальные — последствия ее глубоких структурных изменений.

Трансформационные третий и четвертый сценарии максимально стимулировали генерацию идей в фокус-группах. Последний вариант, выглядящий самым креативным и предполагающий масштабные перемены, произвел максимальный стимулирующий эффект в четырех случаях. В свою очередь первый сценарий, воспринятый как наиболее знакомый и базовый, оказался самым слабым мотиватором для четырех фокус-групп.

Таким образом, сценарии, описывающие радикальную трансформацию, в большей степени способствовали разработке рекомендаций, по крайней мере в терминах плодотворности. Подтверждается гипотеза о том, что степень трансформационности сценариев по отношению к настоящему, т. е. уровень преобразования актуального контекста в картины будущего, может определять число порожденных им идей.

Анализ оригинальности

Рекомендации, разработанные в ходе Форсайта и других экспертных мероприятий, как правило, воспроизводят распространенные политические идеи, которые в лучшем случае незначительно видоизменяются. Творческий подход актуален, поскольку Форсайт акцентируется на системных проблемах, требующих открытого, целостного мышления.

Способность генерировать уникальные идеи в первую очередь определяется персональными качествами, а не характеристиками сценариев. Анализ дискуссий в рамках VERA позволяет оценить роль факторов, не связанных с участием отдельных креативных личностей.

Оценка творческого потенциала, как правило, носит субъективный характер, однако существует и количественный критерий — число оригинальных идей, выработанных фокус-группами. Речь идет о предложениях, выдвинутых исключительно участниками из определенного сегмента для конкретного сценария. Из табл. 7 видно, что третий и четвертый сценарии чаще остальных стимулировали создание неповторяющихся идей (в расчете на одного участника). Наименьшую продуктивность продемонстрировал второй сценарий, а самую высокую — четвертый. Третий и четвертый сценарии оказались наиболее «вдохновляющими» для пяти групп стейкхолдеров, а первый и второй — лишь для двух. В итоге трансформационные сценарии в большей мере способствуют не только генерации потока идей, но и их оригинальности.

Полученные результаты можно интерпретировать следующим образом. Сталкиваясь с радикально новым, неизученным контекстом и сопутствующими ему вызовами, участники вынуждены активнее искать нестандартные решения и «прокачивают» свои творческие способности. Этот процесс можно отрабатывать на сценариях, которые существенно расходятся с очевидными тенденциями. «Погружение» в сценарии с высоким инновационным или подрывным потенциалом эффективнее стимулирует генерацию идей и выработку творческих решений по сравнению с консервативными и инкрементальными вариантами. Предстоит выяснить, существует ли некий оптимальный уровень «трансформационности», при превышении которого факторы кардинальных перемен и новизны окажутся контрпродуктивными.

Для описания подготовки рекомендаций к сценариям будущего используется модель «трех R» (погружение в новый контекст (*reposition*), репрезентация (*representation*), решение (*resolution*)) (табл. 8).

Табл. 6. Стимулирующий потенциал сценариев

Сценарии	Масштаб стимулирующего эффекта (число случаев проявления)		Рейтинг (в баллах)	Итого
	максимальный	минимальный		
1 — реалистичный	1	4	12	28
2 — реалистичный	0	2	16	
3 — трансформационный	2	0	20	42
4 — трансформационный	4	1	22	

Источник: составлено авторами.

Табл. 7. Анализ стимулирующего эффекта в отношении оригинальности

Группы заинтересованных сторон	Сценарии			
	1	2	3	4
Общество	0.00 (--)	1.00	1.33	2.50 (++)
Наука	0.25 (--)	0.38	0.25 (--)	1.50 (++)
Промышленность	0.75 (--)	1.67 (++)	1.33	1.50
Спонсоры	2.00 (++)	0.55	0.25 (--)	0.33
Эксперты по ERA	1.00 (--)	1.56	1.33	2.50 (++)
Международные организации	0.67 (--)	1.33	1.67	2.00 (++)
Политики	1.67	1.25 (--)	2.75 (++)	1.50
Всего для семи групп	1.03	0.98	1.27	1.74

Примечание: оценивается число идей (в расчете на участника), предложенных каждой группой сторон для соответствующего сценария, которые не имеют отношения к другим сценариям и не выдвигались прочими фокус-группами.
Источник: составлено авторами.

Повышенная концентрация оригинальных идей в отношении радикальных сценариев объясняется эффектом неизгладимого впечатления, который они вызывают у участников исследования, в отличие от предсказуемой реакции на инерционные варианты. Тем не менее в ходе Форсайт-сессий не следует избегать работы с привычным контекстом. Обсуждение ожидаемых факторов приведет к относительно стандартным рекомендациям, но само их осмысление будет полезно для оценки результатов программ и утверждения планов, изначально имеющих высокие шансы рассмотрения и реализации.

Дискуссия

Условия применения метода

Изучая процесс разработки сценарных рекомендаций, исследователи ограничиваются агрегированием и формулированием. При этом не учитываются частота выдвижения той или иной рекомендации для разных вариантов будущего и источники происхождения (т. е. какие именно сценарии способствовали ее появлению).

Подобные сведения могут оказаться продуктивными при обсуждении сценариев заинтересованными сторонами и подготовке рекомендаций, применимых для разных контекстов будущего. Рассматриваемый метод особенно актуален, когда заказчикам исследования требуется детализация процесса разработки рекомендаций, с учетом степени различия в контенте представленных сценариев и присутствия среди них трансформационных вариантов. Последние эффективны в ситуациях, когда подготовка рекомендаций требует большого разнообразия оригинальных идей.

Степень объективности

Сценарный подход не предполагает признания какого-либо развития событий «правильным» в смысле достоверного отражения будущего, поскольку ни один прогноз не гарантирует абсолютной точности. Специалисты, как правило, ограничиваются перечислением возможных и актуальных вариантов будущего, помогающих пользователям принимать оптимальные решения и двигаться в желаемом направлении. Разработка нескольких сценариев и «погружение» участников в их контексты устраняют фактор предвзятости (*bias*). Тщательный отбор стейкхолдеров для осмысления сценариев в фокус-группах позволяет опровергнуть представление об адекватности инерционного описания будущего или о существовании единственно возможной траектории развития.

Теоретические выводы

Опираясь на теоретические источники, настоящее исследование нацелено скорее на их применение, чем на проверку. Продемонстрирована эффективность подхода к оценке дивергентного мышления, предложенного в работах [Guilford, 1950, 1967]. Определенную пользу приносят анализ востребованности рекомендаций руководителями, оценка потребностей в их «упаковке» и донесении до адресатов в качестве стимула к применению.

Изучение эффектов «погружения» в трансформационные сценарии и их потенциала для генерации идей может стать основой для создания теории творчества. Новые эмпирические исследования позволят оценить вли-

Табл. 8. Методологическая модель подготовки обоснованных рекомендаций «три R»

Элемент	Описание	Вклад в подготовку рекомендаций
Погружение в новый контекст	Участники «перемещаются» в гипотетический будущий контекст и принимают решения таким образом, как если бы они реально находились в заданных обстоятельствах. «Погружение» в сценарии, предполагающие глубинную трансформацию, стимулирует творческий подход, увеличивает плодотворность в выработке идей, усиливает их оригинальность	Определяется число предложенных идей, оценивается их уникальность
Репрезентация	К участию в фокус-группах и семинарах привлекаются стейкхолдеры с разными ролями и специализацией. От их вариативности существенно зависят многообразие обсуждаемых тем и предположений, гибкость в смене акцента дискуссий	Сбалансированное представительство сторон влияет на позиции участников
Решение	На основе идей участников, «погрузившихся» в инкрементальные либо трансформационные сценарии, разрабатываются рекомендации. В зависимости от основополагающей аргументации определяются характер и уровень детализации рекомендаций.	Следование правилам формулирования обоснований повышает качество предложений

Источник: составлено авторами по материалам [Velasco, 2017].

яние сценариев будущего на такие аспекты творческой работы, как гибкость идей и уровень их воплощения.

Практические выводы

Проведенный анализ подтвердил эффективность мультисценарного подхода к Форсайт-проектам. Ряд сценарных исследований фокусируются на предпочтительных сценариях (трансформационных либо инкрементальных), а другие методы, в частности дорожные карты, используют единственный сценарий. Целесообразно дополнить эти подходы предварительным анализом и «погружением» в множественные сценарии — иногда наиболее желательный вариант рождается из сочетания других. Расширенный спектр предложений, основанных на мультисценарном анализе, позволяет повысить качество рекомендаций, подготовленных в ходе разработки дорожных карт и других подобных мероприятий. Для формирования таких сценариев следует обеспечить сбалансированное представительство заинтересованных сторон, чьи совместные идеи, высказанные на фокус-группах, и образы будущего помогут выработать обоснованные рекомендации.

Как и любая сценарная работа, очные семинары требуют времени и тщательной подготовки, в идеале — с подробными инструкциями для модераторов. Речь идет о четко прописанных деталях сценариев, в контекст которых «погружаются» участники. Для достижения максимального эффекта от них требуются адаптивность, гибкость и критическое мышление.

Определенное значение имеет отсутствие стрессовой нагрузки участников при работе с образами будущего, особенно с теми, которые они считают реалистичными. Однако возникает риск того, что сформированные альтернативные сценарии окажутся близкими к «наиболее вероятному» развитию событий. Их трансформационный потенциал будет недостаточен для стимулирования выработки оригинальных идей, на которое нацелен рассматриваемый метод.

Заключение

Форсайт широко применяется при поддержке принятия решений по важным неординарным вопросам. Чаще всего он проводится для сбора контекстной информации, при этом от исследователей ждут конкретных рекомендаций. Сценарии не только демонстрируют открытость многих аспектов будущего, но и используются при разработке рекомендаций для стратегического планирования.

Изучение опыта VERA восполняет пробел в эмпирических исследованиях, посвященных применению сценарных методов для подготовки рекомендаций и факторам, стимулирующим креативность в ходе Форсайт-сессий¹⁰. «Погружение» в трансформационные сценарии повышает продуктивность генерации и креативность идей (по крайней мере, эти эффекты достигну-

ты в нашем кейсе). Поскольку рассматриваемый метод активно применялся в проекте VERA, есть основания полагать, что полученные результаты будут значимыми для организации других сценарных исследований. Вероятно, подобные эффекты достижимы и для иных инструментов Форсайта, например для поиска событий-«джокеров», который не предполагает полноценного сценарного анализа. Задача нашей статьи — стимулировать дальнейшие исследования в заданном направлении. Жесткие временные и бюджетные ограничения многих Форсайт-проектов затрудняют систематическое исследование затронутых аспектов. Несмотря на это, имеется возможность сбора полезных индикативных данных по сценарным семинарам, пускай и недостаточно структурированных. Кроме того, организаторы Форсайта могут проводить экспериментальные исследования с участием студентов или стажеров.

Анализ результатов проекта VERA продолжится в последующих публикациях. Перечислим примеры вопросов, подлежащих дальнейшему изучению.

- В рассмотренном примере практиковался только один вид сценарной методологии. Предстоит выяснить, насколько близкими окажутся результаты применения различных сценарных инструментов¹¹.
- Специалисты, участвующие в подготовке рекомендательной фазы, нередко вовлекаются и в разработку исходных сценариев. Целесообразно оценить, насколько подобное совмещение ролей влияет на креативность сценарной работы и степень «погружения» в гипотетический контекст.
- Заслуживает внимания связь тематики Форсайт-исследования с его результатами: имеются ли схожие закономерности в плодотворности генерации и оригинальности идей при изучении различных технологий или социальных аспектов?
- Выводы Форсайта во многом зависят от творческих способностей, компетенций и ожиданий различных групп стейкхолдеров. Выкладки, представленные в таблицах, позволяют предположить, что сценарии разного типа не одинаково затрагивают те или иные группы, которые сами по себе различаются в плане плодovitости и оригинальности предложений. Основное внимание уделялось совокупному эффекту сценариев разного типа. Однако специфика различий в его появлении между разными группами сторон также подлежит изучению и должна учитываться при организации Форсайт-сессий.

Практическое значение настоящего исследования обусловлено тем, что при подготовке Форсайт-проектов принимаются решения не только о методологии, но и о степени проработки и оформления сценариев. Детальное описание сценария расширяет круг тем для обсуждения, но при этом возникает вероятность, что участники дискуссии непреднамеренно отвлекутся от предметов, интересующих заказчика (с положительными либо негативными последствиями).

¹⁰ Подобным факторам, а именно функциям модераторов и воображению участников, частично уделено внимание в работе [Dufva, Ahlqvist, 2015].

¹¹ Например, в работе [Miles et al., 2016] принцип 2*2 сравнивается с подходами, основанными на архетипах и устремлениях.

Спонсорские ожидания играют важную роль в подготовке рекомендаций и могут быть заложены в процесс. Если спонсоры не открыты к чрезмерной оригинальности, предпочитают действовать проверенными методами и не рисковать, следует ли исключить из рассмотрения трансформационные сценарии, принимая во внимание долгосрочные риски такого решения? Целесообразно правильно обосновать необходимость учета неприятных, но реалистичных вариантов будущего. Выводы, полученные по итогам «погружения», позволят осознать, что игнорирование подобных сценариев повлечет негативные последствия для будущего. Спонсоры вряд ли будут приветствовать чрезмерный объем рекомендаций. Исследователям потребуется расставить приоритеты, чтобы избежать включения слишком большого числа идей в категорию «менее важных». Возможное решение — объединить отдельные мероприятия в комплексные программы действий, что позволит добиться синергии и избежать нестыковок в предлагаемых политических инициативах [Flanagan et al., 2011]. Соблюдение указанной меры не всегда критично, однако ей необходимо следовать при наличии достаточных ресурсов, прежде всего временных.

Нелинейность эффекта «погружения» в зависимости от величины трансформационного потенциала сценариев заслуживает отдельного рассмотрения наряду с личным опытом специалистов по Форсайту. «Перемещение» в чрезмерно радикальные сценарии может привести к отрицательному эффекту, например выводу о том, что «ничего нельзя сделать». Обсуждение вероятности глобальной катастрофы, экстремальных событий-«джокеров» нередко вызывает у субъектов принятия решений «паралич», нежелание прислушиваться к любым рекомендациям, вытекающим из подобных картин будущего. Следует определить некий оптимальный уровень трансформационности сценариев, чтобы фактор столкновения с радикальными пере-

менами и новизной не оказывал контрпродуктивного влияния на генерацию идей.

Другая перспективная тема для исследований связана с подготовкой участников Форсайт-сессий к «погружению» в предлагаемый будущий контекст. Степень развитости у модераторов таких качеств и навыков, как воображение, мотивация, живость мышления и сочувствие, может сильно варьировать. Однако некоторые из них приобретаются или развиваются в ходе обучения, например, с применением пособий по методам стимулирования дискуссии, опровержения аргументов и т. п. Для специалистов по Форсайту полезно обсудить приемы, позволяющие добиться эффективного «погружения» и использования его результатов. Дальнейшего изучения заслуживают ролевые игры и имитационные состязания [Fergnani, 2019]. Целесообразно рассмотреть идею о том, что дискуссии между исполнителями разных ролей о возможных действиях позволят уточнить их представления о сценариях (в таких аспектах, как конкуренция, партнерство и коэволюция) и повысить креативность в генерации идей.

Статья вносит вклад в расширение знаний о методологии Форсайт-проектов, повышает прозрачность процесса подготовки рекомендаций. Мы инициируем дискуссию о перспективах, которые открываются с интегрированием принципа «погружение в будущее» в дизайн исследований, посвященных критическим, нестандартным вопросам.

Исследование осуществлено в рамках проекта VERA, профинансированного из средств 7-й Рамочной программы Европейского Союза по исследованиям, технологическим разработкам и демонстрациям (грант № 290705). Авторы выражают благодарность д-ру Стефани Даймер (Stephanie Daimer) (Фраунгоферовский институт системных и инновационных исследований Fraunhofer ISI) за координацию проекта. Йен Майлс и Рафаэль Поппер также признательны за поддержку со стороны Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Библиография

- Álvarez A., Ritchey T. (2015) Applications of General Morphological Analysis: From Engineering Design to Policy Analysis. *Acta Morphologica Generalis*, 4(1), 1–40. <http://www.amg.swemorph.com/pdf/amg-4-1-2015.pdf>, дата обращения 19.08.2020.
- Amabile T.M. (1983) *The social psychology of creativity*, New York: Springer.
- Budescu D.V., Rantilla A.K., Yu H., Karelitz T.K. (2003) The effects of asymmetry among advisors on the aggregation of their opinions. *Organisational Behavior and Human Decision Processes*, 90(1), 178–194.
- Bussey M. (2014) Concepts and effects: Ordering and practice in foresight. *Foresight*, 16(1), 1–16. <https://doi.org/10.1108/FS-04-2013-0017>
- Caplan S.E., Samter W. (1999) The role of facework in younger and older adults' evaluations of social support messages. *Communication Quarterly*, 47, 245–264. <https://doi.org/10.1080/01463379909385558>
- Carleton T., Cockayne W., Tahvanainen A.-J. (2015) *Playbook for Strategic Foresight and Innovation*, Stanford, CA: DesignX Lab – Foresight, Center for Design Research, University of Stanford.
- Cross R., Borgatti S.P., Parker A. (2001) Beyond answers: Dimensions of the advice network. *Social Networks*, 23(3), 215–235. [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(01\)00041-7](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(01)00041-7)
- Da Costa O., Warnke P., Scapolo F., Cagnin C. (2008) The impact of foresight on policy making: Insights from the FOR-LEARN mutual learning process. *Technology Analysis and Strategic Management*, 20(3), 369–387. <https://doi.org/10.1080/09537320802000146>
- Daimer S., Gheorghiu R., Ordonez-Matamoros H.G., Laredo P., Giesecke S., Popper R., Loikkanen T., Molas-Gallart J., Haegeman K., Degelsegger A. (2015) *VERA Final Report*. Report of the Forward Visions on the European Research Area (VERA) project, funded by the European Union's FP7 programme for research, technological development and demonstration, Brussels: European Commission. https://ris.utwente.nl/ws/files/5135969/VERA_Final_Report_2015-06-30_public.pdf, дата обращения 28.08.2020.
- Dalal R.S., Bonaccio S. (2010) What types of advice do decision-makers prefer? *Organisational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 112, 11–23. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2009.11.007>
- Dator J. (2009) Alternative Futures at the Manoa School. *Journal of Futures Studies*, 14(2), 1–18.

- Dator J., Rodgers S. (1991) *Alternative futures for the state courts of 2020*, Chicago, IL: American Judicature Society.
- De Jouvenel B. (1967) *The Art of Conjecture*, London: Weidenfeld and Nicolson.
- De Smedt P. (2013) Interactions between foresight and decision making. In: *Participation and Interaction in Foresight: Dialogue, Dissemination and Visions* (eds. K. Borch, S. Dingli, M.S. Jørgensen), Cheltenham: Edward Elgar, pp. 17–34. <https://doi.org/10.4337/9781781956137.0008>
- Dörfler V., Stierand M. (2020) (eds.) *Handbook of Research Methods on Creativity*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Dufva M., Ahlqvist T. (2015) Knowledge creation dynamics in foresight: A knowledge typology and exploratory method to analyse foresight workshops. *Technological Forecasting and Social Change* 94, 251–268. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.10.007>
- Eriksson A., Weber M. (2008) Adaptive foresight: navigating the complex landscape of policy strategies. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(4), 462–482. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.02.006>
- European Commission (2002) *Thinking, debating and shaping the future: Foresight for Europe*. Final report from a High Level Expert Group for the European Commission. Brussels: European Commission Directorate-General for Research Unit RTD-K.2. https://www.researchgate.net/publication/262013061_Thinking_debating_and_shaping_the_future_Foresight_for_Europe, дата обращения 28.08.2020.
- Fergnani A. (2019) The future persona: A futures method to let your scenarios come to life. *Foresight*, 21(4), 445–466. <https://doi.org/10.1108/FS-10-2018-0086>
- Fisher J.D., Nadler A., Witcher-Alagna S. (1982) Recipient reactions to aid. *Psychological Bulletin*, 91 (1), 27–54. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-2909.91.1.27>
- Flanagan K., Uyarra E., Laranja M. (2011) Reconceptualising the ‘policy mix’ for innovation. *Research Policy*, 40(5), 702–713. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.02.005>
- Gabiña J. (1995) *El futuro revisitado: La reflexión prospectiva como arma de estrategia y decisión*, Barcelona, Marcombo - Boixareu Editores.
- Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.) (2008) *The Handbook of Technology Foresight. Concepts and Practice* (PRIME Series on Research and Innovation Policy), Cheltenham: Edward Edgar Publishing Limited.
- Gibbons A.M. (2003) *Alternative forms of advice in natural decision settings*. Unpublished master’s thesis, University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Glover J.A., Ronning R.R., Reynolds C.R. (1989) (ed.) *Handbook of Creativity*. Boston, MA: Springer.
- Godet M. (1992) *De l’Anticipation à l’Action: Manuel de Prospective et de Stratégie*, Paris: Dunod.
- Goldsmith D.J. (1994) The role of facework in supportive communication. In: *Communication of social support: Messages, interactions, relationships, and community* (eds. B.R. Burleson, T.L. Albrecht, I.G. Sarason), pp. 29–49. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Guilford J.P. (1950) Creativity. *American Psychologist*, 5(9), 444–454. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0063487>
- Guilford J.P. (1967) *The nature of human intelligence*, New York: McGraw-Hill.
- Haegeman K., Pérez S., Marinelli E., Warnke P., Teufel B., Degelsegger A., Weiss G. (2012) *Communication Strategy*, JRC/IPTS-Fraunhofer ISI-ZSI Report of the Forward Visions on the European Research Area (VERA) project. Brussels: European Commission.
- Harper J., Pace G. (2007) Creative processes in policy making: A case for context in foresight. In: *Creative Thinking: Designing Future Possibilities* (ed. M.S. Dingli.), pp. 1–11, Valetta: Malta University Press. <http://www.cs.um.edu.mt/gordon.pace/Teaching/Foresight/Papers/context.pdf>, дата обращения 19.04.2021.
- Havas A. (2005) *Terminology and Methodology for Benchmarking Foresight Programmes* (ForSociety Project, Tasks 1.4 and 3.1), Brussels: European Commission. <https://mprg.ub.uni-muenchen.de/77791/>, дата обращения 28.08.2020.
- Heath C., Gonzalez R. (1995) Interaction with others increases decision confidence but not decision quality: Evidence against information collection views of interactive decision-making. *Organisational Behavior and Human Decision Processes*, 61, 305–326. <https://doi.org/10.1006/obhd.1995.1024>
- Huang W.-C., Lee Y.-Y. (2016) Strategic Planning for Land Use under Extreme Climate Changes: A Case Study in Taiwan. *Sustainability*, 8(1), 53. <https://doi.org/10.3390/su8010053>, дата обращения 19.08.2020.
- Inayatullah S. (2004) *The causal layered analysis (CLA) reader: Theory and case studies of an integrative and transformative methodology*. Taipei, Taiwan: Tamkang University Press.
- Johnson T.R., Budescu D.V., Wallsten T.S. (2001) Averaging probability judgments: Monte Carlo analyses of diagnostic value. *Journal of Behavioral Decision Making*, 14, 123–140. <https://doi.org/10.1002/bdm.369>
- Kahane A. (2012) *Transformative Scenario Planning: Working Together to Change the Future*, San Francisco, CA: Berrett-Koehler.
- Keenan M., Popper R. (2008) Comparing foresight ‘style’ in six world regions. *Foresight*, 10(6), 16–38. <https://doi.org/10.1108/14636680810918568>
- Kincaid M., Duffus L. (2004) *Learning, Thinking and Creativity*, New York: IDES.
- Kuwahara T. (1996) Technology foresight in Japan: A new approach in methodology and analysis. *STI Review*, 11, 51–70.
- Ladkin D. (2004) Action research. In: *Qualitative Research Practice* (2004) (eds. C. Seale, G. Gobo, J.F. Gubrium, D. Silverman.), London: Sage Publications, pp. 478–490.
- Malaska P. (2001) A Futures Research Outline of a Post-Modern Idea of Progress. *Futures*, 33, 225–243. [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(00\)00069-0](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(00)00069-0)
- Mardani A., Jusoh A., Zavadskas E.K., Cavallaro F., Khalifah Z. (2015) Sustainable and Renewable Energy: An Overview of the Application of Multiple Criteria Decision Making Techniques and Approaches. *Sustainability*, 7(10), 13947–13984. <https://doi.org/10.3390/su71013947>
- Martin L., Wilson N. (2018) (eds.) *The Palgrave Handbook of Creativity at Work*, London: Palgrave Macmillan.
- Masini E. (1982) Reconceptualizing the Future: A Need and a Hope. *World Futures Society Bulletin*, 16(6), 1–8. <http://master-foresight-innovation.fr/wp-content/uploads/2012/06/EMasiniReconceptualizingFutures.pdf>, дата обращения 19.04.2021.
- McKernan J. (1996) *Curriculum Action Research: A Handbook of Methods and Resources for the Reflective Practitioner* (2nd ed.), London: Kogan Page.
- Medina J. (1999) The research on future images and visions: Need for a strategic alliance between the futures studies and social sciences. *International Review of Sociology*, 9(3), 333–348. <https://doi.org/10.1080/03906701.1999.9971321>
- Miles I. (2008) From Futures to Foresight. In: *The Handbook of Technology Foresight. Concepts and Practice* (PRIME Series on Research and Innovation Policy) (eds. L. Georghiou, J. Cassingena Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper), Cheltenham: Edward Edgar Publishing Limited, pp. 24–40.

