

Приоритизация инноваций: подходы и критерии

Йон-Сок Ким

Преподаватель, главный научный сотрудник, kimjongseok0924@daum.net

Национальный университет Чунгнам (Chungnam National University), KJS & Group,
99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34134, Korea

Джинвон Канг

Научный сотрудник, jinwon529@kistep.re.kr

Корейский институт оценки и планирования развития науки и технологий (Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, KISTEP), 1339, Wonjung-ro, Maengdong-myeon, Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do, Korea

Аннотация

При формировании инновационной политики в области искусственного интеллекта (ИИ), больших данных и интернета вещей (ИВ) немаловажное значение имеют критерии и механизмы отнесения тех или иных технологий к приоритетным. При изучении подходов к такой приоритизации могут применяться две стратегии — приведение структуры и методов исследования в соответствие поставленным вопросам либо триангуляция методов анализа, источников данных и подбора экспертов. Исследование предусматривало формирование экспертных панелей, опросы Дельфи и интервью с участием 23 экспертов. Полученные данные были проанализированы с помощью качественных и количественных методов.

Наиболее приоритетными для ИИ оказались сервисные инновации, а для ИВ — процессные. Маркетинговые инновации на основе больших данных

были определены как наиболее приоритетный тип не-технологических инноваций. В ходе интервью с 17 экспертами, посвященных обсуждению связки «тип инноваций — технология», респонденты отметили, что все три указанные технологии обладают значительным потенциалом, существенно превосходящим современный уровень. ИИ как «сверхразум» может помочь в создании более индивидуализированных и сложных конвергентных продуктов и нестандартных услуг, в том числе во взаимодействии с клиентами и персоналом компаний. Технологический потенциал больших данных по учету предпочтений заказчиков может помочь в создании маркетинговых инноваций. ИВ позволяет оптимизировать или разрабатывать новые производственные процессы и цепочки поставок, благодаря «гиперподключенности» с точки зрения качества, объема, скорости передачи и охвата информации.

Ключевые слова: основные приоритеты; типы инноваций; технологичность; причины; искусственный интеллект; большие данные; интернет вещей

Цитирование: Kim J.-S., Kang J. (2022) Exploring the Top-Priority Innovation Types and Their Reasons. *Foresight and STI Governance*, 16(3), 6–16. DOI: 10.17323/2500-2597.2022.3.6.16

Exploring the Top-Priority Innovation Types and Their Reasons

Jong-Seok Kim

Lecturer and Chief Academic Officer, kimjongseok0924@daum.net

Chungnam National University, KJS & Group, 99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34134, Korea

Jinwon Kang

Research Fellow, jinwon529@kistep.re.kr

Korea Institute of S&T Evaluation and Planning (KISTEP), 1339, Wonjung-ro, Maengdong-myeon, Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do, Korea

Abstract

This is a foresight study to explore the top priorities of innovation types and the reasons behind them with respect to artificial intelligence (AI), big data, and the Internet of Things (IoT). This study set up two research strategies. One of the research strategies is to make the research design and methods fit with this study's intellectual queries. Another strategy is to use the triangulations of method, analysis, data source, and researcher. This study selected expert panels, the Delphi technique, and interviews. In the collection of the qualitative and quantitative data from 23 experts through the Delphi surveys, it organized respectively the qualitative and quantitative data analysis. This study conducted the two main data analyses – Delphi results and interview data.

Service innovation of AI and process innovation of IoT are chosen as a top-priority-innovation type.

Marketing innovation of big data, as non-technological innovation, is selected as a top-priority innovation type. Through the interviews with 17 experts, for each of the pairs, all the experts said that the three technologies can have greater technological capabilities going beyond the existing capacities of relevant technologies. AI as hyper-intelligence can help to provide more customized or sophisticated converging offerings, the regulation of various non-standardized services and service provisions through the interaction between AI and customers or employees. The technological capacity of big data and the need of customer preferences can lead marketing innovation. IoT can create the new or improved process of the manufacturing, production, and supply chain areas through hyper-connectivity in terms of quality, quantity, speed, and coverage of information.