- Miles, I. Cassingena Harper, J., Georghiou, L., Keenan, M., and Popper, R. (2008a) The Many Faces of Foresight. In: *The Handbook of Technology Foresight. Concepts and Practice* (PRIME Series on Research and Innovation Policy) (eds. L. Georghiou, J. Cassingena Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper), Cheltenham: Edward Edgar Publishing Limited, pp. 3–23.
- Miles I., Cassingena Harper J., Georghiou L., Keenan M., Popper R. (2008b) New Frontiers: Emerging Foresight. In: *The Handbook of Technology Foresight. Concepts and Practice* (PRIME Series on Research and Innovation Policy) (eds. L. Georghiou, J. Cassingena Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper), Cheltenham: Edward Edgar Publishing Limited, pp. 400–417.
- Miles I., Saritas O., Sokolov A. (eds.) (2016) *Foresight for Science, Technology and Innovation*, Berlin: Springer.
- Mitchell R.K., Agle B.R., Wood D.J. (1997) Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the principle of who and what really counts. *Academy of Management Review*, 22, 853–886. <https://doi.org/10.5465/amr.1997.9711022105>
- Paulus P.B. (2000) Groups, Teams, and Creativity: The Creative Potential of Idea-generating Groups. *Applied Psychology: An International Review*, 49(29), 237–262. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1111/1464-0597.00013>
- Paulus P.B., Nijstad B.A. (2019) (eds.) *The Oxford Handbook of Group Creativity and Innovation*, Oxford: Oxford University Press.
- Popper R. (2008a) How are foresight methods selected? *Foresight*, 10(6), 62–89. <https://doi.org/10.1108/14636680810918586>
- Popper R. (2008b) Foresight Methodology. In: *The Handbook of Technology Foresight. Concepts and Practice* (PRIME Series on Research and Innovation Policy) (eds. L. Georghiou, J. Cassingena Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper), Cheltenham: Edward Edgar Publishing Limited, pp. 44–90.
- Popper R. (2009) *Mapping Foresight: Revealing how Europe and other world regions navigate into the future*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, European Commission.
- Popper R., Edler J., Velasco G., Amanatidou E., Miles I. (2015b) *ERA Strategy Map* (Report for the EC funded project VERA on Visions for the European Research Area, funded by the European Union's FP7 programme for research, technological development and demonstration), Manchester: The University of Manchester. http://eravisions.archiv.zsi.at/page/22/attach/VERA_WP5_D5_2_ERA_Strategy_Map_26_6_2015.pdf, дата обращения 28.08.2020.
- Popper R., Keenan M., Miles I., Butter M., Saintz G. (2007) *Global foresight outlook. Mapping foresight in Europe and the rest of the world*, Brussels: European Commission.
- Popper R., Velasco G., Edler J., Amanatidou E., Miles I. (2015a) *ERA Open Advice: Forward Visions on the European Research Area* (VERA project report, funded by the European Union's FP7 programme for research, technological development and demonstration), Manchester: The University of Manchester. http://eravisions.archiv.zsi.at/page/22/attach/ERA_Open_Advice.pdf, дата обращения 28.08.2020.
- Popper R., Popper M., Velasco G. (2020) Sustainable Innovation Assessment and Management Framework: Principles, Methodology and Practice. In: *Governance and Management of Sustainable Innovation: Learning from Experience to Shape the Future* (eds. M. Martini, R. Holsgens, R. Popper), Cham: Springer, pp. 3–39. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46750-0_1
- Ramos J. (2017) Linking Foresight and Action: Toward a Futures Action Research. In: *The Palgrave International Handbook of Action Research* (eds. L.L. Rowell, C.D. Bruce, J.M. Shosh, M.M. Riel), London: Palgrave-Macmillan, pp. 823–842. https://doi.org/10.1057/978-1-137-40523-4_48
- Rietzschel E., Nijstad B., Stroebe W. (2010) The selection of creative ideas after individual idea generation: Choosing between creativity and impact. *British Journal of Psychology*, 101, 47–68. <https://doi.org/10.1348/000712609X414204>
- Ringland G. (2006) *Scenario Planning*. Hoboken, N.J.: Wiley.
- Salo A., Cuhls K. (2003) Technology Foresight – Past and Future. *Journal of Forecasting*, 22(2–3), 79–82. <https://doi.org/10.1002/for.846>
- Scapolo F., Miles I. (2006) Eliciting Experts' Knowledge: A Comparison of Two Methods. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(6), 679–704. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.001>
- Schrah G.E., Dalal R.S., Sniezek J.A. (2006) No decision-maker is an island: Integrating expert advice with information search. *Journal of Behavioral Decision-Making*, 19, 43–60. <https://doi.org/10.1002/bdm.514>
- Slaughter R. (1995) *The foresight principle*, Westport, CT: Adamantine Press.
- Soll J. B. (1999) Intuitive theories of information: Beliefs about the value of redundancy. *Cognitive Psychology*, 38, 317–346. <https://doi.org/10.1006/cogp.1998.0699>
- Staton M. (2008) Monstrous foresight. In: (Eds. C. Cagnin, M. Keenan, R. Johnston, F. Scapolo, R. Barré), *Future-oriented Technology Analysis. Strategic Intelligence for an Innovative Economy*, Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 53–68. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68811-2_5
- Sternberg R.J. (1985) *Beyond IQ: A Triarchic Theory of Intelligence*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg R. (1998) (ed.) *Handbook of Creativity*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Teufel B., Erdmann L., Schirrmeister E., Daimer S., Laredo P., Schoen A., Robinson D.K.R., Loikkanen T. (2013) *ERA Scenario Report* (Report of the Forward Visions on the European Research Area (VERA) project). Brussels: European Commission. http://eravisions.archiv.zsi.at/page/22/attach/WP3_ERA_Scenario_report_final_28052015.pdf, дата обращения 28.08.2020.
- Torrance E.P. (1968) *Education and The Creative Potential*, Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Torrance E.P. (1974) *Torrance Tests of Creative Thinking: Directions Manual and Scoring Guide* (Verbal Test Booklet A), Lexington, MA: Personnel Press.
- UK Government (2009) *Multi-criteria analysis: A manual*, Wetherby: Department for Communities and Local Government. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/191506/Mult-crisis_analysis_a_manual.pdf, дата обращения 18.08.2020.
- Uotila T., Melkas H., Harmaakorpi V. (2005) Incorporating futures research into regional knowledge creation and management. *Futures*, 37, 849–866. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.01.001>
- Velasco G. (2017) *Understanding the generation of research and innovation policy advice with foresight processes* (PhD Thesis), Manchester: The University of Manchester. https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/57431200/FULL_TEXT.PDF, дата обращения 28.08.2020.
- UK Government (2017) *Futures Toolkit: Tools for strategic futures for policy-makers and analysts*. London: Cabinet Office and Government Office for Science. <https://www.gov.uk/government/publications/futures-toolkit-for-policy-makers-and-analysts>, дата обращения 18.08.2020.
- Weisburg R.W. (1986) *Creativity: Genius and Other Myths*, New York: Freeman.
- Yaniv I. (2004) Receiving other people's advice: Influence and benefit. *Organisational Behavior and Human Decision Processes*, 93, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2003.08.002>
- Yin R.K. (2014) *Case Study Research: Design and Methods* (5th ed.), London: SAGE.

Дорожные карты в эпоху неопределенности: как интегрировать аналитику данных с экспертными знаниями

Сунджу Ли

Профессор, Департамент промышленного инжиниринга (Department of Industrial Engineering), sungjoo@ajou.ac.kr

Университет Аджу (Ajou University), Южная Корея, Worldcup-ro 206, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, South Korea

Кук Джин Джанг

Эксперт, kjin@hyundai-ngv.com

Мюн Хан Ли

Эксперт, hannie@hyundai.com

Сонг Рон Шин

Эксперт, ssdragon@hyundai.com

Hyundai Motor Company, Южная Корея, 2 Neolleung-ro, Yangjae-dong, Seocho-gu, Seoul, South Korea

Аннотация

Дорожные карты — эффективный инструмент, позволяющий принимать решения относительно научно-технологической и инновационной политики в условиях неопределенности. Растет интерес к изучению подходов, позволяющих синтезировать аналитические и экспертные методы при составлении карт. Однако публикаций, посвященных гибридным методам, пока немного.

В статье предлагается подход к формированию подобных инструментов, протестированный на примере разработки дорожных карт для автомобильной промышленности. Совместно с Hyundai Motor Company

создана дорожная карта технологического развития автомобильной индустрии на 10-летний период. Выявлены сферы применения гибридного инструментария и факторы, влияющие на его адаптивность к различным контекстам.

Настоящее исследование вносит вклад в развитие методологии разработки дорожных карт, демонстрируя преимущества гибридного подхода, сочетающего анализ данных и мнения экспертов. Его практическая ценность заключается в том, что представлена процедура формирования корпоративных дорожных карт и предложены варианты реализации Форсайт-процесса в будущем.

Ключевые слова: разработка дорожных карт; неопределенность; аналитика данных; экспертные мнения; Форсайт

Цитирование: Lee S., Jang K.J., Lee M.H., Shin S.R. (2021) Roadmapping in the Era of Uncertainty: How to Integrate Data-Driven Methods with Expert Insights. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 39–51. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.39.51

Roadmapping in the Era of Uncertainty: How to Integrate Data-Driven Methods with Expert Insights

Sungjoo Lee

Professor, Department of Industrial Engineering, sungjoo@ajou.ac.kr

Ajou University, Worldcup-ro 206, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, South Korea

Kook Jin Jang

Expert, kjin@hyundai-ngv.com

Myung Han Lee

Expert, hannie@hyundai.com

Seong Ryong Shin

Expert, ssdragon@hyundai.com

Hyundai Motor Company, 2 Heolleung-ro, Yangjae-dong, Seocho-gu, Seoul, South Korea

Abstract

Roadmapping has long been regarded as a practical tool for supporting decision-making for science and technology innovation and it has received recent attention for its potential use in responses to uncertainty. Indeed, roadmapping enables forward-looking strategy making and thus helps to reduce uncertainty. Accordingly, numerous studies have been conducted to propose new approaches to roadmapping for a wide range of contexts, including the data-driven and expert-based approaches. Although these two main approaches have distinct advantages and disadvantages, few previous studies have focused on how to integrate them into roadmapping to better support decision-making related to science and technology innovation. To address this research gap, this

study investigated how to integrate data-driven approaches with expert insights during roadmapping. For this purpose, a workshop-based roadmapping method was combined with data-driven methods to test this approach in the context of technology planning for the automobile industry. An ethnographic approach was used to collect data on when, where, and how data analysis must be conducted to support experts' discussions. The research findings open a discussion regarding how to integrate data-driven methods with expert insights during roadmapping based on the trade-offs between the two types of data, that is, hard data for data-driven methods and soft data from expert insights, and suggest possible opportunities for future roadmapping developments.

Keywords: roadmapping; uncertainty; data-driven approach; expert insights; foresight

Citation: Lee S., Jang K.J., Lee M.H., Shin S.R. (2021) Roadmapping in the Era of Uncertainty: How to Integrate Data-Driven Methods with Expert Insights. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 39–51. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.39.51

Технологические дорожные карты (ДК) как гибкий инструмент стратегического планирования сочетают долгосрочные и краткосрочные цели, связанные с разработкой эффективных технологий [Farrukh et al., 2003]. Впервые их применила компания Motorola в 1980-е гг. Затем ДК адаптировались к разным задачам: прогнозирования возникающих технологий [Gerdtsri, 2007], создания инноваций [Petrick, Echols, 2004; Lee et al., 2008], планирования услуг [Cho, Lee, 2014], управления проектами в сфере исследований и разработок (ИиР) [Cho et al., 2016]. Прогнозный функционал ДК независимо от контекста помогает ориентироваться в нечетких перспективах инновационных процессов. Правильно собранная стратегическая информация «рассеивает» неопределенность, создает основу для стабильного развития в турбулентной среде. Для большей результативности ДК дополняют другими методами соответственно специфике контекста. При их проектировании прежде всего используются инструменты обработки данных и экспертные методы. Исходя из «жестких» фактических сведений (например, патентных), анализируются текущие тенденции и прогнозируются будущие [Geum et al., 2015]. Экспертные методы опираются на компетенции специалистов, т. е. на «мягкую» информацию, извлеченную из дискуссий в рамках профильных семинаров [Phaal et al., 2004]. Первый подход используется представителями сеульской школы, второй — кембриджской [Park et al., 2020]. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Аналитика данных, несмотря на ретроспективную ориентацию, предполагает системный анализ информации из надежных источников. Благодаря новым достижениям в этом направлении (обработка естественного языка, углубленное изучение, искусственный интеллект) и расширению массивов данных об инновационной деятельности потенциал соответствующих методов для поддержки принятия решений значительно вырос. Экспертный подход генерирует некодифицированные знания, недоступные из других источников, и позволяет формулировать задачи для получения желаемых результатов, создавая базу для нормативного и поискового прогнозирования. Оба подхода комплементарны и при правильном использовании в процессе составления ДК способствуют принятию обоснованных решений. Однако этот вопрос изучен пока недостаточно. Среди посвященных ему исследований заслуживает внимания работа [Kostoff, Schaller, 2001], предлагающая синтез вычислительных и экспертных подходов. В публикации [Lee et al., 2007] представлены методы анализа данных для поэтапной разработки ДК. Объем и качество исходной информации играют определяющую роль в содержании карт [Lee et al., 2011; Schimpf, Abele, 2019].

Для восполнения указанного пробела в статье рассматриваются возможности комбинирования аналитики данных с экспертными методами. Предлагаемый инструмент протестирован в процессе разработки отраслевой ДК в компании Hyundai Motor Company. В рамках нашего исследования, основанного на этногра-

фическом подходе¹, удалось установить, когда, где и как экспертные дискуссии следует дополнять аналитикой данных. Визуализация собранных сведений выявила потребности в недостающей информации. Полученные нами результаты открывают дискуссию о способах интеграции средств обработки данных с экспертными методами за счет сбалансированного использования указанных типов информации. Предложены варианты процесса формирования ДК в будущем.

Обзор литературы

Визуальные методы, лежащие в основе создания ДК, например шаблон (*roadmapping canvas*), структурируют мышление участников Форсайта, придают ему системный характер. Закладывается фундамент для партисипативного подхода к решению проблем и реализации организационного потенциала, уточняются и согласуются позиции заинтересованных сторон при подготовке стратегий на разных уровнях [Park et al., 2020]. Как инструмент Форсайта ДК помогают организациям подготовиться к технологическим переменам, разработать программу инновационного развития [Linton, Walsh, 2004; Yoon et al., 2019]. Ввиду указанных преимуществ ДК интерес исследователей к ним в последнее время заметно вырос [Carvalho et al., 2013; Park et al., 2020]. Об этом свидетельствует число публикаций, посвященных рассматриваемому методу, который по данному показателю опережает такие инструменты, как Дельфи, сценарии и моделирование [Park et al., 2020]. Среди новых направлений исследований наиболее заметны дизайн процессов разработки ДК, форматы представления и создание вспомогательных методов [Park et al., 2020]. Выделяются три вида подходов: экспертные, компьютерные и гибридные [Kostoff, Schaller, 2001]. Экспертный принцип предполагает организацию семинаров для выявления элементов ДК и их взаимосвязей с учетом знаний специалистов [Wells et al., 2004; Phaal, Muller, 2009; Farrukh et al., 2003; Phaal et al., 2007]. В ряде случаев для необходимого охвата предметных областей ДК привлекаются междисциплинарные экспертные группы [Phaal et al., 2003, 2004; Gerdtsri et al., 2010].

Ключевыми факторами успеха в разработке ДК являются прежде всего дизайн процессов и методы создания шаблона, что объясняет высокий интерес к ним исследователей. Предложены варианты дизайна по таким направлениям, как выбор технологий и управление ими [Garcia, Bray, 1997; Gerdtsri, 2007], а также ускоренная разработка карт [Phaal et al., 2003]. Разные виды шаблона выполняют роль инструмента либо продукта, а наиболее востребованный формат — временная многослойная диаграмма. В верхнем слое отображаются тенденции и драйверы развития, в среднем — продукты, услуги, функции, в нижнем — технологии. Форматы могут меняться в зависимости от целей разработки ДК. Например, предусмотрен специальный шаблон для открытых инноваций — дорожная карта технологий двойного назначения (*dual-technology*

¹ Этнографический подход заключается в неформализованном, контекстно адаптивном сборе и анализе эмпирических данных.

roadmap) [Geum et al., 2013]. При этом что экспертный метод оптимален для корпоративного Форсайта, его эффективность существенно зависит от бэкграунда участников, оригинальности их мышления и готовности делиться информацией. Она снижается в контексте культуры, не поощряющей дискуссии, или в предметных областях, где экспертных знаний недостаточно для разработки карт. Наряду с этим стремительно распространяется компьютерный подход, заключающийся в разработке ДК на основе анализа больших данных с выявлением элементов и взаимосвязей между ними без участия экспертов. Гибридный инструментарию комбинирует «экспертное» и «вычислительное» направления. Компьютерные средства опираются на патентные данные — один из самых богатых и надежных источников информации. С помощью патентных данных выявляются и анализируются технологические тенденции [Jeong, Yoon, 2015; Jeong et al., 2015], деятельность конкурентов [Lee et al., 2012; Yu, Zhang, 2019], разрабатываются стратегии ИиР [Suh, Park, 2009]. Патентные данные повышают достоверность карт, однако не подходят для корпоративного Форсайта ввиду ретроспективного характера и недостаточного учета стратегий. Гибридный подход позволяет преодолеть ограничения компьютерного и экспертного методов, получить объективные результаты, обогащенные компетенциями специалистов. Он применяется для поддержки принятия решений на всех этапах разработки ДК. В рамках экспертного метода информация собирается с использованием сценарного планирования и оценки технологий. Увязка ДК с другими инструментами повышает эффективность работы с неопределенностью. Рассматриваются различные сценарии развития событий, влияние внешних и внутренних факторов на содержание и надежность ДК [Geum et al., 2014; Lee, Geum, 2017; Lee et al., 2016], необходимость ее корректировки [Gerdtsri et al., 2019]. Патентный и портфельный анализ, предназначенный для определения приоритетов [Lee et al., 2007], а также матрица структуры дизайна, используемые для выявления связей между элементами ДК [Son et al., 2018],

значительно повышают эффективность разработки ДК. Однако об их реальном применении в организациях пока нет полного представления. Ограничены и сведения об источниках информации для составления гибридных ДК, их встраивании в общий организационный процесс.

Настоящее исследование вносит вклад в литературу о разработке гибридных ДК. Рассматриваются вопросы, связанные с методологией составления подобных карт и ее использованием в корпорациях, поднятые ранее [Park et al., 2020; Amati et al., 2020; Simonse et al., 2015]. Перечислены факторы, обеспечивающие высокое качество ДК.

Дизайн гибридного подхода

Предлагаемый нами дизайн процесса (рис. 1) основан на подходе кембриджской школы S-Plan [Phaal et al., 2007]. Первые два этапа заключаются в формировании технологического ландшафта, а третий — в картировании тем. На начальной стадии собирается информация о внутренней среде. Осмысляются возможности для инновационной деятельности, исходя из краткосрочных потребностей рынка и компаний либо долгосрочных технологических трендов и изменений делового климата. Собранный контент оценивается, группируется в темы и ранжируется по приоритетам. Для каждой темы разрабатываются подробные схемы реализации. На этой стадии используются результаты анализа данных о технологических тенденциях и решениях. В нашем случае проведение экспертного семинара позволило выявить источники данных, необходимых для принятия решений на каждом этапе разработки ДК, и совместить методы обработки информации с экспертными знаниями.

Этап 1. Идеи

В рамках специального семинара участники ищут ответы на вопросы: «зачем?», «что?» и «как?», идентифицируя инновационные возможности. Новые пер-

Рис. 1. Общий процесс разработки ДК



Источник: [Phaal et al., 2007].

Рис. 2. Карта возможностей (на основе стратегического ландшафта S-плана)



Примечание: тема (i, j) означает i-ю тему j-го сценария.

Источник: составлено авторами.

спективы возникают в результате «технологического давления» (*technology push*) — поиска сфер применения новых технологий — либо «рыночного притяжения» (*market pull*) — спроса на них со стороны потребителей. Учет долгосрочных изменений расширяет спектр идей для создания прорывных инноваций. В процессе обмена соображениями о новых технологиях и перспективах для бизнеса возникает дискуссия, формируется коллективное знание о внутренней и внешней среде. Представления о внутренней картине, включая претензии потребителей, системные недостатки, проблемы с изготовлением, поставкой и послепродажным обслуживанием продукции, помогают лучше определить текущую рыночную ситуацию, создают понимание слабых мест текущего предложения. Анализ завершенных проектов позволяет совершенствовать стратегии на разных уровнях. Внешняя информация (из патентов, публикаций, СМИ) раскрывает технологические тенденции и потенциал конкурентов. В контексте высокой неопределенности целесообразна разработка сценариев (структура сценарного семинара представлена на рис. 2).

Выявленные инновационные возможности могут быть привязаны к конкретным сценариям либо присутствовать одновременно в нескольких вариантах развития. Для каждого сценария представляется своя карта перспектив.

Для того чтобы визуализировать сценарии и облегчить реализацию инновационных возможностей, формируется «шаблон предложений» (*value proposition canvas*). Графическое отображение действий, ожиданий и предпочтений клиентов способствует адресному удовлетворению их потребностей [Osterwalder et al., 2014].

Этап 2. Выбор

На данной стадии отбираются лучшие из предварительно собранных идей. Предложения, основывающиеся на сходных концепциях и присутствующие в разных сценариях, группируются по темам. Обсуждаются содержание и охват каждой темы. Затем они ранжируются по приоритетам с учетом критериев привлекательности и осуществимости. Специальные экспертные панели разрабатывают технологическую ДК по выбранным те-

мам. Исходя из опыта и знаний, эксперты формируют «картину будущего» для соответствующей темы, оценивают текущее состояние, намечают маршрут, обозначают контрольные точки. В этом процессе исследователи часто сталкиваются с дефицитом информации о технологиях, обусловленным неопределенностью и конвергентностью их развития. Патентный анализ способствует оптимизации планирования, обеспечивая всестороннее понимание технологических тенденций и потенциала конкурентов. Новейшие достижения в области обработки и визуализации данных позволяют эффективно извлекать необходимые сведения из огромных патентных массивов. Возникающие тренды идентифицируются с помощью поиска ключевых слов или концепций. Уровень детализации ДК варьирует в зависимости от имеющихся ресурсов и поставленных целей. На рис. 3 представлена схема семинара (этап 2). Карта в левой части служит для детального планирования отдельных тем, карта справа — для общего планирования работы по интересующим темам.

Этап 3. Планирование

На заключительном этапе рассматривается детальный план работ по приоритетным темам. Технологии оцениваются с позиций важности, срочности, рисков и потенциала. Первый критерий маркирует критичность приобретения конкретной технологии. Его значение будет высоким, если технология укрепит позиции организации и впишется в стратегию развития. Второй показывает, насколько незамедлительно следует приобретать указанную технологию. Третий иллюстрирует степень риска, связанного с ее разработкой и применением. Риск будет неоправданным, если понадобятся дополнительные сложные поддерживающие решения, требующие существенных расходов. Четвертый описывает уровень требуемых компетенций для работы с технологией. Критерии корректируются в зависимости от контекста ДК. Иногда вводятся подкритерии. Экспертные выводы синтезируются с помощью специальных инструментов поддержки принятия решений, таких как модели количественной оценки, аналитические иерархические или сетевые процессы. На этом этапе при необходимости

Рис. 3. Технологическая ДК (на основе тематической карты S-плана)

Тренды Драйверы Политические инициативы	Текущий момент	Краткосрочная перспектива	Среднесрочная перспектива	Долгосрочная перспектива	Тема 1	Текущий момент	Краткосрочная перспектива	Среднесрочная перспектива	Долгосрочная перспектива
Продукты Услуги Системы Функционал					Тема 2				
Технологии					Тема 3				
Катализаторы Вызовы					Тема 4				

Источник: составлено авторами.

организуется анализ данных. Так, мониторинг патентов раскрывает потенциал конкретной технологии, а анализ эффектов — ее значимость. Формируются два портфеля — для приоритизации направлений и разработки плана действий (рис. 4).

Анализ кейса

Контекст

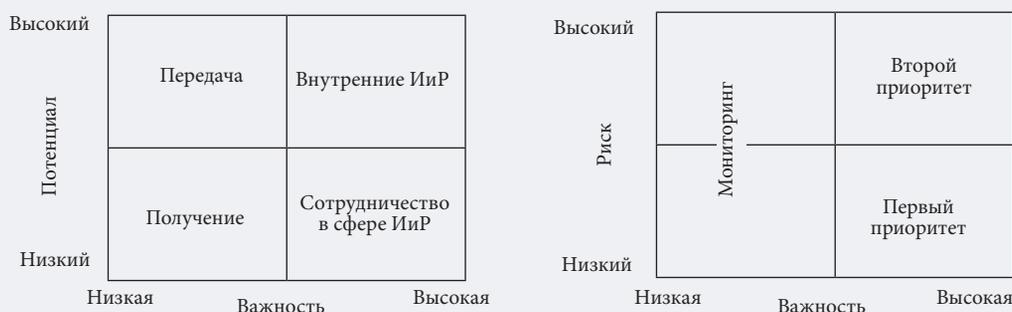
Представленный процесс разработки ДК реализован совместно с южнокорейской компанией Hyundai Motor Company. Автомобильная промышленность столкнулась с серьезными вызовами, связанными со структурным изменением бизнес-ландшафта в результате возникновения шеринг-экономики, распространения экологических автомобилей и новых возможностей для индивидуальной мобильности. Перечисленные факторы повышают риски для традиционных игроков отрасли, но снижают входные барьеры для новых. В поиске инвестиционных и технологических возможностей, стремлении адаптироваться к переменам компании автомобильной индустрии активно разрабатывают

ДК, что делает ее хорошим объектом для кейс-анализа. Исследование длилось два месяца (февраль-март 2018 г.). Рабочая группа предложила процесс, организовала экспертные мероприятия, собрала необходимые данные. Анализировались информационные пробелы и способы их восполнения.

Процесс разработки ДК

Трехэтапная процедура составления карт была осуществлена в рамках двух семинаров. Рабочую группу составили представители Hyundai Motor Company, фокусировавшиеся на разработке технологий для снижения шума, вибрации и жесткости движения автомобилей (*noise, vibration, and harshness, NVH*). Стояла задача создать долгосрочную программу ИиР с учетом значимости отмеченного технологического направления для развития услуг мобильности. В качестве горизонта планирования выбрана перспектива ближайших 10 лет, считающаяся оптимальной для многих организаций [Phaal, Muller, 2009]. Разрабатывался дизайн процесса, составлялись сценарии, идентифицировались возможности, готовились стратегии и планы действий. Анализ

Рис. 4. Портфельная карта для приоритизации (слева) и разработки плана действий (справа)



Источник: составлено авторами.

Табл. 1. Адаптированный процесс разработки ДК

Семинар	Этап	Вклад экспертов	Методы на основе обработки данных (источники данных)
1-й раунд	Идеи	Предложения и инновационные возможности для каждого сценария	Сценарный анализ для выявления трендов (документы государственных организаций и частных компаний)
	Выбор	Группировка возможностей по темам с оценкой привлекательности и реализуемости	Анализ технологических трендов в целевой и смежных областях (патенты и публикации)
2-й раунд	Планирование	Выявление технологий для каждой темы и их оценка по критериям срочности, риска, важности, потенциала	Статистический и портфельный анализ для оценки результатов, сканирование потенциальных партнеров (публикации)

Источник: составлено авторами.

патентов и публикаций выявил краткосрочные возможности, долгосрочные определились в ходе экспертных дискуссий. Адаптированная структура процесса отражена в табл. 1.

В ходе первого семинара (состоялся 9 февраля 2018 г.) обнаружилось новые технологические и рыночные перспективы (этап 1). Участники предварительно подготовили сценарии развития мобильности. Для оценки эффектов от распространения технологий NVH были разработаны пять сценариев по трем направлениям, касающимся транспортных средств: управление, владение и инновации (рис. 5). Для стимулирования дискуссии по каждому сценарию разрабатывались профили клиентов, характеризующие использование ими транспортных средств, а также карта предложения с потребностями и предпочтениями, характерными для разных способов пользования транспортом. Идентифицированы возможности для бизнеса и создания технологий, обоснованы их полезность, содержание и реализуемость. Сходные возможности объединялись и группировались по 18 темам (этап 2). По критериям привлекательности и осуществимости выбраны 11 тем и 46 технологий. Пять из них, обозначенные как общие темы (О-темы), присутствовали в нескольких сценариях. Оставшиеся шесть, при-

вязанные к конкретным сценариям, маркировались как контекстные темы (К-темы).

Изучение тенденций на основе патентов и публикаций позволило составить ландшафт имеющихся технологий внутри сектора и за его пределами (рис. 6). Проанализированы 27 411 статей из базы Scopus, 5988 патентов из репозитория Ведомства по патентам и товарным знакам США (United States Patent and Trademark Office, USPTO), 1181 — Европейского (European Patent Office, EPO) и 329 — Корейского (Korean Patent Office, KPO) патентных ведомств на технологии NVH, опубликованные с января 2016 г. по март 2018 г. По итогам обобщения информации из патентов и публикаций с применением метода LDA² выбраны девять тем (29 подтем). Выявленные связи между темами и результатами анализа данных положены в основу ДК.

Для каждой темы подбирались ключевые слова, выявлялись ключевые документы и организации (табл. 2). Отмечались «горячие» темы, пользующиеся повышенным вниманием, и «холодные», интерес к которым снижается. Маркировка проводилась исходя из динамики числа публикаций и патентов с уникальным содержанием, отражающим прорывной потенциал технологий. Все это позволило определить, какие именно возможности

Рис. 5. Сценарии развития мобильности



² Полное название — Latent Dirichlet Allocation (латентное размещение Дирихле).

Табл. 2. Некоторые результаты тематического анализа (механизмы запираения дверей)

Тема	Механизмы запираения дверей (US-topic5)
Ключевые слова	Положение, привод, запираение, подвижный, рычаг, движение, замок, позиции, защелка, ход
Число документов	589
Главные документы	<ul style="list-style-type: none"> • Блок защелки двигателя с силовым пружинным механизмом запираения/отпираения и функцией плавного открывания (US20170089103A1) • Устройство и способ приведения в действие переключателя или датчика (US20160230427A1) • Поворотная защелка дверцы отсека (US20170218667A1) • Замок автомобильной дверцы (US20160340937A1) • Автомобильная защелка в сборе (US20170306661A1)
<i>Источник: составлено авторами.</i>	

соответствуют основным технологическим тенденциям. Составлен список патентов и публикаций, подлежащих глубокому изучению для оценки каждой темы.

Высказано предположение, что для улучшения автомобильных систем NVH применимы новейшие психоакустические технологии, особенно в отношении О-темы 1. Однако эти темы вышли за рамки компетенций участников, что потребовало дополнительного раунда анализа данных. В Scopus были найдены 1534 публикации на тему психоакустических технологий, изданные с января 2016 г. по март 2018 г. По результатам повторного моделирования LDA выявлены 40 подтем, объединенные в 10 тем. Мы ограничились анализом научных статей, поскольку компания искала партнеров в академических кругах. Идентифицированные связи между 13 технологиями О-темы 1 и 10 темами, сформулированными по итогам обработки данных, дают представление о новых психоакустических технологиях,

применимых в системах NVH. Таким образом, удалось выявить потенциальных партнеров для выполнения ИиР по выбранным темам.

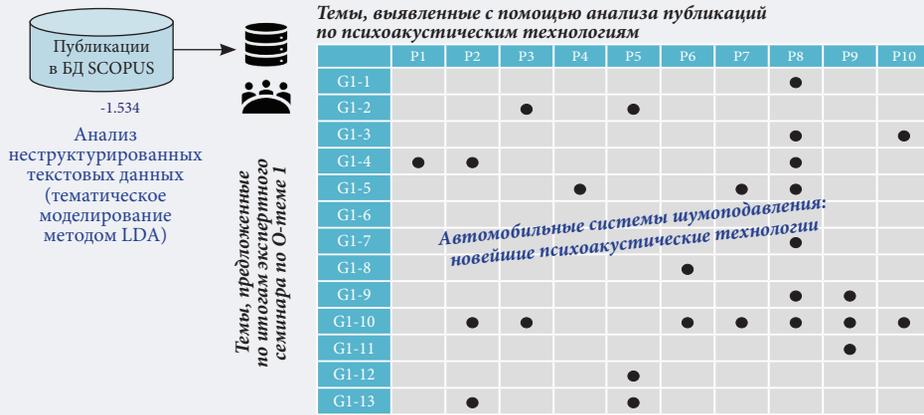
В рамках второго семинара, охватившего этап 3 (состоялся 29 марта 2018 г.), детально обсуждались выбранные темы и соответствующие технологии. Предварительно 46 технологий, отнесенных к 11 темам, оценивались по четырем критериям: срочность, риск, важность и потенциал. Определялась связь между ними с помощью матрицы взаимного влияния. Полученная информация позволила глубже осмыслить темы и технологии, подобрать дополнительные сведения, что оказалось полезным для дискуссий. Учитывая широкий спектр тем, эксперты могли оставлять некоторые вопросы без ответа при нехватке компетенций в отношении тех или иных технологий либо в отсутствие необходимой информации. Результаты оценки технологий (средние значения и стандартное отклонение) и их взаимосвязи использовались для разработки предварительной ДК, подлежавшей обсуждению на втором семинаре (рис. 7, 8).

В ходе данного мероприятия высказывались различные точки зрения, касавшиеся технологий с высоким стандартным отклонением результатов оценки, что позволило достичь консенсуса и скорректировать «черновой» вариант ДК. Подобный драфт можно разрабатывать отдельно для каждой темы либо в обобщенном виде. Поскольку ДК формировалась на уровне рабочей группы, а не организации, на ней разместились все темы и соответствующие технологии (рис. 9). Пять К-тем объединились в одну из-за небольшого числа представленных технологий. В итоге ДК охватила семь тематических уровней и 46 технологий, ранжированных по степени срочности. Связи между ними устанавливались с помощью матрицы перекрестного воздействия, в которой оценки важности представлены для сведения. В ходе анализа драфта ДК определились значения и позиции, подлежащие корректировке. На этом этапе имела возможность добавлять или удалять технологии, однако участники ею не воспользовались.

Рис. 6. Результаты отраслевого тематического анализа



Рис. 7. Результаты тематического анализа за пределами сектора



Источник: составлено авторами.

Рис. 8. Результаты оценки технологий

а) Основные результаты оценки (представлены частично)

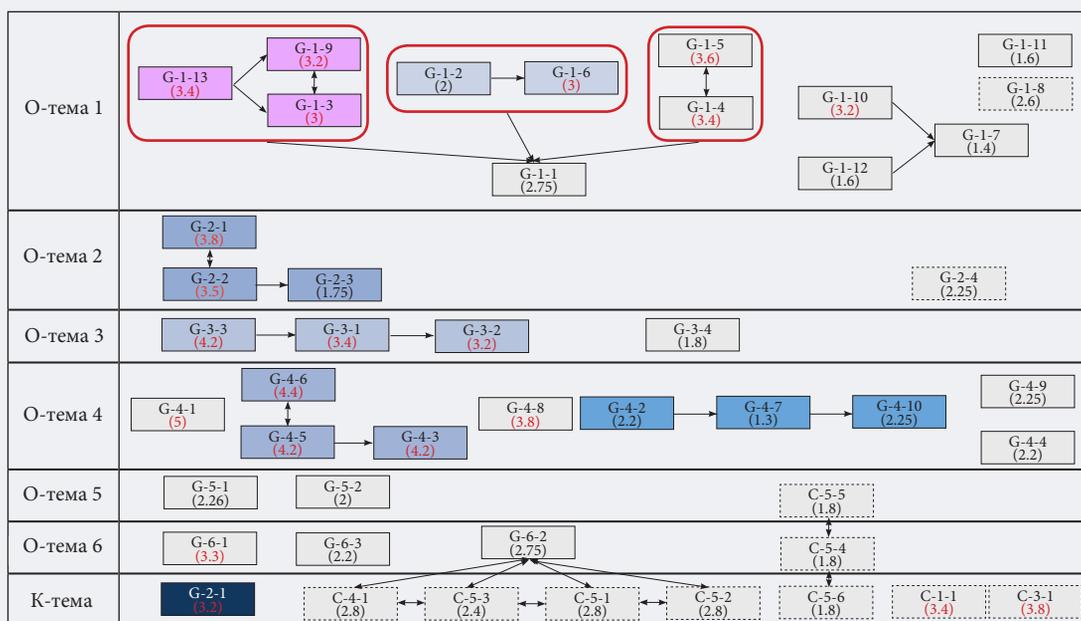
Срочность			Риск, связанный с разработкой			Важность			Технологический потенциал		
Ср. знач.	Ст. откл.	Место	Ср. знач.	Ст. откл.	Место	Ср. знач.	Ст. откл.	Место	Ср. знач.	Ст. откл.	Место
2.75	1.5	24	4	0	2	3.8	0.447213595	9	2.75	1.483239607	7
2	1	37	3.6	0.547722558	6	3.6	0.547722558	15	1.4	0.547722558	40
3	1	19	2.4	0.894427191	35	3.4	0.547722558	25	1.75	1.140175425	30
3.4	1.140175425	10	3.6	0.894427191	6	3.6	0.894427191	15	1.2	0.447213595	45
3.6	0.894427191	8	3	1	21	3.8	0.447213595	9	1.6	1.341640786	36

б) Матрица взаимного влияния технологий (представлена частично)

Индекс	G-1-1	G-1-2	G-1-3	G-1-4	G-1-5	G-1-6	G-1-7	G-1-8	G-1-9	G-1-
G-1-1										
G-1-2	○-----									
G-1-3	-----○	○-----								
G-1-4	○-----	○○○-	○-----							
G-1-5	○-----	○○○-	○-----	○○○-						
G-1-6	○○○-	○○○-	○-----	○-----	○-----					

Источник: составлено авторами.

Рис. 9. Технологическая ДК



Источник: составлено авторами.

Табл. 3. Агрегированные результаты оценки тем

Тема	Срочность			Риск			Важность			Потенциал		
	Среднее	Станд. откл.	Место	Среднее	Станд. откл.	Место	Среднее	Станд. откл.	Место	Среднее	Станд. откл.	Место
О-тема 1	2.74	0.52	10	2.95	0.30	7	3.30	0.22	7	2.01	0.67	7
О-тема 2	2.75	0.68	9	3.60	0.68	1	2.95	0.54	9	1.75	0.85	9
О-тема 3	3.15	0.89	5	2.10	0.52	11	3.55	0.62	4	2.40	0.68	2
О-тема 4	3.26	0.49	3	2.78	0.43	8	3.79	0.43	3	2.15	0.62	6
О-тема 5	2.80	0.57	6	3.20	0.76	3	2.90	1.24	10	2.25	0.87	4
О-тема 6	2.77	0.91	8	3.00	0.91	6	2.73	0.89	11	2.27	0.98	3
К-тема 1	3.40	1.52	2	3.40	1.82	2	4.20	0.45	1	2.00	1.00	8
К-тема 2	3.20	1.10	4	2.20	1.10	10	4.00	1.22	2	3.40	1.67	1
К-тема 3	3.80	1.30	1	2.50	1.73	9	3.40	1.14	6	2.25	1.26	4
К-тема 4	2.80	1.30	6	3.20	1.48	3	3.20	1.10	8	1.25	0.50	11
К-тема 5	2.17	1.48	11	3.20	1.04	3	3.53	0.49	5	1.67	0.53	10

Источник: составлено авторами.

Результаты оценки технологий группировались по темам (табл. 3). Составлены портфельные карты: одна — для определения приоритетов, другая — для подготовки планов действий (рис. 10). В качестве границы зон высоко- и низкоприоритетных тем использовалось среднее значение индекса. Пять из 11 тем (О-темы 1, 3 и 4, К-темы 2 и 3) вошли в четвертый квадрант карты приоритетов, что означает высшую значимость разработки соответствующих технологий. Четыре из этих пяти тем (О-тема 1, О-тема 3, О-тема 4 и К-тема 3) оказались в четвертом квадранте ДК плана действий, и только К-тема 2 попала в первый. Следуя рекомендациям наладить сотрудничество в области ИиР по первым четырем темам, Hyundai Motor Company профинансировала создание совместной научно-промышленной лаборатории, а разработка К-темы 2 осталась на внутреннем ресурсном обеспечении компании.

Дискуссия

Сферы применения метода

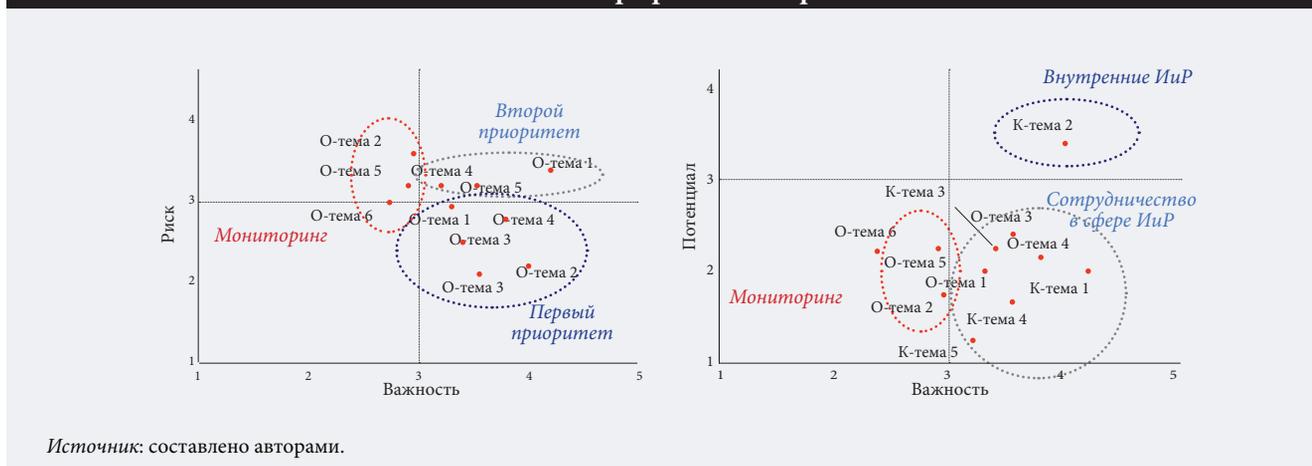
Компании вынуждены действовать в условиях растущей неопределенности ввиду быстроменяющихся

условий бизнеса, обусловленных постоянным появлением прорывных технологий и инновационных бизнес-моделей. В подобном контексте предлагаемый подход особенно полезен, поскольку синтезирует аналитику данных с экспертными знаниями. Последние служат ключом к долгосрочному планированию и формированию реалистичной картины будущего. В свою очередь методы обработки данных позволяют выявлять и приоритизировать возможности инновационного развития, появившиеся благодаря новым прорывным технологиям, помогают обобщать и систематизировать мнения экспертов. В условиях неопределенности эксперты могут иметь различные субъективные мнения об одних и тех же возможностях в зависимости от своих компетенций в предметной области. Для принятия обоснованных решений их знания следует интегрировать с методами, основанными на данных и обеспечивающими объективное представление о технологическом потенциале.

Искажение результатов

Несмотря на полезность сочетания экспертных оценок с методами обработки данных, использовать одновре-

Рис. 10. Портфельные карты



менно несколько подобных инструментов не всегда целесообразно. Сбор и анализ информации требуют колоссальных ресурсных затрат, что замедляет разработку ДК. В контексте неопределенности оперативность этого процесса играет решающую роль, поскольку обеспечивает реализацию краткосрочных инициатив. Следовательно, при составлении ДК важно не только обладать доступом к информации и привлекать высококвалифицированных специалистов, но и четко понимать потребности в анализе данных. Излишняя склонность полагаться на аналитику данных ограничивает творческий потенциал разработчиков ДК для генерации новых идей. Для повышения эффективности проектирования ДК необходимо установить оптимальный уровень глубины работы с данными. Следует учитывать, что потребность в дополнительной информации подразумевает специальные процедуры для отбора надежных источников и аналитических методов, формирования сбалансированного портфеля.

Теоретические выводы

Большинство исследований разработки ДК посвящены либо экспертным семинарам, либо методам обработки данных [Park et al., 2020]. В нашей статье описывается комплексное использование обоих подходов. Консультации с экспертами — важный источник неcodифицированных знаний. Не меньшее значение имеет анализ технологических и рыночных данных, расширяющий спектр возможностей для генерации и оценки идей. Поиск оптимальных путей синтеза обоих инструментов представляется ключевым направлением для исследований разработки ДК.

Практические выводы

Аналитика данных применяется преимущественно для выявления тенденций отраслевых ИиР, идентификации технологий в смежных отраслях, сбора и обобщения мнений экспертов, позволяющих перейти к следующему этапу разработки ДК. Это особенно актуально для повышения качества ДК, учитывая растущую сложность технологического ландшафта, появление прорывных и конвергентных технологий. Вычислительная аналитика служит источником объективной информации, наличие которой повышает эффективность общения экспертов. При этом исключается фактор доминирования какого-либо лица в обсуждении перспектив использования новых технологий. Возможности аналитики данных для повышения качества ДК подлежат дальнейшему изучению.

Замечания по практическому применению

Перед началом разработки ДК важно четко определить сферу ее охвата, цель, подготовить план реализации полученных результатов. Дизайн процесса нуждается в тщательной проработке при ограниченном бюджете

и в условиях применения гибридного подхода, когда одновременно задействуются эксперты и аналитические инструменты. К квалификации и мотивации экспертов также предъявляются высокие требования. Применение шаблонов ДК способствует извлечению и совместному использованию экспертных знаний. Процедура и направления аналитики данных должны планироваться таким образом, чтобы заполнить пробел в знаниях экспертов. В противном случае их не удастся интегрировать в ДК, разработанную в ходе семинара. В целях оптимизации процесса следует также учитывать затраты на анализ каждого типа данных и ожидаемые результаты.

Уроки кейс-анализа

Эксперты сформулировали выводы из опыта реализации прошлых и текущих проектов, а анализ данных привел к появлению реалистичных представлений о деятельности конкурентов и технологиях из других секторов. Аналитика может оказаться полезной для экспертов при условии, что сведения представлены в определенном формате, с надлежащим уровнем детализации. Их эффективную презентацию обеспечивают современные инструменты анализа и визуализации данных. В литературе по компьютерным методам разработки ДК рассматриваются в основном патенты и публикации, применимые для изучения прошлых тенденций. Не менее значимыми источниками информации (о планах конкурентов и др.) оказываются мнения экспертов из сторонних организаций, транслируемые через СМИ, YouTube, LinkedIn и подкасты.

Направления дальнейших исследований

Опыт проведения семинаров указывает на пробелы, которые предстоит устранить в ходе дальнейших исследований. В нашем кейсе аналитика данных выполнялась на уровне рабочей группы по конкретному направлению деятельности. Составление ДК для организации в целом может обусловить другие потребности в информации, которые варьируют в зависимости от контекста — долгосрочное или краткосрочное планирование, разработка продукта, услуги, постановка либо решение проблем, внутренние ИиР, стратегии сотрудничества. Источники данных для разработки ДК носят открытый либо закрытый характер, включая анализ рынка, поставщиков, клиентов, конкурентов, доклады ассоциаций, исследовательских организаций, университетов, консалтинговых компаний, законодательство, научные издания, СМИ, другие карты [Schimpf, Abele, 2019]. Их применимость в разных контекстах подлежит дальнейшему изучению, равно как и подходы к формированию гибридных процессов и методологии разработки ДК³. Эффективность гибридного инструментария может возрасти с появлением механизмов, обеспечивающих системный сбор, совместное использование и уточне-

³ Среди применяемых методов — технологический радар, портфельное моделирование, стратегические карты, сбалансированная система показателей, сценарный анализ, функция качества, технологические карты, модели зрелости, регрессионный анализ и Дельфи-обследования [Schimpf, Abele, 2019].

ние данных разными подразделениями организации [Amati et al., 2020]. Это облегчит интеграцию экспертных и аналитических методов, упростит обновление ДК [Phaal et al., 2004; Lee, Park, 2005]. Следует продолжить исследования по созданию структуры разработки, оценки и совершенствования гибридного процесса. Предстоит решить задачу актуализации ДК путем своевременного обновления. Сбор и анализ данных обеспечивает мониторинг изменения бизнес-среды и появления перспективных технологий. Более пристального рассмотрения заслуживают методы оценки статуса ДК и выбора времени ее корректировки.

Заключение

В статье рассматриваются пути сочетания методов аналитики данных с экспертными знаниями в ходе разработки ДК. Современная бизнес-среда характеризуется высокой неопределенностью. Появление и стремительное развитие прорывных технологий⁴ изменило модели ведения бизнеса. Планирование будущего организациями затрудняется и влиянием труднопредсказуемых социальных изменений, таких как текущая пандемия. Разработка ДК в рамках семинаров позволяет оперативно реагировать на меняющуюся среду, достичь гибкости и четкого видения долгосрочной перспективы при условии восполнения пробелов в экспертных знаниях путем оптимального применения аналитики данных.

В ходе настоящего исследования совместно с Hyundai Motor Company разработана ДК технологического развития автомобильной индустрии на 10-летний период. В фокусе — оценка потребностей экспертов в анализе данных и использования его результатов для принятия решений. Обращение к аналитике стимулировало дискуссии между участниками, обеспечило перспективный подход на этапе генерации идей, позволило учесть разные мнения при подготовке драфта ДК на

стадии выбора технологий, а в случае планирования — выявить отраслевые тенденции, имеющиеся технологии и партнеров из смежных отраслей.

Настоящее исследование вносит вклад в развитие методологии разработки ДК, демонстрирует преимущества гибридного подхода, сочетающего анализ данных и мнения экспертов. Его уникальность и практическая ценность состоят в описании процесса формирования ДК для корпоративных нужд.

Несмотря на это, представленная работа имеет ряд ограничений. Рассмотренный единичный кейс проанализирован применительно к разным контекстам: 1) разработка ДК на уровне рабочей группы; 2) автомобильная промышленность; и 3) Азиатский регион. Потребности в «жестких» данных для создания достоверной ДК могут меняться под влиянием различных факторов, в частности целевого назначения карты, состояния отрасли, организационной (и, возможно, национальной) культуры. Для того чтобы повысить объективную ценность полученных результатов, необходимо продолжить исследования. Большинство выводов базируются на наблюдениях за процессом разработки ДК. При том, что использовался этнографический подход, более значимая информация может быть извлечена из интервью с разработчиками ДК или опросов для оценки организационных потребностей в «жесткой» информации. Для уточнения последних и степени их удовлетворения требуется дополнительный анализ на этапах подготовки к разработке ДК и оценки полученных результатов. Наконец, рассматриваются способы синтеза аналитических и экспертных методов, однако формальной структуры для их интеграции не предложено. Новейшие достижения в области аналитических инструментов наряду с существенным расширением разнообразия источников данных кардинально повлияют на формирование четкого видения перспектив и последующего принятия решений. Эти вопросы будут рассмотрены в ходе дальнейших исследований.

Библиография

- Amati G., Motta V., Vecchiato R. (2020) Roadmapping for innovation management: Evidence from Pirelli. *R&D Management*, 50(4), 462–477. <https://doi.org/10.1111/radm.12398>
- Carvalho M.M., Fleury A., Lopes A.P. (2013) An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(7), 1418–1437. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.11.008>
- Cho C., Lee S. (2014) Strategic planning using service roadmaps. *The Service Industries Journal*, 34(12), 999–1020. <https://doi.org/10.1080/02642069.2014.915951>
- Cho Y., Yoon S.P., Kim K.S. (2016) An industrial technology roadmap for supporting public R&D planning. *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.006>
- Farrukh C., Phaah R., Probert D. (2003) Technology roadmapping: Linking technology resources into business planning. *International Journal of Technology Management*, 26(1), 2–19. [10.1504/IJTM.2003.003140](https://doi.org/10.1504/IJTM.2003.003140)
- Garcia M.L., Bray O.H. (1997) *Fundamentals of technology roadmapping*. Albuquerque, NM: Sandia National Labs.
- Gerdri N. (2007) An analytical approach to building a technology development envelope (TDE) for roadmapping of emerging technologies. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 4(02), 121–135. <https://doi.org/10.1142/S0219877007001004>
- Gerdri N., Assakul P., Vatananan R.S. (2010) An activity guideline for technology roadmapping implementation. *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(2), 229–242. <https://doi.org/10.1080/09537320903498553>

⁴ Таких как автономные автомобили, робототехника, искусственный интеллект, большие данные, интернет вещей, мобильные технологии, виртуальная реальность, блокчейн, финтех, дроны, 3D-печать, цифровое здравоохранение, биомедицина, новые материалы и источники энергии.

- Gerdsri N., Puengrusme S., Vatananan R., Tansurat P. (2019) Conceptual framework to assess the impacts of changes on the status of a roadmap. *Journal of Engineering and Technology Management*, 52, 16–31. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2017.12.001>
- Geum Y., Kim J., Son C., Park Y. (2013) Development of dual technology roadmap (TRM) for open innovation: Structure and typology. *Journal of Engineering and Technology Management*, 30(3), 309–325. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2013.06.001>
- Geum Y., Lee H., Lee Y., Park Y. (2015) Development of data-driven technology roadmap considering dependency: An ARM-based technology roadmapping. *Technological Forecasting and Social Change*, 91, 264–279. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.03.003>
- Geum Y., Lee S., Park Y. (2014) Combining technology roadmap and system dynamics simulation to support scenario-planning: A case of car-sharing service. *Computers & Industrial Engineering*, 71, 37–49. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.02.007>
- Groenveld P. (1997) Roadmapping integrates business and technology. *Research Technology Management*, 40(5), 48–55. <https://doi.org/10.1080/08956308.1997.11671157>
- Jeong Y., Lee K., Yoon B., Phaal R. (2015) Development of a patent roadmap through the Generative Topographic Mapping and Bass diffusion model. *Journal of Engineering and Technology Management*, 38, 53–70. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2015.08.006>
- Jeong Y., Yoon B. (2015) Development of patent roadmap based on technology roadmap by analyzing patterns of patent development. *Technovation*, 39, 37–52. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.03.001>
- Kostoff R.N., Schaller R.R. (2001) Science and technology roadmaps. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(2), 132–143. DOI:10.1109/17.922473
- Lee C., Kim J., Lee S. (2016) Towards robust technology roadmapping: How to diagnose the vulnerability of organisational plans. *Technological Forecasting and Social Change*, 111, 164–175. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.022>
- Lee H., Geum Y. (2017) Development of the scenario-based technology roadmap considering layer heterogeneity: An approach using CIA and AHP. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 12–24. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.016>
- Lee J.H., Kim H.I., Phaal R. (2012) An analysis of factors improving technology roadmap credibility: A communications theory assessment of roadmapping processes. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(2), 263–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.05.003>
- Lee J.H., Phaal R., Lee C. (2011) An empirical analysis of the determinants of technology roadmap utilization. *R&D Management*, 41(5), 485–508. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2011.00657.x>
- Lee S., Kang S., Park Y., Park Y. (2007) Technology roadmapping for R&D planning: The case of the Korean parts and materials industry. *Technovation*, 27(8), 433–445. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.02.011>
- Lee S., Lee S., Seol H., Park Y. (2008) Using patent information for designing new product and technology: Keyword based technology roadmapping. *R&D Management*, 38(2), 169–188. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2008.00509.x>
- Lee S., Park Y. (2005) Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(5), 567–583. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.11.006>
- Lee S., Yoon B., Lee C., Park J. (2009) Business planning based on technological capabilities: Patent analysis for technology-driven roadmapping. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(6), 769–786. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.01.003>
- Linton J.D., Walsh S.T. (2004) Integrating innovation and learning curve theory: an enabler for moving nanotechnologies and other emerging process technologies into production. *R&D Management*, 34(5), 517–526. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2004.00359.x>
- Osterwalder A., Pigneur Y., Bernarda G., Smith A. (2014) *Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want*, New York: John Wiley & Sons.
- Park H., Phaal R., Ho J.Y., O'Sullivan E. (2020) Twenty years of technology and strategic roadmapping research: A school of thought perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 154, 119965. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119965>
- Petrick I.J., Echols A.E. (2004) Technology roadmapping in review: A tool for making sustainable new product development decisions. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(1–2), 81–100. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00064-7](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00064-7)
- Phaal R., Farrukh C., Mitchell R., Probert D. (2003) Starting-up roadmapping fast. *Research-Technology Management*, 46(2), 52–59. <https://doi.org/10.1080/08956308.2003.11671555>
- Phaal R., Farrukh C.J., Probert D.R. (2004) Technology roadmapping — A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(1–2), 5–26. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00072-6](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00072-6)
- Phaal R., Farrukh C.J., Probert D.R. (2007) Strategic roadmapping: A workshop-based approach for identifying and exploring strategic issues and opportunities. *Engineering Management Journal*, 19(1), 3–12. <https://doi.org/10.1080/10429247.2007.11431716>
- Phaal R., Muller G. (2009) An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(1), 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.03.018>
- Schimpf S., Abele T. (2019) How German companies apply roadmapping: Evidence from an empirical study. *Journal of Engineering and Technology Management*, 52, 74–88. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2017.10.001>
- Simonse L.W., Hultink E.J., Buijs J.A. (2015) Innovation roadmapping: Building concepts from practitioners' insights. *Journal of Product Innovation Management*, 32(6), 904–924. <https://doi.org/10.1111/jpim.12208>
- Son H., Kwon Y., Park S.C., Lee S. (2018) Using a design structure matrix to support technology roadmapping for product–service systems. *Technology Analysis & Strategic Management*, 30(3), 337–350. <https://doi.org/10.1080/09537325.2017.1310377>
- Suh J.H., Park S.C. (2009) Service-oriented technology roadmap (SoTRM) using patent map for R&D strategy of service industry. *Expert Systems With Applications*, 36(3), 6754–6772. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.08.062>
- Wells R., Phaal R., Farrukh C., Probert D. (2004) Technology roadmapping for a service organization. *Research-Technology Management*, 47(2), 46–51. <https://doi.org/10.1080/08956308.2004.11671619>
- Yoon J., Kim Y.J., Vonortas N.S., Han S.W. (2019) A moderated mediation model of technology roadmapping and innovation: The roles of corporate foresight and organizational support. *Journal of Engineering and Technology Management*, 52, 61–73. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2017.10.002>
- Yu X., Zhang B. (2019) Obtaining advantages from technology revolution: A patent roadmap for competition analysis and strategy planning. *Technological Forecasting and Social Change*, 145, 273–283. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.10.008>

Перспективы сопроизводства знаний для планирования умной инфраструктуры

Хисаси Мурата ^a

Аспирант, s1940412@jaist.ac.jp

Котаро Накамура ^b

Преподаватель, koutarou@soka.ac.jp

Кунио Сирахада ^a

Доцент, kunios@jaist.ac.jp

^a Японский институт перспективных научно-технологических исследований (Japan Advanced Institute of Science and Technology), Япония, 1-1 Asahidai, Nomi-shi, Ishikawa, 923-1292, Japan

^b Университет Сока (Soka University), Япония, 1-236 Tangimachi, Hachioji-shi, Tokyo, 192-8577, Japan

Аннотация

В статье предложен инструмент картирования сопроизводства знаний, направленный на развитие сотрудничества конкурирующих игроков и формирование согласованной отраслевой стратегии. Он представляет собой адаптацию метода дорожных карт к формированию коллективной базы знаний. Применение этого подхода не ограничивается рамками одной организации, а подразумевает диалог между представителями соперничающих компаний. Процедура сопроизводства знаний с разработкой дорожной карты может быть делегирована открытой отраслевой ассоциации, которая объединяет представителей компаний,

заинтересованных в преодолении ограничений для развития.

Представленный инструмент апробирован Ассоциацией развития инжиниринга Японии (Engineering Advancement Association of Japan, ENAA) при подготовке дорожных карт в области умной социальной инфраструктуры. В результате обмена знаниями сложились общие представления о потенциале умных технологий, доказана эффективность предлагаемого метода для получения знаний, недоступных отдельным компаниям или отраслевым организациям.

Ключевые слова: разработка стратегий; совместное формирование представлений о будущем; дорожные карты; создание знаний; будущее социальной инфраструктуры; умные технологии

Цитирование: Murata H., Nakamura K., Shirahada K. (2021) Knowledge Co-Creation Roadmapping for Future Industrial Visions: Case Study on Smart Infrastructure. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 52–64. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.52.64

Knowledge Co-Creation Roadmapping for Future Industrial Visions: Case Study on Smart Infrastructure

Hisashi Murata^a

PhD Student, s1940412@jaist.ac.jp

Kotaro Nakamura^b

Part-time Lecturer, koutarou@soka.ac.jp

Kunio Shirahada^a

Associate Professor, kunios@jaist.ac.jp

^a Japan Advanced Institute of Science and Technology, 1-1 Asahidai, Nomi-shi, Ishikawa, 923–1292, Japan

^b Soka University, 1-236 Tangimachi, Hachioji-shi, Tokyo, 192–8577, Japan

Abstract

This paper proposes a knowledge co-creation roadmapping tool for knowledge creation in future-oriented discussions for members of competing firms with the aim of co-creatively envisioning the future of the industry. This approach adapts the roadmapping method to knowledge creation, thus building a communication infrastructure for discussing future plans beyond an organization (i.e., participants are from competing companies). Knowledge co-creation roadmapping could be commissioned to an open industry organization consisting of members sent by

individual companies interested in overcoming obstacles to development. We put our method into practice with the subcommittee of the Engineering Advancement Association of Japan and set the subject as “The Future of Smart Social Infrastructure”, a theme involving multiple stakeholders. We were able to draw up a vision of smart technology on the basis of the insights gained through the roadmapping activities. These results demonstrate the effectiveness of our method in terms of acquiring knowledge that could not be obtained by our own company or a single industry organization alone.

Keywords: strategy design; co-creative future design; roadmapping; knowledge creation; future of social infrastructure; smart technologies

Citation: Murata H., Nakamura K., Shirahada K. (2021) Knowledge Co-Creation Roadmapping for Future Industrial Visions: Case Study on Smart Infrastructure. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 52–64. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.52.64

В настоящее время основой для развития социальной инфраструктуры служат такие передовые технологии, как интернет вещей (ИВ), искусственный интеллект (ИИ) и робототехника¹. Для оценки ее «интеллектуального потенциала» (*smartness*) чаще всего применяются модели SCIAM² [Neureiter et al., 2014], RAMI 4.0³ [Zezulka et al., 2016] и SCSP⁴ [Koshizuka et al., 2018; Santana et al., 2018], ключевые задачи которых — распространение перечисленных технологий и унификация методов их внедрения с учетом соответствующих стандартов. Распространение умной социальной инфраструктуры (УСИ) требует всестороннего изучения возможностей интеграции аппаратных систем и программных средств на базе передовых решений и оценки долгосрочного спроса на их функционал. Вовлеченным в этот процесс компаниям рекомендуется выйти за пределы собственной бизнес-модели и формировать стратегии развития с привлечением широкого круга заинтересованных сторон [Smith et al., 2010].

В Японии предприятия, обслуживающие социальную инфраструктуру, объединены в рамках Ассоциации развития инжиниринга (Engineering Advancement Association of Japan, ENAA). Несмотря на конкуренцию между ними, ENAA активно поощряет коммуникации, нацеленные на развитие отрасли. Для этого создан специальный подкомитет по УСИ, члены которого обсуждают долгосрочные тенденции и возможности технологического развития данного направления с точки зрения достижения желаемого образа будущего. Подобные площадки играют важную роль в расширении стратегических горизонтов корпоративного менеджмента и формировании представлений о перспективах отрасли. Однако отсутствие эффективного управления препятствует их нормальному функционированию, поскольку из-за конфликта целей различных игроков имеют место такие факторы, как:

- сокрытие информации (например, идей, представляющих угрозу для конкретной организации) [Serenko, 2019];
- неспособность сосредоточиться на общих задачах [Chambers, 2004];
- ограниченность круга обсуждаемых тем узкими областями специализации, что делает совместную работу бесплодной («никаких идей не появилось») [Shirahada, Hamazaki, 2013].

Перечисленные барьеры для интеграции формализованных и неформализованных знаний участников затрудняют выработку новых идей и согласованной отраслевой стратегии. Способы их преодоления пока мало изучены.

В статье предлагается новый метод составления дорожных карт (ДК) на основе сопроизводства знаний (*knowledge co-creation roadmapping*) для создания коммуникационной инфраструктуры планирования будущего. Метод представляет собой сочетание модели SECI⁵ [Nonaka, 1994], описывающей формирование корпоративной базы знаний, с разработкой ДК.

Обзор литературы

Составление дорожных карт

В ДК исходная информация представлена в виде многослойной хронологической диаграммы, которая сводит различные функции и перспективы организации в обобщенную «стратегическую линзу», отражающую долгосрочную эволюцию бизнеса [Gordon et al., 2020; Phaal et al., 2004]. ДК применяются для выработки национальных, отраслевых или корпоративных стратегий, требующих разной степени детализации [Amer, Daim, 2010; Gordon et al., 2020; Phaal, Muller, 2009]. При этом выявляются незаполненные рыночные, технологические, продуктовые или сервисные ниши [Daim et al., 2018; Daim, Oliver, 2008; Gerdtsri et al., 2009; Hansen et al., 2016; Lee et al., 2013; Sauer et al., 2017; Wells et al., 2004]. Обмен идеями и образами будущего повышает эффективность вовлечения участников в процесс подготовки стратегии [Kerr et al., 2013] и достижения консенсуса между ними [Kerr et al., 2019].

Картирование обычно проходит в четыре этапа: 1) формирование команды, планирование работы; 2) сбор и анализ информации; 3) обобщение данных, составление диаграммы; 4) практическая реализация, оценка результатов [Gerdtsri et al., 2009]. Вторая стадия реализуется в форме семинаров с участием заинтересованных лиц для обмена опытом и создания новых знаний. Из существующего разнообразия форматов диаграмм [Cuhls et al., 2015; Kerr et al., 2012; Lee et al., 2012; Lee, Park, 2005; Yoon et al., 2008] для целей нашей статьи избрана многоуровневая схема, отображающая распределение рынков, продуктов, услуг и технологий на временной шкале [Phaal et al., 2005]. Иллюстрация текущего состояния, желаемого положения дел (цели) и путей его достижения позволяет участникам дискуссии находить оптимальную траекторию.

Эффективность ДК как коммуникационной платформы для обсуждения будущего привлекает внимание исследователей в сфере технологического менеджмента и Форсайта с 2000-х гг. [Gordon et al., 2020]. ДК нашли применение в таких областях, как создание новых продуктов [Petrick, Echols, 2004], прогнозирование прорывных технологий [Phaal et al., 2011; Walsh, 2004],

¹ Социальная инфраструктура включает физическую (здания и оборудование) и программную (технологии связи и управления и т. д.) составляющие. Современные технологические решения направлены на ее оптимизацию и автономизацию за счет повышения «интеллектуальности», а также на формирование новых предложений для пользователей — компаний и физических лиц.

² Smart City Infrastructure Architecture Model — архитектурная модель умной городской инфраструктуры.

³ Reference Architecture for Industry 4.0 — эталонная архитектура для Индустрии 4.0.

⁴ Smart City Software Platform — программная платформа для управления умным городом.

⁵ Socialization, Externalization, Combination, Internalization (социализация — экстернализация — комбинирование — интернализация).

стратегическое управление [Fenwick et al., 2009; Gerdsri, 2007; Gerdsri, Kocaoglu, 2007; Phaal et al., 2006; Toro-Jarrín et al., 2016]. Однако компании недостаточно активны в их разработке, поскольку вынуждены делиться с конкурентами существующими знаниями и совместно создавать новые. Описание процесса генерации знаний посредством составления ДК представлено лишь в одной работе [Phaal et al., 2005]. Исследований, посвященных применению этого процесса в дискуссиях о будущем, а также эмпирических данных о его эффективности нам обнаружить не удалось.

Совместное создание знаний

Модель SECI [Nonaka, 1994] описывает процесс наращивания корпоративной базы знаний на основе соединения формализованных и неявных знаний, их социализации, экстернализации, комбинирования и интернализации. *Социализация* означает агрегирование имплицитных знаний в ходе обмена опытом. *Экстернализация* предполагает их формализацию с помощью языка, изображений и других средств выражения, преобразование в коллективное знание. Последнее на этапе *комбинирования* систематизируется путем взаимной увязки, моделирования и классификации концепций. На стадии *интернализации* кодифицированные знания трансформируются в неформализованные. Согласно модели SECI обмен опытом между участниками обеспечивает развитие общей базы знаний по восходящей спирали. Полученное коллективное знание становится достоянием всей организации и затем в трансформированном виде передается сотрудникам.

Динамическая модель создания знаний [Nonaka et al., 2008; Nonaka, Toyama, 2005] к основным факторам процесса SECI относит формирование представлений о желаемом будущем, постановку целей и задач, интеллектуальные активы и внешнюю среду [Nonaka et al., 2000; Nonaka, Konno, 1998]. Желаемое будущее означает сценарий, в реализации которого заинтересована организация. Цели и задачи заключаются в ориентирах и нормах поведения, способствующих реализации процесса SECI; интеллектуальные активы — приобретенные знания; регулярные коммуникации — основа механизма SECI и генерации знаний; внешняя среда — структурированная экосистема, связывающая компанию с внешними партнерами. Новые знания создаются в ходе взаимодействия организации с внешней средой посредством усвоения (интеграции) и интерпретации циркулирующих в ней знаний. Для обсуждения перспектив УСИ наряду с представлениями о физических объектах необходимы знания другого типа, которые отраслевая ассоциация может получить из внешней среды и соответствующим образом интерпретировать. Подобные дискуссии во многом аналогичны созданию внутренних знаний, так как решают одни и те же задачи. Добровольному обмену информацией и генерации идей способствует комплементарность функций сотрудников [Lakhani, von Hippel, 2003].

Этапы картирования сопроизводства знаний

Предлагаемый метод картирования направлен на активизацию производства знаний организациями и совместную разработку перспективных мер по развитию социальной инфраструктуры. Он реализуется в несколько стадий:

- обмен мнениями и идеями;
- проведение полевых исследований для получения знаний и опыта;
- разработка ДК на их основе;
- подготовка отчета.

Конечная цель процесса — построение проекции желаемого будущего. Остановимся на каждом из этапов подробнее.

Обмен идеями и мнениями. На данном этапе компании направляют представителей на совещание профильного комитета, исходя из организационных целей и задач. При обсуждении плана действий члены подкомитета делятся представлениями о существующих вызовах, декларируют мотивы участия в дискуссии, предложения по конкретным мероприятиям и ожидаемые результаты. Обмен полезными сведениями создает конструктивную атмосферу сотрудничества, способствующую выработке планов и направлений работ.

Обретение знаний и опыта в предметной области. После изучения литературы по согласованным направлениям организуется ознакомительный визит на инфраструктурные объекты. В ходе общения с руководителями и изучения операционных процессов участники приобретают неявные знания. Посещение нескольких локаций позволяет выявить их общие черты и специфику, а серия визитов на один и тот же объект — проанализировать эволюцию деятельности в сторону оптимизации. Для членов подкомитета также организуются лекции, которые транслируют неявные знания в форме личных оценок и суждений экспертов. В ходе подобных презентаций выявляются общие черты и расхождения в позициях специалистов. Расширению пространства знаний и углублению понимания ситуации способствуют активизация полевых исследований, сбор эмпирического материала [Kolb et al., 2001] и синтез экспертных мнений.

Разработка ДК на основе полученных знаний. После посещения объектов участники обсуждают полученную информацию и делают выводы о предполагаемых причинно-следственных связях, трансформируя индивидуальные знания в коллективные. Итоги дискуссий и их интерпретация становятся основой ДК (в нашем случае — применительно к УСИ).

Подготовка отчета. Результаты, достигнутые по каждой теме, синтезируются в отчет. Документация — завершающий этап генерации формализованного специального знания. Оцениваются значимость каждой из тем, их взаимосвязь и согласованность. Отчет предоставляется всем участникам для распространения в компаниях в качестве руководства по созданию нового бизнеса и совершенствованию текущих процессов.

Производство знаний в отраслевых ассоциациях

Построение ДК на основе сопроизводства знаний в терминах модели SECI выглядит следующим образом:

- *социализация*: обмен идеями и пониманием проблем, формулирование планов действий, конкретизация тем;
- *экстернализация*: обсуждение конкретных ситуаций, проблем, причин их возникновения и подходов к устранению;
- *комбинирование*: систематизация причинно-следственных связей и путей решения проблем через разработку ДК;
- *интернализация*: подготовка и представление пользователям отчета о результатах.

В подобном контексте деятельность подкомитета ENAA выглядит следующим образом. Стадия *социализации* подразумевает обмен представлениями о проблеме исходя из официальной информации, знакомство с оценками и суждениями экспертов в формате лекций и совещаний, приобретение компетенций посредством взаимодействия с руководителями инфраструктурных объектов, наблюдение за их работой на местах. На этапе *экстернализации* готовятся индивидуальные меморандумы членов подкомитета и отчет на базе анализа конкретных ситуаций и результатов обсуждения в рабочих группах. *Комбинирование* заключается в систематизации результатов, причинно-следственных связей и практических выводов в рамках избранной схемы. *Интернализация* подразумевает корректировку корпоративной практики в соответствии с неявными знаниями участников о ситуации в компании.

Непрерывное восходящее (спиралевидное) развитие процесса SECI обеспечивается при соблюдении ряда условий:

- учет специфики деятельности отраслевых организаций;
- оценка уровня «интеллектуальности» социальной инфраструктуры исходя из фактической надежности и эффективности;
- осмысление знаний, приобретенных в ходе посещения объектов и коммуникации с экспертами.

Предлагаемая базовая схема процесса SECI нацелена на повышение качества концептуализации и систематизации. Перечисленные аспекты позволяют максимально задействовать уникальные особенности поведения, мышления предпринимателей и инженеров рассматриваемой отрасли, компенсировать их слабые стороны. Перечислим важнейшие составляющие динамической модели производства знаний:

- цель (проекция будущего) — осмысление и концептуализация интеллектуального потенциала социальной инфраструктуры;
- задача — совместная работа по повышению конкурентоспособности каждой компании;
- информационные активы — годовые отчеты, лекционные материалы и официальные публикации;
- формы взаимодействия — ежемесячные совещания подкомитетов и рабочих групп, посещение

объектов, прослушивание лекций и использование онлайн-сервисов (электронная почта, облачные вычисления);

- внешняя среда — сеть компаний и их партнеров, делегировавших представителей в подкомитеты (сама ENAA играет нейтральную роль), обеспечивающая контакты с экспертами и персоналом инфраструктурных объектов, а также доступ к исследованиям, выполненным академическими научными центрами.

Практическое применение метода

Процедура исследования

В соответствии со схемой построения ДК для сектора услуг, предложенной в работе [Wells et al., 2004], упомянутый ранее профильный комитет ассоциации организовал два семинара. На этапе их планирования обсуждались основные вызовы в сфере социальной инфраструктуры. Участники пришли к консолидированному соглашению о главной задаче отрасли, заключающейся в усилении кадрового потенциала технологическими возможностями. В качестве первой темы согласована разработка ДК в области строительства социальной инфраструктуры с применением умных технологий. Вторая ДК была посвящена эксплуатации и техническому обслуживанию готовой социальной инфраструктуры с учетом ее жизненного цикла.

Этапы процесса отражены на рис. 1. Блоки в четырех внешних углах соответствуют базовой структуре разработки ДК [Wells et al., 2004]. В центре — схема составления ДК на основе сопроизводства знаний. Описание этапов этого процесса и их сопоставление со стадиями модели SECI представлены в табл. 1.

Последовательность реализации этапов соответствует движению часовой стрелки. При этом переход от второго пункта к третьему носит итеративный характер и нацелен на уточнение проекции будущего. Движение между первым и четвертым этапами требует перекрестного сравнения и учета различных точек зрения для составления полной картины.

Все четыре этапа можно спроецировать на модель SECI, в отличие от которой построение долгосрочных ДК на основе сопроизводства знаний не ограничивается одной организацией, а включает представителей конкурирующих компаний.

Все участники (максимальным числом 17 человек) входили в подкомитет ENAA и состояли в рабочих группах по соответствующим темам (I и II). Разработке ДК предшествовала лекция эксперта по составлению ДК, посвященная ключевым аспектам и процедурам этого процесса. Далее участники обменялись знаниями о важнейших социальных и технологических тенденциях, извлеченных из литературы либо полученных в ходе посещения объектов и лекций. Затем были собраны и сгруппированы элементы, необходимые для разработки прогноза, включая идеи по поводу смежных технологий, услуг, тенденций социального развития и т. д. Они фиксировались на стикерах и упорядочивались для выявления базовых компонентов.

Табл. 1. Стадии построения ДК на основе сопроизводства знаний

Стадия процесса	Содержание	Соответствующий этап по модели SECI
1. Обмен мнениями	Обмен идеями и пониманием проблемы	Обсуждение ключевых вопросов, определенных на стадии планирования
2. Накопление знаний	Приобретение специальных компетенций	Получение неявных знаний в результате общения с экспертами и посещения изучаемых объектов
3. Совместная выработка образа будущего	Преобразование неявных знаний отдельных участников в коллективные	Выявление причинно-следственных связей в рамках каждой отдельной темы
4. Документирование проекции будущего	Интеграция и формализация коллективных знаний	Подготовка отчета и распространение ДК среди работников организации для ответа на выявленные вызовы

Источник: составлено авторами.

Последние легли в основу матрицы смежных слоев, построенной методом связующей сетки (*linking-grid*). Подобный подход позволил оценить силу взаимосвязи между составляющими и выявить наиболее устойчивые комбинации. Составлена иерархическая схема, иллюстрирующая связи и отношения фрагментов. С помощью ретрополяции социальных и технологических аспектов формировалась проекция будущего и обсуждались возможные решения. Наконец, посредством синтеза результатов прогнозирования и ретрополяции была составлена ДК с временной шкалой.

По теме I процесс разработки занял менее месяца: шесть часов — групповые дискуссии, включая извлечение элементов (два совещания по три часа), и три недели — непосредственное создание ДК. По теме II групповые дискуссии длились два дня, разработка ДК — один день.

Оценка результатов

Для того чтобы проанализировать эффективность составления ДК на основе сопроизводства знаний, по окончании процесса опрашивались все участники — 17 членов подкомитета ($n = 17$), активно вовлеченные в работу на протяжении не менее года (с апреля 2017 г. по март 2020 г.). Анкетирование проводилось в марте 2020 г. по электронной почте, после совещания по итогам 2019 финансового года. Вопросы касались эффективности картирования, объективности оценки самой процедуры и ее результатов.

При оценке *результатов исследования* респонденты выражали общую удовлетворенность знаниями, полученными на начальных и заключительных этапах процесса, — как формализованными (например, отчеты), так и неявными. Изучение *процедуры* формирования ДК на основе сопроизводства знаний продемон-

Рис. 1. Схема построения ДК на основе сопроизводства знаний



стрировало ее вклад в расширение компетентности участников. Измерялся вес каждой составляющей — анализа документов, интервью, полевых исследований и интерпретации результатов. *Объективная оценка* заключалась в измерении достижений по конкретным аспектам составления ДК — процедурам, инструментам, результатам, инициативам. *Эффективность картирования* обсуждалась респондентами с точки зрения полезности, практической ценности и общего вклада в формирование коллективного знания.

Вопросы предварительно кодировались и носили открытый характер. Отношения к утверждениям ранжировались по пятибалльной шкале Лайкерта. Для оценки удовлетворенности участников исследования ответы подвергались статистической обработке, а также первичному и вторичному индуктивному кодированию [Gioia et al., 2013]. Объектом анализа являлись процесс и результаты картирования. Также обсуждалась организационная деятельность профильного комитета. Индивидуальные отзывы формулировались в произвольной форме и обобщались.

Результаты

Дорожная карта как продукт

На рис. 2 приведен пример подробной ДК по теме I — строительство социальной инфраструктуры, разработанной с учетом факторов снижения рождаемости, старения населения в Японии и, как следствие, дефицита человеческих ресурсов. Все 78 элементов,

извлеченных с помощью метода KJ⁶, дифференцировались по трем группам: «Технологии», «Услуги» и «Социальные тенденции».

- к технологиям отнесены сенсорные устройства и средства связи, цифровые помощники, робототехника, ИИ и виртуальные технологии;
- услуги включают систематизацию, эффективность работы (визуализацию), поддержку иностранных работников, женщин и пожилых людей, автоматизацию основных рабочих операций, автоматизацию квалифицированного труда, планирование и эксплуатацию;
- социальные тенденции охватывают оптимизацию человеческих ресурсов, создание базы данных, реформирование стиля работы, вопросы охраны здоровья и техники безопасности.

В результате составления ДК по теме I получены следующие результаты. Спектр услуг на основе ИВ будет расширяться за счет увеличения емкости аккумуляторов, снижения стоимости и уменьшения размеров устройств. Распространение технологий LPWA (low-power wide-area — маломощные сети дальнего радиуса действия), 5G и квазизенитных спутников позволит устранить ограничения связи, обусловленные местоположением. Это приведет к дальнейшему внедрению технологий ИВ, не ограниченных пределами офиса или объекта, а применимых к цепочке поставок в целом. Соответствующие услуги и решения работают на платформе, покрывающей потребности не только

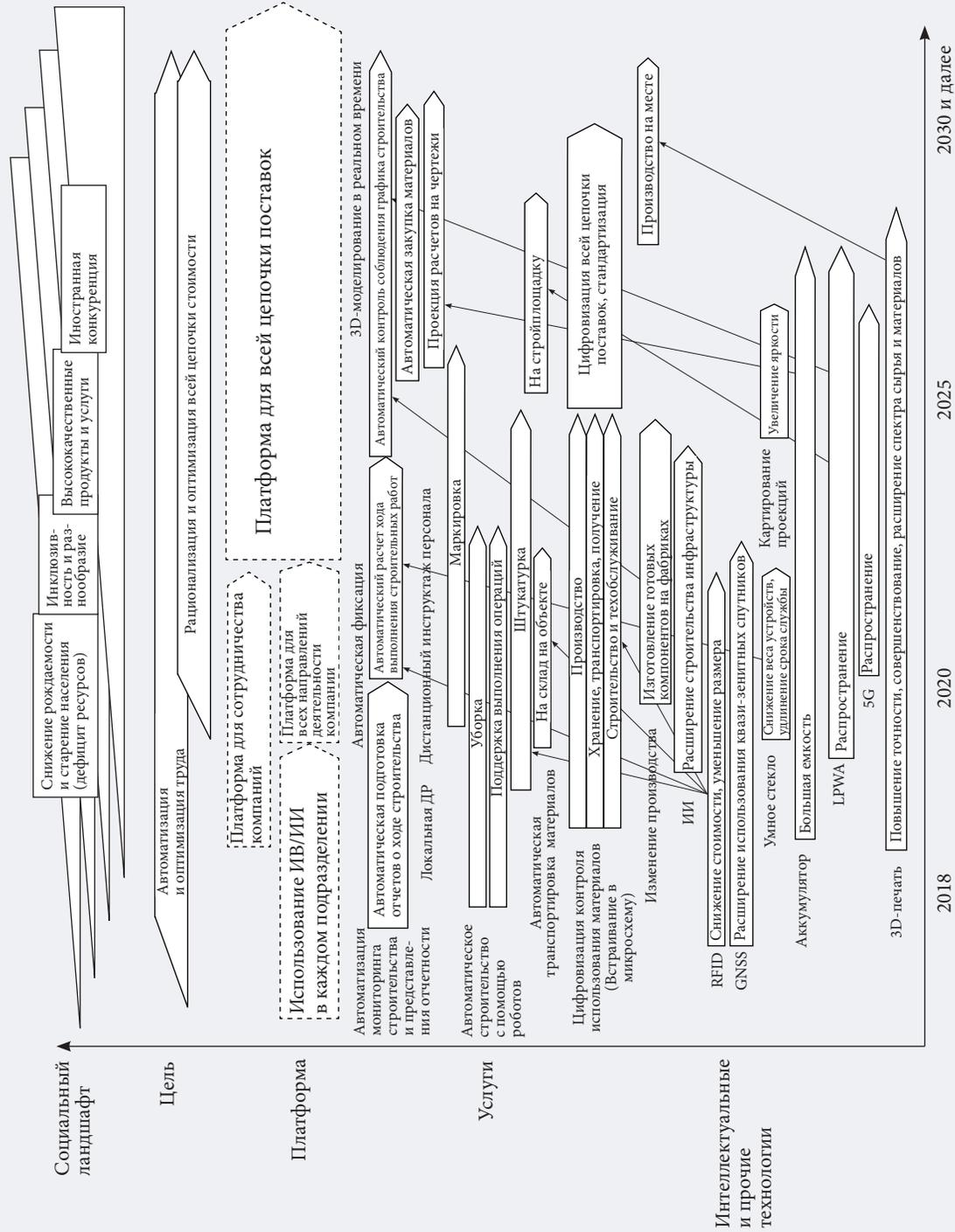
Табл. 2. Карта слоев умной инфраструктуры

Слой	Перспектива		
	Краткосрочная	Среднесрочная	Долгосрочная
I. Социальные аспекты, проекции будущего, политика	Снижение рождаемости и старение населения, Общество 5.0, Индустрия 4.0, Цели устойчивого развития, износ инфраструктуры	Кадровый дефицит, национальная устойчивость, монетизация для достижения социальных и региональных целей	Сверхстареющее общество, экспорт интеллектуальных инфраструктур
II. Решения, услуги	Социальное обеспечение одиноких людей, обмен знаниями с престарелыми, обслуживание изношенной инфраструктуры, служба энергосбережения и использования возобновляемых источников энергии	Умный дом, автоматизированные кассы, профилактическое техобслуживание, подписные бизнес-модели	Услуги по запросу (например, транспорт), водородная экономика
III. Организации, рабочие процедуры	Межведомственное взаимодействие, государственно-частное партнерство, концессионные механизмы, ведущая роль местных органов власти	Цифровизация государственного управления, интеграция уровней	Пересмотр правил, мегаполисы
IV. Данные, информация, программная инфраструктура	Облачные вычисления, специализированные платформы, голосовой ввод	Совершенствование анализа больших данных, удаленная работа	Сотрудничество всех платформ, виртуальные близнецы
V. Физическая инфраструктура, информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), оборудование	Беспроводные локальные сети (в любом месте), интеллектуальные счетчики (датчики, подключенные к ИВ)	Сети 5G, модернизация оборудования	Новое оборудование (например, для беспилотного транспорта)
VI. Умные технологии (обычные ИКТ + сенсоры, ИВ, ИИ, удаленная телекоммуникация)	5G, неразрушающий контроль, технология анализа данных, ИВ (сенсоры), дроны, виртуальная и дополненная реальность, кибербезопасность	Прикладной программный интерфейс ИИ, блокчейн, робототехника (например, для контроля инфраструктуры)	Космические солнечные энергосистемы

Источник: составлено авторами.

⁶ Названная по имени создателя Дзиро Кавакиты (Jiro Kawakita) техника систематизации субъективных мнений участников дискуссии.

Рис. 2. Подробная ДК строительства инфраструктуры



Источник: составлено авторами.

Рис. 3. Анализ ответов на открытые вопросы о результатах исследования

Анализ первого порядка	Анализ второго порядка
<ul style="list-style-type: none"> • Знание новейших тенденций • Осведомленность о результатах углубленных исследований конкретных ситуаций • Корректировка собственных представлений • Получение в ходе лекций и ознакомительных визитов информации, ранее неизвестной компании • Стимулы, которых не предлагает компания 	→ Получение знаний
<ul style="list-style-type: none"> • Направление развития страны, вызовы, стоящие перед отдельным муниципалитетом, концепция реагирования на них • Горизонтальная интеграция плана как серьезный вызов 	→ Проблемы интеллектуальной инфраструктуры
<ul style="list-style-type: none"> • Дефицит времени для формирования и уточнения образа желаемого будущего • Низкая дискуссионная активность в отношении темы 	→ Углубленные исследования и аналитическая деятельность
<ul style="list-style-type: none"> • Сбор и изучение материалов перед ознакомительными визитами • Разработка ДК по развитию перспективных технологий • Исследования на постоянной основе 	→ Задачи для углубленных исследований

Примечание: ответы представлены в виде концептуальных терминов и репрезентативных текстовых данных.
Источник: составлено авторами.

конкретной компании, но и всей цепочки стоимости, способствуя общей рационализации бизнеса. В табл. 2 приведен пример многослойной карты, подготовленной по теме II.

Выявление элементов и формирование соответствующих иерархий выполнялись руководителями рабочих групп с использованием ключевых слов, определенных участниками исследования исходя из анализа конкретных ситуаций. В левом столбце табл. 1 представлена логическая иерархическая ось, положение элементов на которой соответствует инфраструктурным иерархиям умных мегаполисов и «супергородов».

С помощью метода связующей сетки показано, что репрезентативные составляющие слоя IV, включая облачные вычисления и платформы, можно соединить с элементами ИВ, ИИ и робототехники (слои V и VI) и обслуживанием изношенной инфраструктуры (слои II и III). Связанность компонентов «профилактического обслуживания» и «государственно-частного партнерства» будет учтена при разработке более подробных ДК.

Эффекты синтеза производства знаний с разработкой дорожных карт

Результаты анализа ответов на открытые вопросы представлены на рис. 3. Выявлены следующие концептуальные термины: «получение знаний», «вызовы для

интеллектуальной инфраструктуры», «углубленные исследования» и «задачи углубленных исследований». Для извлечения первого из упомянутых терминов использовались по два атрибута репрезентативных текстовых данных, относящихся соответственно ко второму и третьему терминам, и три — к четвертому.

Применение системного подхода в нашем исследовании дало возможность участникам приобрести новые знания с прояснением образа будущего. Их коммуникации с руководителями инфраструктурных объектов и экспертами позволили уточнить вызовы, сопутствующие развитию интеллектуальной инфраструктуры, определить поведенческие и ментальные характеристики предпринимателей и инженеров (рис. 4). Подобных результатов не удалось бы добиться, ограничившись лишь анализом опубликованной литературы. Таким образом, на высокий уровень удовлетворенности процессом повлияло преимущественно приобретение знаний и опыта в ходе полевых исследований. Однако обмен информацией и соображениями сдерживается неодинаковыми (не всегда развитыми) способностями экспертов выражать свою точку зрения. Сохраняются перспективы совершенствования процессов и инструментария. Для максимизации эффекта картирования следует уделить первоочередное внимание извлечению и формализации неявных знаний, несмотря на временные затраты.

Рис. 4. Анализ ответов на открытые вопросы о процессе исследования

Анализ первого порядка	Анализ второго порядка
Получение в ходе полевых исследований уникальной информации, недоступной из официальных источников	→ Полезность посещения объектов и экспертных лекций
Постепенное налаживание обмена ценным контентом между членами в течение 3–4 лет в рамках совместных исследований	→ Постепенное овладение процессом
Низкая способность выразить полученные знания	→ Недостаточная репрезентация

Источник: составлено авторами.

Табл. 3. Дескриптивная статистика результатов опроса

Переменная	Среднее значение	Стандартное отклонение	95% доверительный интервал		Минимальное значение	Максимальное значение
			Нижний предел	Верхний предел		
(1) Результаты исследования	4.247	0.738	3.896	4.598	2	5
(2) Процесс исследования	4.441	0.669	4.123	4.759	2	5
(3–1) Объективная оценка: процесс	4.00	0.707	3.66	4.34	2	5
(3–2) Объективная оценка: инструментарий (программное обеспечение и др.)	4.29	0.588	4.01	4.57	3	5
(3–3) Объективная оценка: результаты	3.961	0.848	3.56	4.36	1	5
(3–4) Объективная оценка: инициатива	4.147	0.821	3.76	4.54	3	5
(4–1) Методология и эффективность картирования: важность процесса	4.53	0.514	4.29	4.77	4	5
(4–2) Методология и эффективность картирования: эффективность инструментария	4.382	0.652	4.072	4.692	3	5
(4–3) Методология и эффективность картирования: получение коллективного знания	4.029	0.674	3.709	4.35	3	5

Источник: составлено авторами.

Общая оценка процесса разработки ДК на основе сопроизводства знаний

Описательная статистика, приведенная в табл. 3, позволяет обобщить средние значения оценок процесса, инструментов и результатов картирования. Значимость процедур (индекс 4–1) имеет наивысший показатель среди всех переменных. Удовлетворенность исследованием также получила высокий балл (с позиций индивидуальных отзывов (2) и объективности (3–1)), что подтверждает эффективность используемого метода. Вместе с тем значение индивидуальной удовлетворенности оказалось ниже объективных оценок, прежде всего в подкомпоненте «инициатива» (3–4), что ставит вопрос о необходимости совершенствования процесса.

Эффективность (4–2) и объективная оценка (3–2) инструментария исследования получили высокие значения. При этом во втором случае баллы ниже, следовательно, по мнению респондентов, инструментарий можно использовать более продуктивно. О необходимости его совершенствования свидетельствует и тот факт, что инструментарий получил более низкие оценки по сравнению с процессом.

Объективная оценка результатов (3–3) отмечена самыми низкими баллами среди всех переменных, несмотря на высокие показатели для результатов исследования (1) и выработки коллективного знания (4–3). Ситуацию с составляющими, получившими невысокие оценки, можно исправить за счет совершенствования процесса и инструментария картирования.

Высокие оценки большинства переменных подтверждают результативный вклад сопроизводства знаний в разработку ДК применительно к сфере социальной инфраструктуры, а его модернизация требует доработки упомянутых аспектов.

Обсуждение

Теоретические выводы

Разработка ДК по направлению I (формирование социальной инфраструктуры с учетом мер по наращиванию ресурсов, комплементарных трудовым) отражает вклад различных факторов в оптимизацию производительности рассматриваемого направления. К ним относятся снижение стоимости устройств, увеличение емкости аккумуляторов, преодоление коммуникационных ограничений (например, использование автоматизации на всей территории офиса или объекта). Оптимизация переходит с локального уровня (отдельно взятый офис или строительная площадка) на глобальный, охватывая всю цепочку поставок. ДК по направлению II (эксплуатация и обслуживание) продемонстрировала возможности повышения «интеллектуальности» социальной инфраструктуры на основе облачного и платформенного программного обеспечения. Прежний опыт составления ДК в области социальной инфраструктуры ограничивался преимущественно разработкой технологий [Daim, Oliver, 2008; Lee et al., 2013]. Новизна предпринятого исследования заключается в том, что в результате обмена соображениями, взаимного обогащения знаниями и опытом в ходе полевых исследований, изучения контекста, в котором используются технологии, доказана продуктивность метода ДК в оценке социальных факторов, определяющих перспективы рассматриваемого технологического направления.

Большинство участников обследования признали значимость и эффективность сопроизводства знаний применительно к разработке ДК. При том что этот процесс уже рассматривался [Phaal et al., 2005], ранее он не касался практики отраслевых организаций в контексте взаимодействия с конкурентами.

Традиционными факторами, ограничивающими эффективность дискуссии о будущем, выступают недальновидность [Smith et al., 2010] и неготовность обмениваться знаниями с другими игроками отрасли [Serenko, 2019]. Предлагаемый нами подход, основанный на теории создания знаний в организации [Nonaka, 1994], рассчитан на преодоление подобной тенденции. Возможность приобретения новых компетенций делает его весьма эффективным для проведения Форсайт-исследований по совместной разработке долгосрочных отраслевых стратегий.

Как показали ответы на открытые вопросы, удовлетворенность картированием обусловлена в первую очередь приобретением компетенций в ходе посещения инфраструктурных объектов. Это свидетельствует о значимости обмена опытом для коллективного усвоения неявных знаний, в том числе о реальных проблемах и настроениях людей, а также стимулирования сотрудничества на данной основе. Данный фактор является действенным механизмом преодоления проблем в процессе создания знаний в открытых (отраслевых) организациях, включая разногласия между участниками дискуссий [Chambers, 2004] и продуктивную организацию совещаний.

Практические выводы

Разработка ДК на основе сопроизводства знаний представляется эффективным инструментом для компаний из зрелых секторов, испытывающих растущее давление со стороны передовых цифровых технологий и новых участников рынка. ENAA потребовалось три года, чтобы освоить и использовать данный метод для разработки серии тематических ДК. Опыт ассоциации в применении рассматриваемого подхода может оказаться полезным и для других отраслевых объединений. Это касается, например, организации обмена мнениями между участниками исследования и получения знаний, отличных от накопленного секторального опыта, как первого шага к налаживанию эффективного распространения информации и практическому применению картирования. Кроме того, данный метод позволит сгладить негативное влияние поведенческих и ментальных паттернов лиц, принимающих решения, за счет диалогов с местными руководителями во время визитов на объекты и с экспертами на лекциях. Продуктивным может оказаться проведение вводного курса, знакомящего с основными принципами и механизмами составления ДК.

Предвзятость в отношении описанного метода может объясняться сложившимися поведенческими и ментальными установками предпринимателей и инженеров отрасли. В процессе картирования участники склонны предлагать конкретные практические

решения, базирующиеся скорее на личном опыте, чем на абстрактных представлениях. Ответы на открытые вопросы показывают, что сопроизводство знаний позволяет преодолеть указанные установки, в частности, благодаря диалогу с заинтересованными сторонами в ходе посещения объектов и на лекциях.

Заключение

С развитием концепции «умного города» инфраструктурным компаниям, действующим в области строительства (индустриального и т. д.), следует выйти за рамки внутренних представлений и планировать будущее развитие отрасли, исходя из коллективных интересов всех ее участников. На примере ENAA, объединяющей группу инфраструктурных компаний, проанализирована роль разработки ДК в коллективном производстве знаний и формировании согласованного образа будущего.

Исследовательская группа разработала две ДК, намекающие перспективы повышения «интеллектуальности» инфраструктуры. Согласована базовая схема нового типа инфраструктуры. С помощью новых методов иерархического дизайна и анализа временных рядов визуализирована ее ожидаемая роль, отражающая специфику инфраструктурного бизнеса. Результаты исследования обогащают базу знаний предпринимателей и инженеров, связанных с проектированием и обслуживанием умных городов и региональной инфраструктуры.

Разработку ДК на основе сопроизводства знаний [Nonaka, 1994] целесообразно делегировать открытой отраслевой ассоциации, члены которой заинтересованы в преодолении ограничений для развития. Эффективность усвоения неявных знаний при посещении инфраструктурных объектов и экспертных лекций и их трансформация в коллективное достояние зависят от индивидуальных характеристик участников. Для оптимизации процесса составления ДК и использования его результатов необходим более простой инструментарий, который стимулировал бы обмен знаниями между участниками. Последующие углубленные исследования позволят решить эту задачу.

Построение ДК на основе сопроизводства знаний позволяет отраслевым организациям планировать будущее, преодолевая социальные проблемы, для решения которых недостаточно одних только узкоотраслевых компетенций. Полученные нами результаты иллюстрируют продуктивность метода при совместном планировании деятельности, в том числе в контексте устойчивого развития умных городов, так как эти вопросы требуют всеобъемлющей координации действий разных игроков. Дальнейшие исследования позволят оценить применимость рассматриваемого инструментария в других областях.

Библиография

- Amer M., Daim T.U. (2010) Application of technology roadmaps for renewable energy sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(8), 1355–1370. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.05.002>.
- Chambers S. (2004) Behind Closed Doors: Publicity, Secrecy, and the Quality of Deliberation. *Journal of Political Philosophy*, 12(4), 389–410. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9760.2004.00206.x>
- Cuhls K., de Vries M., Li H., Li L. (2015) Roadmapping: Comparing cases in China and Germany. *Technological Forecasting and Social Change*, 101, 238–250. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.03.008>.
- Daim T.U., Oliver T. (2008) Implementing Technology Roadmap Process in the Energy Services Sector: A Case Study of a Government Agency. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(5), 687–720. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.04.006>
- Daim T.U., Yoon B.S., Lindenberg J., Grizzi R., Estep J., Oliver T. (2018) Strategic Roadmapping of Robotics Technologies for the Power Industry: A Multicriteria Technology Assessment. *Technological Forecasting and Social Change*, 131, 49–66. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.006>.
- Fenwick D., Daim T.U., Gerdri N. (2009) Value Driven Technology Road Mapping (VTRM) Process Integrating Decision Making and Marketing Tools: Case of Internet Security Technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(8), 1055–1077. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.04.005>
- Gerdri N. (2007). An Analytical Approach to Building a Technology Development Envelope (TDE) for Roadmapping of Emerging Technologies. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 4(2), 121–135. <https://doi.org/10.1109/picmet.2005.1509682>
- Gerdri N., Kocaoglu D.F. (2007) Applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Build a Strategic Framework for Technology Roadmapping. *Mathematical and Computer Modelling*, 46(7–8), 1071–1080. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2007.03.015>
- Gerdri N., Vatananan R.S., Dansamasatid S. (2009) Dealing With the dynamics of Technology Roadmapping Implementation: A Case Study. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(1), 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.03.013>
- Gioia D.A., Corley K.G., Hamilton A.L. (2013) Seeking Qualitative Rigor in Inductive Research. *Organizational Research Methods*, 16(1), 15–31. <https://doi.org/10.1177/1094428112452151>
- Gordon A.V., Ramic M., Rohrbeck R., Spaniol M.J. (2020) 50 Years of Corporate and Organizational Foresight: Looking Back and Going Forward. *Technological Forecasting and Social Change*, 154, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119966>
- Hansen C., Daim T., Ernst H., Herstatt C. (2016) The Future of Rail Automation: A Scenario-Based Technology Roadmap for the Rail Automation Market. *Technological Forecasting and Social Change*, 110, 196–212. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.12.017>
- Kerr C., Farrukh C.J.P., Phaal R., Probert D.R. (2013) Key Principles for Developing Industrially Relevant Strategic Technology Management Toolkits. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(6), 1050–1070. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.006>
- Kerr C., Phaal R., Probert D.R. (2012) Cogitate, Articulate, Communicate: The Psychosocial Reality of Technology Roadmapping and Roadmaps. *R&D Management*, 42(1), 1–13. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2011.00658.x>
- Kerr C., Phaal R., Thams K. (2019) Customising and Deploying Roadmapping in an Organisational Setting: The LEGO Group Experience. *Journal of Engineering and Technology Management*, 52, 48–60. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2017.10.003>
- Kolb D.A., Boyatzis R.E., Mainemelis C. (2001) Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions. In: *Perspectives on Thinking, Learning, and Cognitive Styles* (eds. R.J. Sternberg, L. Zhang), New York: Routledge, pp. 227–248. <https://doi.org/10.4324/9781410605986-9>
- Koshizuka N., Haller S., Sakamura K. (2018) CPaaS.io: An EU — Japan Collaboration on Open Smart City Platforms. *Computer*, 51(12), 50–58. <https://doi.org/10.1109/MC.2018.2880019>
- Lakhani K., von Hippel E. (2004) How Open Software Works: “Free” User-to-User Assistance. In: *Produktentwicklung mit virtuellen Communities* (eds. C. Herstatt, J.G. Sander), Wiesbaden: Gabler Verlag, pp. 923–943. https://doi.org/10.1007/978-3-322-84540-5_13
- Lee J.H., Kim H., Phaal R. (2012) An Analysis of Factors Improving Technology Roadmap Credibility: A Communications Theory Assessment of Roadmapping Processes. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(2), 263–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.05.003>
- Lee J.H., Phaal R., Lee S.-H. (2013) An Integrated Service-Device-Technology Roadmap for Smart City Development. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(2), 286–306. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.020>
- Lee S., Park Y. (2005) Customization of Technology Roadmaps According to Roadmapping Purposes: Overall Process and Detailed Modules. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(5), 567–583. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.11.006>
- Neureiter C., Rohjans S., Engel D., Dănekas C., Uslar M. (2014) *Addressing the Complexity of Distributed Smart City Systems by Utilization of Model Driven Engineering Concepts*. Paper presented at the VDE-Kongress, Frankfurt am Main, 1–6 October 2014. <https://doi.org/10.13140/2.1.3776.8646>
- Nonaka I. (1994) A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. *Organization Science*, 5(1), 14–37. <https://doi.org/10.1287/orsc.5.1.14>
- Nonaka I., Konno N. (1998) The Concept of “Ba”: Building a Foundation for Knowledge Creation. *California Management Review*, 40(3), 40–54. <https://doi.org/10.2307/41165942>
- Nonaka I., Toyama R. (2005) The Theory of the Knowledge-Creating Firm: Subjectivity, Objectivity and Synthesis. *Industrial and Corporate Change*, 14(3), 419–436. <https://doi.org/10.1093/icc/dth058>
- Nonaka I., Toyama R., Hirata T. (2008) *Managing Flow: A Process Theory of the Knowledge-Based Firm*, London: Palgrave MacMillan. <https://doi.org/10.1057/9780230583702>
- Nonaka I., Toyama R., Konno N. (2000) SECI, Ba and Leadership: A Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. *Long Range Planning*, 33(1), 5–34. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(99\)00115-6](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(99)00115-6)
- Petrack I.J., Echols A.E. (2004) Technology Roadmapping in Review: A Tool for Making Sustainable New Product Development Decisions. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(1–2), 81–100. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00064-7](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00064-7)
- Phaal R., Farrukh C.J.P., Probert D.R. (2004) Technology Roadmapping — A Planning Framework for Evolution and Revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(1–2), 5–26. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00072-6](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00072-6)
- Phaal R., Farrukh C.J.P., Probert D.R. (2005) Developing a Technology Roadmapping System. In: *Proceedings of the PICMET2005 Conference, Portland, OR, USA, 31 July — 4 August 2005*, Portland, OR: Portland International Center for Management of Engineering and Technology, pp. 99–111. <https://doi.org/10.1109/picmet.2005.1509680>

- Phaal R., Farrukh C.J.P., Probert D.R. (2006) Technology Management Tools: Concept, Development and Application. *Technovation*, 26(3), 336–344. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2005.02.001>
- Phaal R., Muller G. (2009) An Architectural Framework for Roadmapping: Towards Visual Strategy. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(1), 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.03.018>
- Phaal R., O'Sullivan E., Routley M., Ford S., Probert D.R. (2011) A Framework for Mapping Industrial Emergence. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2), 217–230. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.018>
- Santana E.F.Z., Chaves A.P., Gerosa M.A., Kon F., Milojicic D.S. (2018) Software Platforms for Smart Cities. *ACM Computing Surveys*, 50(6), 1–37. <https://doi.org/10.1145/3124391>
- Sauer A., Thielmann A., Isenmann R. (2017) Modularity in Roadmapping — Integrated Foresight of Technologies, Products, Applications, Markets and Society: The Case of “Lithium Ion Battery LIB 2015.” *Technological Forecasting and Social Change*, 125, 321–333. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.017>
- Serenko A. (2019) Knowledge Sabotage as an Extreme Form of Counterproductive Knowledge Behavior: Conceptualization, Typology, and Empirical Demonstration. *Journal of Knowledge Management*, 23(7), 1260–1288. <https://doi.org/10.1108/JKM-01-2018-0007>
- Shirahada K., Hamazaki K. (2013) Trial and Error Mindset of R&D Personnel and Its Relationship to Organizational Creative Climate. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(6), 1108–1118. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.005>
- Smith N.C., Drumwright M.E., Gentile M.C. (2010) The New Marketing Myopia. *Journal of Public Policy & Marketing*, 29(1), 4–11. <https://doi.org/10.1509%2Fjppm.29.1.4>
- Toro-Jarrín M.A., Ponce-Jaramillo I.E., Güemes-Castorena D. (2016) Methodology for the of Building Process Integration of Business Model Canvas and Technological Roadmap. *Technological Forecasting and Social Change*, 110, 213–225. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.01.009>
- Walsh S.T. (2004) Roadmapping a Disruptive Technology: A Case Study: The Emerging Microsystems and Top-Down Nanosystems Industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(1–2), 161–185. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2003.10.003>
- Wells R., Phaal R., Farrukh C., Probert D. (2004) Technology Roadmapping for A Service Organization. *Research-Technology Management*, 47(2), 46–51. <https://doi.org/10.1080/08956308.2004.11671619>
- Yoon B., Phaal R., Probert D.R. (2008) Morphology Analysis for Technology Roadmapping: Application of Text Mining. *R&D Management*, 38(1), 51–68. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2007.00493.x>
- Zezulka F., Marcon P., Vesely I., Sajdl O. (2016) Industry 4.0 — An Introduction in the Phenomenon. *IFAC-PapersOnLine*, 49(25), 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.12.002>

Гибкая разработка дорожных карт как адаптивный подход к технологическому Форсайту

Оуэн О’Салливан

Директор, Центр научно-технологической и инновационной политики
(Centre for Science, Technology & Innovation Policy), eo252@cam.ac.uk

Роб Фааль

Научный руководитель, Центр технологического менеджмента (Centre for Technology Management), rp108@cam.ac.uk

Кембриджский университет (University of Cambridge), Великобритания, 17 Charles Babbage Rd, Cambridge CB3 0FS, UK

Чарльз Фезерстон

Руководитель направления «Исследования будущего» (Head of Futures), charles.r.featherston@gmail.com

Управление науки Правительства Великобритании (UK Government Office of Science),
10 Victoria Street, London, SW1H 0NN, UK

Аннотация

Технологические дорожные карты традиционно рассматриваются как один из ключевых инструментов Форсайта для разработки политики в области науки, технологий и инноваций. Однако интеграция результатов Форсайт-проектов в стратегии организаций и компаний остается ограниченной. В статье предлагается метод совершенствования дорожных карт, повышающий качество и достоверность их содержания и способный существенно расширить их влияние на принятие стратегических решений. Анализируются возможности использования методологии дорожных карт для учета сложных аспектов инновационной системы или

отрасли при разработке стратегии развития. В модернизированных дорожных картах появляется возможность охватить в целостности колоссальный массив релевантных данных, проработать их в итеративном и гибком режиме с применением новых визуальных приемов. Обнаруживаются важные пробелы в знаниях, потенциальные источники ошибок и риски попадания в «эффект колеи», открываются возможности для своевременного осмысления возникающих технологических траекторий. Предлагаются направления дальнейших исследований для корректировки рассматриваемого подхода, обеспечения гибкости Форсайт-процессов.

Ключевые слова: технологические дорожные карты; методология Форсайта; новая технологическая стратегия; научно-технологическая и инновационная политика

Цитирование: O’Sullivan E., Phaal R., Featherston Ch. (2021) Agile Roadmapping: An Adaptive Approach to Technology Foresight. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 65–81. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.65.81

Agile Roadmapping: An Adaptive Approach to Technology Foresight

Eoin O’Sullivan

Director, Centre for Science, Technology & Innovation Policy, eo252@cam.ac.uk

Rob Phaal

Director of Research, Centre for Technology Management, rp108@cam.ac.uk

University of Cambridge, 17 Charles Babbage Rd, Cambridge CB3 0FS, UK

Charles Featherston

Head of Futures, charles.r.featherston@gmail.com

UK Government Office of Science, 10 Victoria Street, London, SW1H 0NN, UK

Abstract

Technology roadmapping has become an important foresight tool for science, technology, and innovation (STI) policy and technology strategy development. There are, however, challenges in translating evidence from foresight into the strategies of STI agencies and the planning of research & technology development (RTD) organizations. While the foresight evaluation literature identifies methodological issues related to evidence granularity, scope, and stakeholder confidence, there is limited guidance on how to ensure roadmapping outputs are strategically relevant, appropriately detailed, and credible. This paper highlights the potential of using structured visual roadmapping frameworks to anticipate potential strategic foresight evidence failures and using the adaptive and iterative nature of roadmapping processes to address them. In this paper, we distinguish between: the roadmapping framework ‘canvas’; the foresight evidence captured on the canvas; the process of generating the evidence; and any final

strategic plan developed using that evidence (with goals, milestones, actions, etc). We investigate efforts to use the roadmapping canvas as a research tool and diagnostic to explore emerging technology trajectories and innovation ‘pathways’. We demonstrate that key patterns of evidence distribution on the roadmapping canvas have the potential to reveal where further evidence may need to be gathered, or where further triangulation of stakeholder perspectives may be required. We argue that by adaptively addressing these patterns at key stages within the roadmapping process (and appropriately re-scoping, re-prioritizing, and re-focusing foresight effort and resources), the granularity, coverage, and consensus of the roadmapping evidence can be greatly enhanced. We conclude the paper by summarizing a set of novel principles for adaptive agile roadmapping, reflecting on the implications for foresight more generally, and outlining a future research agenda to test and refine this approach to agile foresight.

Keywords: technology roadmapping, foresight methodology, emerging technology strategy, STI policy

Citation: O’Sullivan E., Phaal R., Featherston Ch. (2021) Agile Roadmapping: An Adaptive Approach to Technology Foresight. *Foresight and STI Governance*, 15(2), 65–81. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.65.81

Технологические дорожные карты (ДК), сначала использовавшиеся для формирования стратегий компаний [Kerr, Phaal, 2020], со временем превратились в один из ключевых инструментов Форсайт-исследований в сфере научно-технологической и инновационной политики. При этом результаты Форсайта остаются недостаточно интегрированными в стратегии ведомств и организаций, занимающихся исследованиями и разработками (ИиР). В статье анализируются возможности использования методологии ДК для учета сложных аспектов Форсайта на уровне инновационной системы или отрасли. Предлагаемый подход направлен на повышение актуальности, детализации и достоверности информации. ДК используются для анализа динамики новых технологий в рамках стратегического планирования в государственном и частном секторах [Baldi, 1996; Harrell et al., 1996; Nimmo, 2013]. Однако использование данного метода на уровне инновационной системы или отрасли имеет специфические акценты и сопутствующие проблемы. В отличие от корпоративного уровня, разработка ДК для инновационной системы может потребовать более сложного анализа (с участием широкого круга стейкхолдеров), учета долгосрочной динамики, социально-политических тенденций и движущих сил [Cho et al., 2016; Isenmann, 2008; Schuh et al., 2013]. Если в первом случае компании — заказчики ДК являются ее единственными пользователями, то во втором (заказ поступает от правительства) их применяют разные субъекты государственного сектора в стратегических целях [Cho et al., 2016; Schuh et al., 2013]. В данном контексте усложняется задача детализации результатов, обеспечение их релевантности и доверия со стороны заинтересованных лиц [Lee et al., 2012; Schuh et al., 2013].

Несмотря на растущую популярность Форсайт-исследований, рекомендации по повышению эффективности разработки ДК, включая качество исходных данных, пока немногочисленны [Kostoff, Schaller, 2001; Oliveira, Fleury, 2015]. ДК редко содержат сведения об ограничении информации и результатах анализа, представляющих интерес для исследователей и практиков Форсайта.

В статье изучаются подходы к выявлению и устранению пробелов в исходных данных Форсайт-исследований и потенциальных источников ошибок. Полученные результаты переведены на «визуальный язык» ДК, исследована связь ограничений исходных данных с различными моделями их «нанизывания» на шаблон. Благодаря уникальным характеристикам ДК (структурированное визуальное представление сведений, определение траекторий инновационного развития, масштабируемый, системный характер структуры) размещение данных в их шаблоне позволяет заблаговременно выявить источники неточной информации. Гибкое использование шаблонов на этапах разработки ДК (при необходимости — с корректировкой приоритетов, направленности процесса и распределения ресурсов) может радикально повысить уровень детализации, охвата и согласованности исходных сведений.

Проблемы использования данных при составлении ДК

В разделе рассматриваются проблемы технологического Форсайта на уровне инновационной системы или отрасли. Изучаются причины слабой восприимчивости заинтересованных сторон к результатам Форсайта, и как следствие, ограниченного использования последних в стратегиях инновационного развития. Проанализирована литература по Форсайту и разработке технологических ДК, в которой исследовались источники ошибок, неполноты данных и препятствия, затрудняющие практическое использование результатов. Представлены рекомендации и принципы совершенствования и повышения эффективности разработки ДК.

Исследования на уровне отраслевого сектора или инновационной системы предполагают комплексный анализ, отражающий сложность и динамику последней. Подобный процесс отличается высокой ресурсоемкостью. В отличие от корпоративных ДК, нацеленных на конкретную технологию или продукт, отраслевые учитывают более широкие аспекты ИиР, связанные с новыми технологическими тенденциями [Cho et al., 2016]. Разработке ДК как основы инновационных стратегий сопутствует высокая степень сложности, неопределенности и неоднозначности. Анализ возникающих технологий становится более междисциплинарным, требующим учета разнообразных точек зрения экспертов, приоритетов, ценностей и мотивации стейкхолдеров. Перечисленные факторы влияют на эффективность и реализацию Форсайт-проектов. Заказчикам ДК часто трудно оценить уровень сложности системы, масштабы несовпадения позиций заинтересованных сторон, степень взаимозависимости видов инновационной деятельности и мер политики [Saritas, Oner, 2004].

Вызовы существуют и в отношении сбора и использования контента [Georghiou, Keenan, 2006; Martin, Irvine, 1990]. Наряду с ограниченной способностью к усвоению информации и политическими циклами сохраняются важные методологические вопросы в связи с обеспечением точности, актуальности и достоверности выводов. Форсайт не всегда «сонастроен» с потребностями пользователей, его результаты до конца не осознаются, поэтому контекст исследования необходимо представлять с учетом перечисленных аспектов [Georghiou, Keenan, 2006]. С подобной проблемой сталкиваются политики, руководители ведомств, государственные и частные организации сферы ИиР [Salmenkaita, Salo, 2004]. Во многих случаях результаты Форсайт-исследований представляются в неудобном для восприятия формате [Day, 2013; Kunseler et al., 2015] и, как следствие, воспринимаются в отрыве от направлений их практического использования [Georghiou, Keenan, 2006]. Эта проблема учитывалась в британском Форсайте [Saritas, Oner, 2004]. В процессе исследований аккумулируются данные о многочисленных и не всегда линейных траекториях развития новых технологий. Попытки максимально точно описать и упорядочить связи между траекториями, представить их в формате, понятном для потенциальных инвесто-

ров, требуют существенных ресурсных затрат в связи с переработкой огромного количества данных [Saritas, Oner, 2004]. На этапе заказа Форсайт-исследования невозможно оценить степень сложности технологической динамики и понять, какой уровень детализации может потребоваться для определения траекторий создания инноваций. К непредсказуемым факторам относится также степень согласованности представлений заинтересованных сторон о приоритетах, событиях, тенденциях, препятствиях и т. д. Затруднительно заранее определить оптимальный состав участников Форсайт-проекта, необходимый баланс охвата исследования и требуемых ресурсов, позволяющих получить детализированные, достоверные и применимые на практике результаты. Для того чтобы отвечать данным условиям, Форсайт сложных инновационных систем должен быть адаптивным и итеративным. Возникают важные методологические вопросы о настройке Форсайт-проектов под информационные потребности, организации эффективного мониторинга и регулирования сбора данных.

Далее будут проанализированы возможности шаблонов ДК при решении таких задач, как:

- конфигурирование Форсайт-проектов под информационные потребности пользователей;
- определение необходимости дальнейшей детализации данных о конкретных направлениях или тенденциях инновационного развития, их дополнения новыми предложениями стейкхолдеров либо фокусирования на тех или иных элементах инновационной системы;
- выявление «поворотных точек» для адаптации Форсайт-проекта в соответствии с текущими результатами (корректировка сферы охвата, приоритетов, смена фокуса Форсайт-проекта, перераспределение ресурсов).

Шаблон ДК как инструмент для изучения динамики инновационной системы

Рассмотрим специфику и функционал технологических ДК в сравнении с другими методиками Форсайта и разработки стратегий, в частности применение шаблонов ДК для структурирования анализа динамики инновационного развития и социально-технологических перемен. Продемонстрируем их возможности для «диагностики» достаточности и достоверности данных Форсайта.

Сравнение ДК с другими методами Форсайта

Составление технологических ДК относится к инструментам Форсайта, обеспечивающим коммуникативную и координационную поддержку при разработке стратегий развития [Park et al., 2020]¹. Данный метод основан на визуальных и партисипативных принци-

пах, структурирующих мышление участников, придающих ему целостность, что ведет к повышению качества принимаемых решений. Междисциплинарный подход, основанный на взаимодействии специалистов с разным опытом и компетенциями, позволяет найти точки соприкосновения между их узкодисциплинарным видением и системным взглядом на общие цели [Coates et al., 2001]. ДК интегрируют результаты других Форсайт-проектов для разработки стратегии, согласуют новейшие исследования с перспективными потребностями [Saritas, Oner, 2004] и, таким образом, служат «мостом» между Форсайтом и планированием [Popper, 2008]. ДК, как правило, применяются на завершающих этапах Форсайта, в отличие от поисковых методов, таких как сканирование горизонта. На картах отражаются ориентиры планирования и пути достижения стратегических целей. При составлении ДК сканирование возможностей комбинируется с постановкой цели и определением способов ее достижения. Поэтому ДК можно считать одновременно и поисковым, и нормативным инструментом [Barker, Smith, 1995; Cho et al., 2016; Kappel, 2001], синтезирующим разные варианты, позволяющим находить точки соприкосновения между предложением технологий и спросом на них, координировать реализацию стратегий на всех уровнях: от целостного до детализированного, и т. п. [Barker, Smith, 1995]. Приемы визуализации информации, унаследованные от корпоративного мира, облегчают анализ многомерной и сложной природы объектов Форсайт-исследований [Saritas, Oner, 2004; Barker, Smith, 1995]. Организации получают инструменты, позволяющие добиться соответствия программ ИиР стратегиям развития, наладить эффективную коммуникацию на всех уровнях [Barker, Smith, 1995]. Благодаря визуализации система ИиР выглядит как единое поле, у участников формируется целостное восприятие, что повышает качество анализа [Saritas, Oner, 2004]. Масштабируемость и адаптируемость позволяют оперативно удовлетворять информационные потребности, обеспечивая глубокую детализацию картины подсистем.

Структура ДК

Остановимся подробнее на основных элементах шаблона ДК, проанализируем его потенциал для изучения динамики появления новых технологий и их социальных эффектов, а также для диагностики, мониторинга, определения степени достаточности и достоверности данных по мере сбора.

Для представления специфики процесса разработки ДК и его вклада в формирование результатов Форсайт-исследований, отвечающих задачам инновационной политики, важно проводить разграничение между структурой, содержанием и процессом ее создания (табл. 1).

Базовая структура (архитектура ДК) представляет информацию по уровням в динамике, тогда как графический слой (формат, стиль и цвета которого подобра-

¹ Другие методы — Дельфи, библиометрия, картирование заинтересованных сторон, сценарное планирование, сканирование горизонта, экспертные панели, SWOT, общественные панели и т. д. (подробнее см.: [Popper, 2008]).

Табл. 1. Измерения ДК

Элемент	Описание
Структура	Измерения, элементы, принципы организации и графический шаблон, на котором размещаются данные и стратегическая информация
Содержание	Данные, идеи, подходы, стратегические приоритеты, ориентиры и цели, собранные и организованные в рамках структуры
Процесс разработки	Этапы, мероприятия и последовательность действий, связанных со сбором и организацией контента, необходимого для разработки стратегий

Источник: составлено авторами.

ны в соответствии со структурой карты), раскрывает пользователям ее содержание. Из всего многообразия графических стилей наиболее полным и гибким для достижения расширенного восприятия считается многослойное динамическое представление [Phaal, Muller, 2009]. Визуализация ДК [Park et al., 2020; Phaal et al., 2004b] открывает природу сложных динамических систем, формирует логическое целостное представление для исследования, картирования и демонстрации пользователям траекторий инновационного развития [Phaal, Muller, 2009]. Складывается многослойная временная диаграмма, отражающая различные направления ИиР, инновационного развития, перспективы коммерциализации, эволюцию рынков и продуктов, траектории возникающих технологий, взаимозависимости и разрывы между альтернативными путями (рис. 1). Синтезируется концепция технологических стратегий и переходов: динамика (хронологическое

измерение) накладывается на многоуровневую структуру инновационной деятельности [Phaal et al., 2004a]. В общем виде ДК включает три основных «слоя», размещенных вдоль горизонтальной оси времени [Phaal et al., 2004b; Phaal, Muller, 2009].

В верхнем слое «целей» отображаются сведения из категории «знаю почему» (*know why*) — предположения о трендах и драйверах, обуславливающих общие цели разработки ДК. Средний слой («реализация») содержит данные из категории «знаю что» (*know what*) — о системах, которые необходимо создать. Системы позволяют освоить возникающие возможности, ответить на тенденции и вызовы, зафиксированные на верхнем уровне. В случае отдельных компаний речь идет о совершенствовании функционала продукции и повышении производительности. Что касается инновационной системы — рассматриваются варианты модернизации технологических платформ, на которых основаны приложения, продукты и услуги частного сектора. На нижнем уровне («ресурсы») размещается информация из категории «знаю как» (*know how*) — об активах, которые необходимо мобилизовать для разработки указанных продуктов, услуг и систем: интеллектуальные ресурсы (технологии, навыки и компетенции), финансы, партнерские сети, оборудование.

Далее опишем процесс сбора, интеграции и синтеза информации в рамках вышеназванных слоев ДК.

Этапы разработки ДК

ДК рассматривается как пространство, где поэтапно собирается, компонуется и переосмысливается информация, выявляются закономерности и пробелы. Гибкость процесса позволяет менять вектор, уровень

Рис. 1. Базовая многоуровневая архитектура ДК



Источник: [Phaal, Muller, 2009].

Табл. 2. Этапы составления ДК

Этап	Содержание
Уточнение целей ДК	Конкретизируются зоны фокусирования, охват, желаемые эффекты от реализации стратегии
Формирование картины будущего	Исследуются тенденции, возможности и вызовы, согласовываются позиции и видения участников
Изучение ландшафта текущих ресурсов и открывающихся возможностей	Сканируется имеющаяся база активов, оценивается степень их достаточности для реализации новых возможностей, выявляются препятствия в реализации инноваций, неудовлетворенные потребности, прописывается последовательность этапов воплощения стратегии
Выявление траекторий инновационного развития	Изучаются альтернативные траектории технологического развития, определяются способы устранения барьеров для реализации целей заказчиков, усиливаются стимулы для создания инноваций, фиксируются промежуточные цели и ориентиры
Передача готовой ДК заказчикам	Результаты ДК, включая обоснование выбора технологий и инвестиционные ориентиры, трансформируются в формат, готовый для применения в стратегических планах заказчиков
Подтверждение достоверности результатов ДК и ее корректировка	Верифицируются элементы ДК, обновляются данные о трендах и идеях заинтересованных сторон, корректируются стратегические цели и ориентиры
<i>Источник:</i> составлено авторами.	

детализации анализа, перераспределять ресурсы и направления работ с учетом точек зрения и знаний новых игроков. В зависимости от целей, области, охвата и масштаба исследования ДК может разрабатываться в рамках однократного мероприятия с участием однородной группы участников либо в несколько этапов с последовательным подключением специалистов — обладателей недостающих компетенций.

Существуют разные подходы к организации процесса разработки ДК [Bray, Garcia, 1997; Nimmo, 2013; Phaal et al., 2007; Yasunaga et al., 2009]. Большинство из них предполагают три общих шага: формирование картины будущего, изучение «ландшафта» потенциалов и возможностей, выявление альтернативных траекторий инновационного развития. Зачастую они предвдворяются стадией уточнения целей ДК. Затем следуют трансформация, практическое использование результатов, валидация и корректировка ДК (табл. 2).

Гибкость обеспечивается поэтапным подходом к сбору и синтезу информации, что позволяет своевременно переконфигурировать структуру процесса разработки ДК и выделяемые на него ресурсы.

Отличительные характеристики процесса разработки ДК

Диагностический функционал шаблона ДК позволяет оценить достаточность детализации, актуальность и надежность собранной информации. Рассмотрим его визуальные, интеграционные, масштабируемые, итеративные и системные характеристики.

Визуальные аспекты

Графическое поле ДК предназначено для структуризации данных о сложной динамике инновационной системы, связанной с созданием новых технологий. Визуальный подход облегчает фиксацию темпоральных связей между ключевыми событиями в разных

сферах инновационной активности [Park et al., 2020]. Сложность Форсайта уменьшается за счет управления информацией посредством ее фиксирования, визуализации и трансформации [Saritas, Oner, 2004].

Визуальное представление потребностей заказчиков, технологических решений и программ ИиР на ДК стимулирует сотрудничество и диалог участников, придерживающихся разных мнений по поводу операционных, рыночных и технологических аспектов развития рассматриваемого направления. Облегчается реализация программ ИиР ввиду правильной расстановки приоритетов и оптимального распределения ресурсов [Barker, Smith, 1995]. Высвечиваются закономерности данных, информационные пробелы, потребность в их детализации, уточнении отдельных связей или корреляций.

Регулирование сбора данных на основе выявленных закономерностей подробно описано далее.

Интеграционный характер

Шаблон ДК предназначен для сбора и интеграции знаний участников инновационной системы о ее функционировании, элементах и связях между ними на разных этапах. Здесь аккумулируются научные сведения, представления о желаемом будущем инновационной системы, информация о стратегических целях и ориентирах на пути к их достижению. Контент, как правило, поступает из специальных семинаров, где учитываются данные и идеи, полученные в ходе Форсайт-мероприятий по разработке стратегии с применением других методов² [Hussain et al., 2017; Kanama et al., 2008; Oliveira, Fleury, 2015; Saritas, Oner, 2004; Strauss, Radnor, 2004; Vishnevskiy et al., 2015]. Сопоставление данных из многочисленных источников и областей знаний на разных уровнях системы в рамках единого интегрирующего шаблона выявляет несоответствия во взглядах участников, потенциальные пробелы в массивах данных и выборках.

² Таких как SWOT-анализ, сценарное планирование, сканирование горизонта и Дельфи-обследования.

Масштабируемость

Адаптивность позволяет глубоко анализировать микропроцессы, «приближая» их, и охватывать динамику макросистем, «отдаляя» на воспринимаемое расстояние. В последнем случае речь идет об исследовании отраслевых тенденций, провалов рынка (компенсирующая функция государства), внутренней координации деятельности компаний либо маркетинговых возможностях. ДК обладают колоссальным диапазоном охвата в терминах масштаба и сложности изучаемых объектов. Например, отраслевая ДК формируется для ограниченного набора отраслевых тенденций (условный порядок — 10^1) или для многоуровневой отраслевой системы с массой фрагментов (порядка 10^7). Изучение связей между технологиями, используемыми системой, иногда добавляет детализацию еще на несколько порядков. Подобный подход облегчает увязывание научных исследований с отраслевыми тенденциями. При анализе инновационной динамики архитектура ДК настраивается в соответствии с характером и масштабом решаемой проблемы [Phaal, Muller, 2009]. Возможность «приближения» позволяет сфокусироваться на ключевых компонентах инновационной системы, по которым требуется дополнительная детализация данных.

Итеративность

Поэтапная разработка ДК помогает осмыслить информацию, выявить в ней закономерности и пробелы, при необходимости — изменить фокус и уровень анализа, перераспределить ресурсы, скорректировать направления, привлечь новых участников со специальными знаниями. Рассматриваемый процесс парадоксален в том смысле, что для создания ДК необходимы определенные знания и опыт, однако степень их релевантности осознается только после его завершения. Для устранения подобного несоответствия многие ДК создаются в несколько итераций, каждая из которых включает четыре фазы: генерацию идей, дивергенцию, конвергенцию, синтез [Phaal, Muller, 2009]. Первая занимает один день (или несколько дней), чаще всего в рамках единичного семинара. Последующие корректировки могут потребовать от нескольких дней до месяцев в зависимости от сложности изучаемой системы, потребностей в компетенциях и других факторов. На каждой итерации уточняются возможности научного потенциала, возникающие рыночные тенденции, требования к продукту, его производству и эксплуатации.

Далее рассмотрим, каким образом за счет итеративного подхода обеспечиваются системная идентификация возможностей, адаптация фокуса и детальности анализа, перераспределение ресурсов, охват позиций и опыта новых стейкхолдеров.

Системность и междисциплинарность

Шаблоны ДК структурированы с учетом разных точек зрения на траектории создания новых технологий из соответствующих сегментов инновационной системы (ИиР, дизайн, развитие, производство, коммерциализация, разработка стратегий) [Phaal et al., 2004a; Phaal, Muller, 2009]. Растет число проблем, особенно соци-

альных, которые приходится решать, выходя за рамки одной дисциплины, с вовлечением игроков, представляющих разные научные и технические области. Возникает необходимость увязывать технологические аспекты с требованиями к продуктам, приложениям, а также тенденциями в политической, экономической и социальной сферах [Isenmann, 2008].

По указанным причинам репрезентативность точек зрения сторон на инновационную систему является важным стартовым условием для разработки ДК [Schuh et al., 2013]. Эту взаимозависимость иллюстрирует кейс Министерства энергетики США (US Department of Energy), выступившего заказчиком ДК для строительного сектора, в создании которой участвовали разработчики, владельцы, производители, подрядчики, архитекторы, инженеры. Другой пример — дорожные карты НАСА, формировавшиеся вокруг таких ключевых концептов, как выявление технологических «кандидатов» и траекторий инновационного развития [NRC, 2012]. Наглядность их отображения — важнейший фактор, определяющий привлекательность ДК как инструмента Форсайта. Однако путь от научных исследований до внедрения результатов часто носит нелинейный характер, а любые попытки установить связь между двумя стадиями требуют существенных ресурсных затрат на обработку колоссальных массивов данных [Saritas, Oner, 2004].

Использование шаблона ДК для анализа инновационной системы и акцент на сборе данных о потенциальных траекториях инновационного развития гарантируют актуальность итоговых ДК для разработки стратегий в сфере ИиР. Способы достижения этих эффектов раскрываются далее.

Анализ траекторий инновационного развития и социально-технологических переходов

Шаблон ДК может использоваться как средство анализа ретроспективной и долгосрочной динамики технологического развития [Phaal et al., 2007]. Он позволяет разграничивать и изучать различные категории, источники эмпирических данных, траектории создания новых технологий и социально-технологические переходы [Featherston et al., 2016; Featherston, O'Sullivan, 2017; Ho, O'Sullivan, 2019]. Информация структурируется в соответствии с логикой инновационной системы, выявляются связи между ключевыми элементами, участниками и направлениями деятельности. В данном контексте соответствие «слоев» ДК функциям инновационной системы оказывается весьма полезным [Hirose et al., 2015; Ho, O'Sullivan, 2019; Park et al., 2020]. Сведения о трендах, влияющих на технологические траектории, размещаются на шаблоне ДК. Информация поступает через такие каналы, как: полуструктурированные интервью, анализ научных работ по технологической и отраслевой направленности, базы стандартов, рыночная аналитика и «серая» литература (исследования государственных агентств, национальных академий, многие из кото-

рых опираются на анализ патентных баз, библиометрии и т. д.) [Park et al., 2020]. Шаблон применяется в связке с другими подходами для изучения динамики развития технологий, воплощающей научные знания в инновационные продукты и услуги, например, при анализе промышленной инфраструктуры [Van de Ven, 1993]. Речь идет об институциональных механизмах, распределении ресурсов, правах собственности и других инфраструктурных аспектах, влияющих на создание новых технологий [Park et al., 2020]. Кроме того, прослеживаются аналогии между концептами «шаблона ДК» и «многоуровневой перспективы» (*multi-level perspective*) [Geels, 2002]. Последняя лежит в основе лонгитюдных исследований технологического развития, позволяет отслеживать переходы от нишевого использования технологий к масштабному применению (*niche-to-regime*) с учетом таких факторов, как академические и прикладные знания, отраслевая политика, инфраструктура, поведение пользователей [Park et al., 2020]. Изучаются траектории, связанные с определенными технологическими парадигмами. Идентифицируются и разграничиваются характеристики каждой парадигмы, «сложные головоломки» и технологические вызовы, являющиеся необходимым (хотя и недостаточным) условием для поиска других трудно идентифицируемых «пазлов»; описывается переход от одной траектории к другой; оцениваются факторы, обуславливающие появление «выигрышной» технологии [Dosi, 1982]. Исследования технологических трендов с использованием шаблонов ДК [Featherston et al., 2016; Featherston, O'Sullivan, 2017; Ho, O'Sullivan, 2019; Park et al., 2020; Phaal et al., 2004b] позволили сделать ряд методологических выводов, выявить эффективные инструменты и источники данных, потенциально пригодные для использования в других областях. Некоторые из них применяются в Форсайт-проектах, в частности, для разработки ДК.

Интеграция и сопоставление данных из разных источников. Собранная в ходе семинаров и совещаний информация дополняется официальной статистикой, данными отраслевого анализа или исследований, проводимых государственными ведомствами и научными организациями. Такой контент часто содержит (полу-) количественную информацию из баз патентов, научных публикаций, рыночной аналитики и национальных экономических счетов. Графическое представление позволяет сопоставлять ее с качественными данными путем наложения. В результате выявляется корреляция либо расхождение сообщений о ключевых трендах в сфере науки, технологий и экономики с библиометрической, патентной или рыночной статистикой.

Характеристика и систематизация точек зрения участников инновационной системы. Шаблоны ДК служат не только для сбора контента из официальных источников, но и для системного мониторинга и интерпретации мнений заинтересованных сторон (ученых, инженеров, промышленников, экономистов, рыночных аналитиков и т. д.) о перспективах развития национальной и отраслевой инновационных систем.

Нанесение на карту перспективных функциональных категорий ДК и ограничений инновационной системы позволяет сравнивать и согласовывать взгляды на значимость, взаимозависимость, эффекты появления тех или иных инноваций, препятствия и стимулы.

Фокус на ключевых развилках, барьерах и взаимосвязях. Масштабируемость шаблона ДК делает его эффективным инструментом для выявления микрофакторов, вызывающих «эффект колеи» в процессе создания инноваций. При необходимости ключевые элементы карты рассматриваются более детально. Для этого вводятся дополнительные уровни, разграничивающие различные виды технологий (производственные, измерительные, системные), направления ИиР, категории институтов, стандартов и правил. Визуализация облегчает выявление темпоральных связей между основными развилками в сферах инновационной деятельности [Park et al., 2020].

Оценка достаточности данных. Структуризация сведений в шаблоне помогает выявить потенциальные требования к дальнейшему анализу (углубленная детализация инновационных связей, сбалансированный подбор заинтересованных сторон и т. д.). Специальные тесты на достаточность информации по сегментам или направлениям шаблона позволяют определить момент, когда добавление сведений о новых фактах перестает оказывать влияние на мнение участников. Тогда фиксируется «насыщение», и дальнейшие итерации анализа считаются излишними.

Применение шаблона ДК подтвердило важность тщательной детализации данных и согласованности мнений участников для выявления и осмысления ключевых факторов, определяющих траектории инновационного развития. В этом случае ДК выступает диагностическим инструментом в определении достаточности, эффективности и достоверности информации о динамике технологического развития.

Шаблоны данных и гибкая разработка ДК

Возвращаясь к ключевым принципам оценки Форсайт-исследований и проблемам работы с информацией, проанализируем потенциал шаблона ДК для улучшения мониторинга и сбора данных, актуализации и удобства использования результатов анализа, углубления детализации, расширения сферы охвата и повышения согласованности данных. Кратко остановимся на подходах к сбору объективной информации и мнений заинтересованных сторон, их фиксации и графическому представлению в шаблоне ДК. Рассмотрим модели данных о динамике инновационного развития, связанные с «источниками ошибок» Форсайта, работа с которыми требует углубленной детализации, более широкого вклада заинтересованных сторон, фокуса на отдельных элементах инновационной системы или фазах жизненного цикла. В завершение опишем возникновение в ходе итеративной разработки ДК точек принятия решений, позволяющих переконфигурировать

Рис. 2. Тематический ландшафт



Примечания: (а) фотография стенда с изображением тематического ландшафта; (б) стрелки, демонстрирующие ключевые события; (с) цветные наклейки, отражающие приоритеты заинтересованных сторон; (д) «глубокое погружение» в динамику инновационной деятельности, связанной с конкретными маркерами ДК.

Источник: составлено авторами.

вать охват и фокус процесса, перераспределить ресурсы, чтобы добиться большей точности, достоверности и практичности результатов.

Сферы применения модернизированных методов сбора данных для разработки ДК

Семинары рассматриваются как источники для аккумулирования мнений и предложений участников с последующим структурированием на шаблоне ДК. На настенных стендах (бумажных или цифровых) [Phaal et al., 2007] размещаются стикеры с заметками о ключевых событиях, барьерах, возможностях и других факторах, влияющих на динамику инновационного развития (рис. 2). Слои ДК выступают как упорядочивающие рамки для генерации идей. На карту поэтапно добавляются мнения о тенденциях, движущих силах, стратегиях, ориентирах, ожиданиях и барьерах. Заполненный шаблон оценивается по плотности распределения стикеров. Выявленные связи между элементами ДК обозначаются стрелками [Phaal et al., 2007]. Для кластеризации смежных функций и идей учитывается вклад отдельных участников (рис. 2b). После фильтрации дубликатов совместными усилиями определяются приоритеты в формате «голосования стикерами» (*sticker vote*). Участники высказываются в пользу важности тех или иных элементов ДК, добавляя небольшие цветные наклейки рядом с соответствующим фрагментом на шаблоне карты (рис. 2c). В каждом кластере по итогам подсчета голосов «всплывают» наиболее релевантные перспективы. При необходимости проводится углубленный анализ некоторых фрагментов (рис. 2d). Выводы по каждому из них синтезируются и добавляются к информации, расположенной на шаблоне.

Описанный процесс позволяет переключать фокус внимания разработчиков карты между анализируемыми аспектами инновационной деятельности. Подробное изучение их содержания, связей и динамики становится основой для уточнения, разграничения точек

зрения и приоритетов, а также итеративного синтеза новых идей на шаблоне, который постепенно насыщается. При тщательном подборе участников описанная процедура реализуется оперативно, в рамках одно- или двухдневного семинара. Последний может стать однократным мероприятием либо частью масштабного Форсайт-проекта.

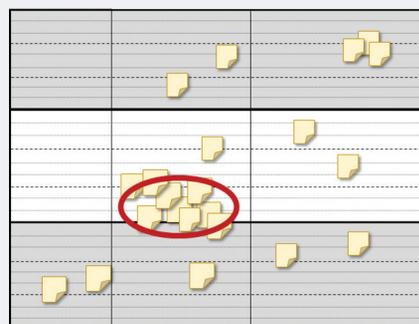
В следующих разделах раскрывается процесс мониторинга и регулирования сбора контента, который благодаря масштабируемости и системным характеристикам шаблонов позволяет корректировать охват ДК, повышает уровень детализации и согласованности данных, гарантирует актуальность и удобство их использования.

Модели распределения событий

Ключевыми показателями для оценки массива данных на шаблоне являются плотность распределения стикеров и связи между ними. На рис. 3 представлена концентрация информации в определенных зонах шаблона. Кластеры с высокой плотностью контента указывают на пристальное внимание участников к зонам с высоким потенциалом влияния на траектории технологического развития. Изучению подобных объектов целесообразно посвятить специальный семинар. Не исключено, что по его итогам некоторые слои ДК будут дополнены новыми деталями.

В ходе углубленного анализа информационных кластеров ДК важно оценить уровень консенсуса и представленность интересов участников инновационной системы. Например, кластер, содержащий предложения от единственной группы стейкхолдеров, может отражать как точку зрения и опыт ее представителей, так и отсутствие консенсуса в отношении приоритетов. Не меньшее значение имеют разграничение и анализ позиций сторон (рис. 4). Существенные расхождения между точками зрения, возможно, подлежат согласованию на семинаре либо в ходе очередной итерации с участием расширенного круга стейкхолдеров.

Рис. 3. Плотность объектов ДК (мероприятия, барьеры и т. д.)



Заметки на стикерах представляют идеи и информацию, предложенные участниками процесса разработки дорожной карты (о событиях, барьерах, возможностях)



Высокая плотность информации в определенном сегменте указывает на целесообразность более пристального его рассмотрения

Источник: составлено авторами.

Целесообразно зафиксировать и оценить предложения сторон на предмет их уверенности в важности отмеченных аспектов и опыта в соответствующих областях. На рис. 5 продемонстрированы различия между кластерами по упомянутым показателям. Кластеры, в отношении которых уверенность или компетенции участников являются невысокими, подлежат углубленному анализу. Если же значимость рассматриваемых тем очевидна, но знания и опыт стейкхолдеров недостаточны, данные направления изучаются в последующей итерации с участием более квалифицированных специалистов.

Многие информационные кластеры возникают в зонах ДК, соответствующих определенным направлениям инновационной деятельности и периодам их развития. Положение слоев отражает общую последовательность инновационного цикла от процесса исследований до разработки и вывода продукции на рынок. Взаимодействие между слоями с возникновением петель обратной связи отражает нелинейный характер инновационного процесса. Ключевые сегменты данных не всегда располагаются в смежных слоях. В сле-

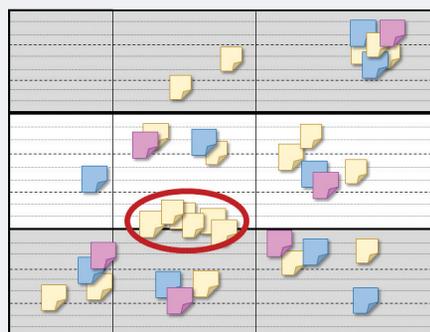
дующем разделе обосновывается важность выявления связей между объектами ДК (событиями, мероприятиями, препятствиями и т. д.).

Масштаб и диапазон связей объектов ДК

Участники разработки ДК выявляют значимые связи между объектами, расположенными в ее сегментах, в том числе не являющихся смежными. Некоторые виды связей между объектами заслуживают пристального внимания, особенно если относятся к «каталитическим» событиям или барьерам для развития (рис. 6). Их углубленный анализ, как правило, проводится в ходе следующей итерации с привлечением специалистов по направлениям, связанным с изучаемыми объектами.

Положение слоев в шаблоне ДК отражает последовательность стадий инновационного процесса — от ИиР до разработки и маркетинга продукции. Связи между пространственно разделенными элементами на практике опосредуются промежуточными уровнями инновационной деятельности. «Длинные» связи (не имеющие «соединительных ступенек» в виде промежуточных уровней) указывают на целесообразность

Рис. 4. Плотность воспринимаемой важности объектов ДК с точки зрения единственной группы стейкхолдеров



Стейкхолдеры X



Стейкхолдеры Y



Стейкхолдеры Z



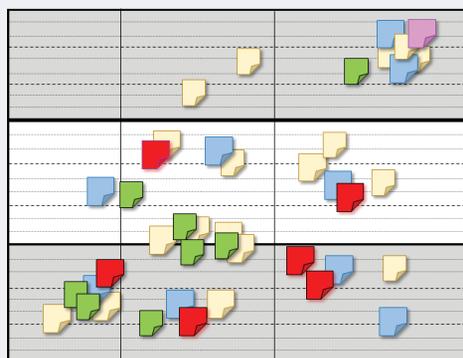
Заметки на стикерах представляют идеи и информацию, предложенные участниками процесса разработки дорожной карты. Предложения членов каждой группы заинтересованных сторон помечены соответствующими цветами.



«Плотность» предложений указывает на потенциальную важность или сложность тех или иных аспектов для конкретной группы заинтересованных сторон

Источник: составлено авторами.

Рис. 5. Уровень уверенности и знаний стейкхолдеров в отношении объектов, предложенных для включения в ДК



Источник: составлено авторами.



Заметки на стикерах представляют идеи и информацию, предложенные участниками процесса разработки ДК (о событиях, барьерах, возможностях).

- Высокий уровень уверенности/глубокие знания
- Высокий уровень уверенности/мало знаний
- Низкий уровень уверенности/глубокие знания
- Низкий уровень уверенности/мало знаний

Предложения помечены разными цветами в зависимости от уровня уверенности либо знаний их автора — участника Форсайт-проекта

более детального рассмотрения связующих траекторий для выявления скрытых препятствий в реализации инноваций (рис. 7).

В качестве инструмента информационной поддержки для разработки стратегий ДК показывают потенциальные траектории развития технологий на протяжении всего инновационного цикла. На карте фиксируются ключевые события, промежуточные цели и связывающие их траектории. Последовательность связей, формирующих траекторию создания инноваций, от подтверждения концепции до конечной цели, представлена на рис. 8.

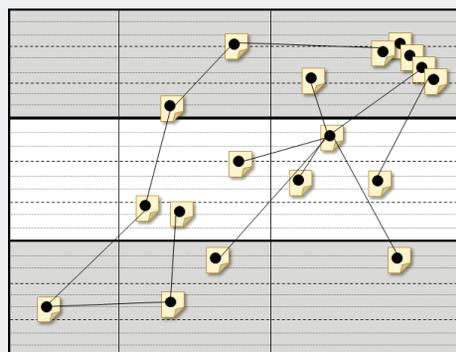
Анализируя динамику инновационного развития, нужно учитывать, что отдельные ее элементы могут потребовать углубленного изучения. По мере расширения знаний о потенциальных траекториях возникает потребность в адаптации процедуры разработки ДК для более детализированной оценки отдельных информационных кластеров, их взаимосвязей и достижения консенсуса стейкхолдеров.

Модели данных и адаптация процесса разработки ДК

В данном разделе раскроем роль поэтапного подхода к разработке ДК в изменении охвата исследования, перераспределении ресурсов, повышении детализации контента и укреплении консенсуса по поводу его стратегической значимости. В результате последовательного сбора, интеграции и синтеза информации для ДК формируется картина будущего, проявляется ландшафт потенциалов и возможностей, определяют траектории инновационного развития. Далее следует трансформация результатов Форсайта в стратегические планы развития сферы ИиР. Поэтапное размещение контента на шаблоне представлено на рис. 9. Точки означают новую информацию, сгенерированную на разных стадиях процесса, а закономерности их распределения указывают на предметы, выделенные участниками.

Каждый этап ДК реализуется на трех уровнях (в соответствии с указанными измерениями). Верхний со-

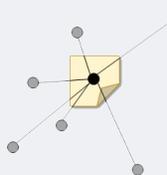
Рис. 6. Взаимозависимости между объектом ДК и другими видами инновационной деятельности



Источник: составлено авторами.

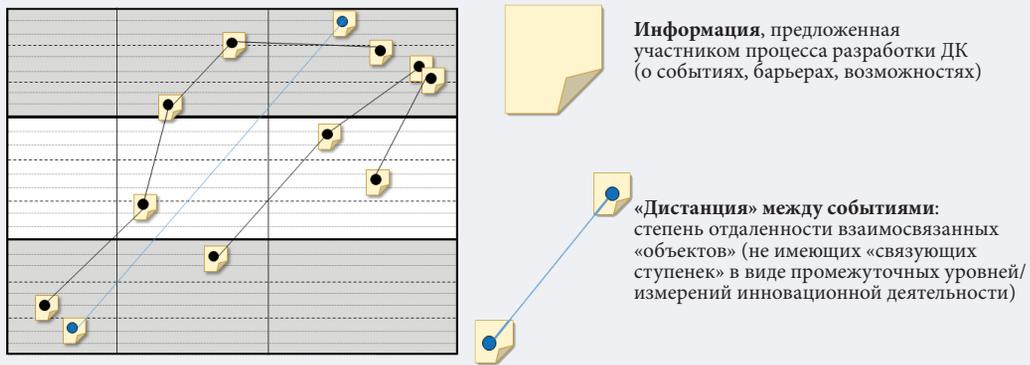


Информация, предложенная участником процесса разработки ДК (о событиях, барьерах, возможностях)



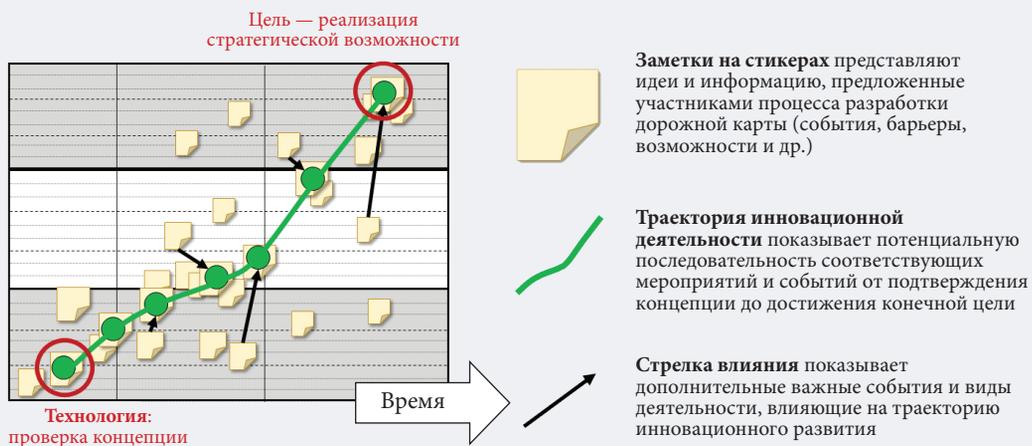
«Плотность» взаимосвязей объекта: множественные связи с конкретными событиями, видами деятельности, барьерами и др.

Рис. 7. «Дистанции» между взаимосвязанными объектами на шаблоне ДК



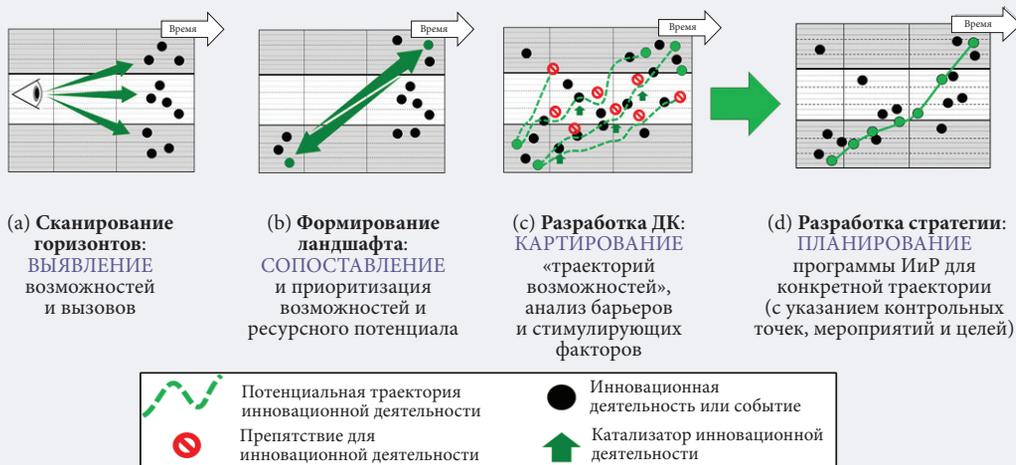
Источник: составлено авторами.

Рис. 8. Связи, формирующие траекторию инновационного развития



Источник: составлено авторами.

Рис. 9. Акценты разных этапов Форсайта, отраженных в шаблоне ДК



Постоянная аккумуляция знаний → Уточнение смысла, цели → Синтез стратегической информации

Источник: составлено авторами.

Табл. 3. Основные темы обсуждения в процессе формирования ДК

Этап	Объекты дискуссии
1. Формирование картины будущего	Долгосрочные возможности, характеристики будущей инновационной системы, системные и технологические прорывы
2. Создание ландшафта	Текущий и перспективный потенциал, актуальность, сильные стороны и пути их использования
3. Картирование потенциальных траекторий инновационного развития	Альтернативные стратегические траектории — преодоление барьеров, удовлетворение потребностей, определение ориентиров и т. д.

Источник: составлено авторами.

держит представления о тенденциях и факторах, связанных с целями разработки карты. На среднем уровне размещается информация о системах, которые требуется создать для реализации имеющихся возможностей. Нижний описывает стимулы и ресурсы (табл. 3).

Готовая ДК передается организациям сферы ИиР для разработки стратегий. Пользователям предстоит выбрать стратегические траектории, ориентиры, промежуточные задачи и конечные цели. На рис. 10 представлен итеративный характер расширенного процесса разработки ДК, сочетающего поисковый, нормативный и стратегический анализ. На стыках между этапами возникают «точки принятия решений», на которых корректируются сфера охвата, направленность и приоритеты ДК, при необходимости перераспределяются ресурсы, меняется организация работы. Взаимодействие по принципу «тяги-толкай» (*push-pull*) между первоначальным охватом, целями заказчиков

и их потребностью в информации определяет баланс между выделенными ресурсами, уровнем детализации и достоверности контента. Только после старта процесса разработки ДК, по мере проявления траекторий технологического развития становится очевидно, какие сегменты шаблона требуют более пристального внимания и какая степень детализации данных необходима для того, чтобы удовлетворить потребности заказчиков. Особое значение имеет обеспечение адаптивности, итеративности и гибкости процесса, которые позволяют при необходимости сменить фокус, переосмыслить и скорректировать приоритеты в соответствии с характеристиками и динамикой изучаемой инновационной системы.

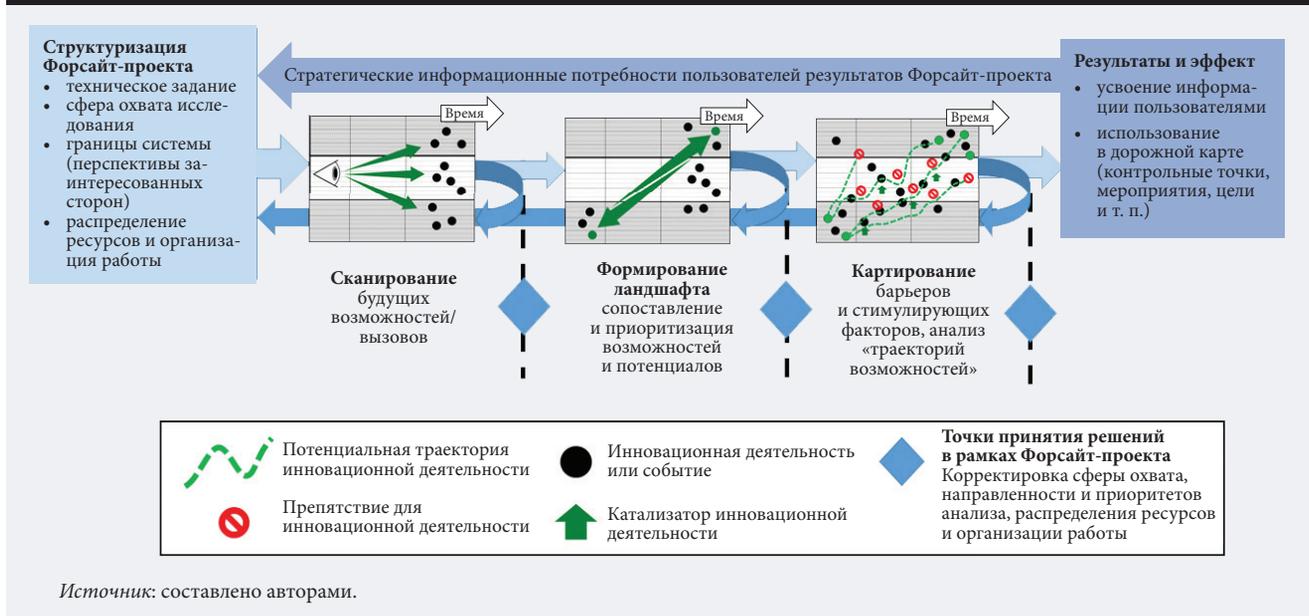
Семинары по составлению ДК, а также синтез информации, полученной в ходе других Форсайт-исследований, могут укладываться в любое количество итераций. Карта организована таким образом, что сохраняется возможность ее самостоятельного обновления пользователями после завершения Форсайт-проекта или жизненного цикла стратегического планирования. Взаимодействие между сканированием, формированием ландшафта и картированием показано на рис. 11.

Итеративный и адаптивный характер процессов составления ДК в сочетании с шаблоном, облегчающим мониторинг и управление информацией, существенно повышает детализацию, эффективность и достоверность результатов Форсайта. Представленные выше идеи позволяют сформулировать постулаты, лежащие в основе адаптивного подхода к созданию ДК.

Принципы адаптивной и эффективной разработки ДК

Обеспечить соответствие контента ДК потребностям заказчиков – сложная задача. Сбор и интерпретацию

Рис. 10. Итеративный характер расширенной разработки ДК — взаимодействие поискового, нормативного и стратегического анализа



- *распределение интересов сторон* — существенное расхождение мнений и степени уверенности субъектов инновационной системы в отношении событий, системных связей и состава участников Форсайт-проекта (см. рис. 8).

Оценка достаточности и релевантности информации. Анализ данных, размещенных в шаблоне ДК, может выявить необходимость повышения уровня детализации, более тщательного изучения инновационных связей, привлечения новых стейкхолдеров и т. д. На каждой итерации оценивается вероятность уменьшения отдачи от сбора дополнительного контента. Инвестиции в дальнейшие итерации признаются неоправданными в двух случаях: если отсутствуют значительные изменения в восприятии ключевых событий или траекторий инновационного развития либо степень детализации превышает потребности пользователей.

Теоретические и методологические выводы

В предыдущих разделах рассмотрены возможности шаблона ДК для качественного структурирования сбора, анализа и организации данных Форсайта. Помимо практических эффектов для выявления будущих технологических траекторий архитектура разработки ДК предлагает гибкую, масштабируемую структуру для изучения динамики инновационной системы, улучшает понимание Форсайт-процесса как такового.

В статье проанализирован расширенный процесс Форсайта (от заказа исследований до разработки стратегий на основе полученных результатов) с применением визуального шаблона ДК. Визуальное распределение ключевых элементов информации на разных этапах исследования обеспечивает семантическую четкость и точность в разграничении поискового, нормативного и стратегического анализа, подчеркивает взаимосвязь этих его этапов. Описаны ключевые этапы Форсайта: сканирование, формирование ландшафта, картирование, планирование (см. табл. 1).

При размещении данных на шаблоне ДК выстраивается траектория инновационного развития, являющаяся центральным объектом Форсайт-исследования. Под траекторией понимается «путешествие» между разными элементами инновационной системы (см. рис. 8, 9c-d), начиная с имеющегося научно-технологического потенциала и заканчивая реализацией социально-экономических эффектов. Изучение траектории открывает пробелы в данных и источники их восполнения, позволяя устранить барьеры при реализации результатов Форсайта. Если информационная база недостаточно детализирована, не удастся обнаружить «эффект колеи» на траектории инновационного развития. Аналогично в случае неоптимального учета мнений стейкхолдеров относительно разных этапов траекторий подготовленный контент не будет пользоваться доверием. Визуализация информации раскрывает целостную картину, в которой уже на начальных стадиях проекта высвечиваются принципиальные

пробелы. При этом осознается необходимость итераций и адаптаций. На этапе заказа Форсайт-исследования невозможно в деталях предвидеть, насколько сложной окажется динамика той или иной технологической траектории, предусмотреть уровни детализации для выявления потенциальных «эффектов колеи», степень согласованности взглядов стейкхолдеров и т. п. Также затруднительно определить оптимальный состав участников (необходимое сочетание точек зрения и опыта), найти баланс между охватом поиска данных и ресурсами, обеспечивающими достаточную детализацию, сфокусированность и надежность результатов для практического использования. Для достижения указанных эффектов Форсайт сложных инновационных систем должен носить адаптивный и итеративный характер. Структуризация информации в шаблоне ДК позволяет наилучшим образом исследовать возникающие технологии и социально-технологические перемены. Рассматриваемый подход раскрывает потребность в детализации данных, указывающих правильное инновационное направление, динамику его развития, подчеркивает необходимость обновлять состав заинтересованных сторон.

Практические выводы и дальнейшие исследования

В настоящей статье рассмотрены методы разработки технологических ДК для инновационных систем и отраслей. Основное внимание уделено формированию дорожных карт как инструмента стратегического развития. Представленный подход также могут практиковать компании и разработчики Форсайта нетехнологической направленности. Проанализированы показатели достаточности охвата и детализации информации, гарантирующей их качество и надежность для применения при разработке инновационной политики. Причины ошибочности и ограниченности в оценке результатов Форсайт-исследований неоднократно рассматривались в литературе. Несмотря на это, рекомендации по совершенствованию разработки ДК пока немногочисленные, равно как и предложения по методам выявления и устранения пробелов при детализации и верификации выводов Форсайт-исследований. Рассмотрены отличительные характеристики и функционал ДК в сравнении с другими инструментами Форсайта. Показано, как с применением шаблона ДК оценивать инновационные процессы и социально-технологические перемены. Продемонстрирована его функциональность в диагностике достоверности и качества информации по мере ее накопления. Обоснована способность визуализации дорожной карты раскрывать в целостности и всеохватности сложный Форсайт-процесс. В такой подаче высвечивается необходимость в углубленной детализации информации, особенной концентрации внимания на отдельных элементах и фазах жизненного цикла инновационной системы, мнениях стейкхолдеров. В процессе итерации осознается необходимость изменения охвата и

фокуса исследования с соответствующим перераспределением ресурсов для того, чтобы повысить точность и достоверность результатов Форсайт-исследования.

В частности, мы высветили потенциал «точек» для размышления, возникающих между этапами сканирования (будущих возможностей и вызовов), формирования ландшафта (ресурсного потенциала), картирования (возникающих траекторий) и разработки стратегии (с постановкой ориентиров, целей и планов действий). Это позволяет уточнить семантику указанных терминов. Предложены пять принципов адаптивной разработки ДК в виде предварительных методических рекомендаций:

- определяются сфера охвата и направленность исследования исходя из потребностей заказчиков;
- обеспечивается достаточный объем ресурсов для дополнительных этапов детализации информации;
- применяются адаптивный и итеративный подходы к определению охвата, корректировке направленности и структуризации данных;
- систематически отслеживаются области, требующие углубленного анализа;

- оцениваются достаточность и релевантность контента.

В дальнейшем предстоит протестировать и уточнить эти принципы на практике, выявить другие категории данных для оценки их качества. Целесообразно изучить потенциал применения отдельных инструментов анализа данных (например, матрицы структуры дизайна (*design system matrix*) [Browning, 2001]), а также возможности новых цифровых инструментов для разработки ДК, способных улучшить структуру сбора мнений участников и интеграцию данных из других Форсайт-исследований и т. д. Полезно исследовать релевантность и перспективы распространения представленного подхода на другие методы Форсайта. Поскольку шаблон ДК обеспечивает эффективную организацию и обработку данных, на его основе может быть разработана более широкая, гибкая, масштабируемая структура для изучения динамики инновационной системы и возникающих технологий. Все это позволит лучше осознать возможности и ограничения в применении рассмотренной архитектуры, пути ее совершенствования и адаптации для конкретных сфер приложения.

Библиография

- Baldi L. (1996) Industry roadmaps: The challenge of complexity. *Microelectronic Engineering*, 34(1), 9–26. [https://doi.org/10.1016/S0167-9317\(96\)00013-5](https://doi.org/10.1016/S0167-9317(96)00013-5)
- Barker D., Smith D.J.H. (1995) Technology foresight using roadmaps. *Long Range Planning*, 28, 21–28. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(95\)98586-H](https://doi.org/10.1016/0024-6301(95)98586-H)
- Bray O.H., Garcia M.L. (1997) Technology roadmapping: The integration of strategic and technology planning for competitiveness. In: *Innovation in Technology Management. The Key to Global Leadership* (PICMET'97 Proceedings, Portland, OR, USA, 31–31 July 1997), pp. 25–28. <https://doi.org/10.1109/PICMET.1997.653238>
- Browning T.R. (2001) Applying the design structure matrix to system decomposition and integration problems: A review and new directions. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(3), 292–306. <https://doi.org/10.1109/17.946528>
- Cho Y., Yoon S.-P., Kim K.-S. (2016) An industrial technology roadmap for supporting public R&D planning. *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.006>
- Coates V., Farooque M., Klavans R., Lapid K., Linstone H.A., Pistorius C., Porter A.L. (2001) On the Future of Technological Forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, 67, 1–17. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(00\)00122-0](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(00)00122-0)
- Day J. (2013) *Review of cross-government horizon scanning: A Policy Paper for the UK Government Cabinet Office*, London: UK Government.
- Dosi G. (1982) Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 147–162. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- De Almeida M.F.L., de Moraes C.A.C., de Melo M.A.C. (2015) Technology Foresight on Emerging Technologies: Implications for a National Innovation Initiative in Brazil. *Journal of Technology Management & Innovation*, 10(2), 183–197. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242015000200013>
- Featherston C.R., Ho J.-Y., Brévignon-Dodin L., O'Sullivan E. (2016) Mediating and catalysing innovation: A framework for anticipating the standardisation needs of emerging technologies. *Technovation*, 48–49, 25–40. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2015.11.003>
- Featherston C.R., O'Sullivan E. (2017) Enabling technologies, lifecycle transitions, and industrial systems in technology foresight: Insights from advanced materials FTA. *Technological Forecasting and Social Change*, 115, 261–277. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.025>
- Geels F. (2002) Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8–9), 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Georghiou L., Keenan M. (2006) Evaluation of national foresight activities: Assessing rationale, process and impact. *Technological Forecasting and Social Change*, 73, 761–777. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.08.003>
- Harrell S., Seidel T., Fay B. (1996) The National Technology Roadmap for Semiconductors and SEMATECH future directions. *Microelectronic Engineering*, 30(1–4), 11–15. [https://doi.org/10.1016/0167-9317\(95\)00185-9](https://doi.org/10.1016/0167-9317(95)00185-9)
- Hirose Y., Phaal R., Probert D. (2015) *A Conceptual Framework for Exploring the Scalable Integration of Roadmapping and Innovation System Functions for Industrial Emergence*. Paper presented at the DRUID Academy Conference, Rebuild, Aalborg, Denmark. https://conference.druid.dk/acc_papers/g7in5823lv9xd696hb4csdbqkjge.pdf, дата обращения 22.04.2021

- Ho J.-Y., O'Sullivan E. (2019) *Key Principles for Integrating Multiple Roadmaps for Innovation System Foresight: Case Studies of RTOs with Innovation Missions Beyond Just Technology R D*. Paper presented at the 2019 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). <https://doi.org/10.23919/PICMET.2019.8893831>
- Hussain M., Tapinos E., Knight L. (2017) Scenario-driven roadmapping for technology foresight. *Technological Forecasting and Social Change*, 124, 160–177. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.005>
- Isenmann R. (2008) Software-Werkzeuge zur Unterstützung des Technologie-Roadmapping. In: *Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen* (eds. M.G. Möhrle, R. Isenmann), Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 229–267. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74755-0_12
- Kanama D., Kondo A., Yokoo Y. (2008) Development of technology foresight: Integration of technology roadmapping and the Delphi method. *International Journal of Technology Intelligence and Planning (IJTIP)*, 4(2), 184–200. <https://doi.org/10.1504/IJTIP.2008.018316>
- Kappel T.A. (2001) Perspectives on roadmaps: How organizations talk about the future. *Journal of Product Innovation Management*, 18, 39–50. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.1810039>
- Kerr C., Phaal R. (2020) Technology roadmapping: Industrial roots, forgotten history and unknown origins. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 119967. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119967>
- Kostoff R.N., Schaller R.R. (2001) Science and technology roadmaps. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48, 2, 132–143. <https://doi.org/10.1109/17.922473>
- Kunseler E.-M., Tuinstra W., Vasileiadou E., Petersen A.C. (2015) The reflective futures practitioner: Balancing salience, credibility and legitimacy in generating foresight knowledge with stakeholders. *Futures*, 66, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.10.006>
- Lee J.H., Kim H., Phaal R. (2012) An analysis of factors improving technology roadmap credibility: A communications theory assessment of roadmapping processes. *Technological Forecasting and Social Change*, 79, 263–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.05.003>
- Martin B.R., Irvine J. (1990) Research Foresight: Priority-Setting in Science. *Prometheus*, 8, 199–202. <https://doi.org/10.1080/08109029008631897>
- Nimmo G. (2013) Technology Roadmapping on the Industry Level: Experiences from Canada. In: *Technology Roadmapping for Strategy and Innovation* (eds. M.G. Moehrle, R. Isenmann, R. Phaal), Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 47–65. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33923-3_4
- NRC (2012) *NASA Space Technology Roadmaps and Priorities: Restoring NASA's Technological Edge and Paving the Way for a New Era in Space*, Washington, D.C.: National Research Council <https://doi.org/10.17226/13354>
- Oliveira M.G., Fleury A.L. (2015) A framework for improving the roadmapping performance. In: *Proceedings of the 2015 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, 2-6 Aug. 2015, Portland, OR, USA, pp. 2255–2263. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2015.7273103>
- Park H., Phaal R., Ho J.-Y., O'Sullivan E. (2020) Twenty years of technology and strategic roadmapping research: A school of thought perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 154, 119965. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119965>
- Phaal R., Farrukh C., Probert D. (2004a) Customizing Roadmapping. *Research-Technology Management*, 47, 26–37. <https://doi.org/10.1080/08956308.2004.11671616>
- Phaal R., Farrukh C.J.P., Probert D.R. (2004b) Technology roadmapping — A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 71, 5–26. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00072-6](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00072-6)
- Phaal R., Farrukh C.J.P., Probert D.R. (2007) Strategic Roadmapping: A Workshop-based Approach for Identifying and Exploring Strategic Issues and Opportunities. *Engineering Management Journal*, 19(1), 3–12. <https://doi.org/10.1080/10429247.2007.11431716>
- Phaal R., Muller G. (2009) An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy. *Technological Forecasting and Social Change*, 76, 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.03.018>
- Popper R. (2008) Foresight Methodology. In: *The Handbook of Technology Foresight. Concepts and Practice* (PRIME Series on Research and Innovation Policy) (eds. L. Georghiou, J. Cassingena Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper), Cheltenham: Edward Edgar Publishing Limited, pp. 44–90.
- Salmenkaita J.-P., Salo A. (2004) Emergent foresight processes: Industrial activities in wireless communications. *Technological Forecasting and Social Change*, 71, 897–912. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2003.09.001>
- Saritas O., Oner M.A. (2004) Systemic analysis of UK foresight results: Joint application of integrated management model and roadmapping. *Technological Forecasting and Social Change*, 71, 27–65. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00067-2](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00067-2)
- Schuh G., Wemhöner H., Orilski S. (2013) Technological Overall Concepts for Future-Oriented Roadmapping. In: *Technology Roadmapping for Strategy and Innovation* (eds. M.G. Moehrle, R. Isenmann, R. Phaal), Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 107–121. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33923-3_7
- Strauss J.D., Radnor M. (2004) Roadmapping for Dynamic and Uncertain Environments. *Research-Technology Management*, 47, 51–58. <https://doi.org/10.1080/08956308.2004.11671620>
- Van De Ven H. (1993) The development of an infrastructure for entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, vol. 8, (3), 211–230. [https://doi.org/10.1016/0883-9026\(93\)90028-4](https://doi.org/10.1016/0883-9026(93)90028-4)
- Vishnevskiy K., Karasev O., Meissner D. (2015) Integrated roadmaps and corporate foresight as tools of innovation management: The case of Russian companies. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 433–443. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.04.011>
- Yasunaga Y., Watanabe M., Korenaga M. (2009) Application of technology roadmaps to governmental innovation policy for promoting technology convergence. *Technological Forecasting and Social Change*, 76, 61–79. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.06.004>



Вебсайт



Website

Загрузите в
App Store



Download on the
App Store

ДОСТУПНО В
Google Play



GET IT ON
Google Play