Keywords: top-priorities; innovation types; technological performance; reasons; artificial intelligence; big data; Internet of Things

Citation: Kim J.-S., Kang J. (2022) Exploring the Top-Priority Innovation Types and Their Reasons. *Foresight and STI Governance*, 16(3), 6–16. DOI: 10.17323/2500-2597.2022.3.6.16

Рассматриваемое в настоящей статье Форсайт-исследование было посвящено анализу наиболее приоритетных типов инноваций для технологий (1) искусственного интеллекта (ИИ), (2) больших данных и (3) интернета вещей (ИВ), а также критериям такой приоритизации. По его итогам выявлены восемь типов инноваций, относящихся к новой волне промышленной революции (Индустрии 4.0, И4.0) (Kim, Kang, 2019). Подрывной потенциал новых технологий, таких как ИИ, большие данные и ИВ (Kang et al., 2019), характеризуется в литературе следующим образом: ИИ — новый мощный фактор, определяющий И4.0 (Bughin et al., 2017; Cockburn et al., 2018; Kim, 2018; OECD, 2016a, 2017); революция больших данных (Erevelles et al., 2016; Gobble, 2013; OECD, 2015); ИВ — новая революционная технология (OECD, 2016b; Porter, Heppelmann, 2014).

Со всеми тремя технологиями связывают надежды на радикальную трансформацию бизнеса, отдельных отраслей, экономики и общества в целом. Размывание границ между производством и сферой услуг (Kim, 2018; Miles, 2016; Santamaria et al., 2012) ведет к тому, что любые инновации, связанные с этими технологиями, в совокупности образуют единый ландшафт И4.0 (Kim, Kang, 2019; Schwab, 2017). Информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) ускорили инновационное обновление сферы услуг, менеджмента и моделирования бизнес-процессов (Birkinshaw et al., 2008; Ettl, 2000; Miles, 2016; Mowery, Bruland, 2005; Spieth et al., 2014). Описанные тенденции позволяют предполагать, что дальнейшая инновационная деятельность в рамках И4.0 будет связана с тремя указанными технологиями (Erevelles et al., 2016; Gobble, 2013; Li, 2018; Ransbotham et al., 2017). При достаточном объеме существующих исследований (Bughin et al., 2017; Cockburn et al., 2018; Erevelles et al., 2016; Gobble, 2013; Huang, Rust, 2018; Kim, Kang, 2019; Makridakis, 2017; Porter, Heppelmann, 2014; Yu et al., 2016) эффекты развития инноваций на основе ИИ, больших данных и ИВ в ходе И4.0 пока изучены недостаточно системно.

Исторически новые или преобладающие в отдельных технологиях типы инноваций способствовали промышленным революциям во все эпохи (Feldman, 2002; Freeman, Locua, 2001; Kang et al., 2019; Mowery, Bruland, 2005; Rindfleisch et al., 2017). В нашем исследовании предпринята попытка выявить наиболее приоритетные типы инноваций, связанные с каждой из упомянутых технологий, и критерии такой приоритизации, а также вскрыть некоторые теоретические и практические аспекты инновационного поведения компаний в условиях И4.0. Методология Форсайт-исследования включала экспертные панели, Дельфи-опросы и два различных формата интервью.

На основе обзора литературы были сформулированы вопросы исследования. Затем описана методология, представлены результаты и подведены итоги.

Обзор литературы и исследовательские вопросы

Обзор литературы

Многие исследователи пытались теоретически классифицировать типы инноваций, задействуемых в деятельности фирм (табл. 1). Вводя новые параметры, авторы выделяли новые типы инноваций среди существующих категорий. Для их валидации выполнялись многочисленные эмпирические исследования, включая анализ конкретных ситуаций.

Ниже представлен обзор литературы, посвященной типам инноваций в рамках деятельности компаний, т.е. исключая индивидуальные или государственные инициативы в области ИИ, больших данных и ИВ. Альтернативный подход к изучению инноваций состоит в обследовании соответствующего поведения фирм (Community Innovation Surveys) (например, некоторых стран Европы и Азии) для оценки относительной значимости различных типов (не)технологических инноваций (Eurostat, 2014, 2016). Многие авторы используют результаты таких обследований для анализа инновационного поведения компаний (Battisti, Stoneman, 2010; Martinez-Ros, Labeaga, 2009; Sirilli, Evangelista, 1998). В зависимости от конкретных исследовательских целей на основе различных параметров предлагались разные типологии инноваций (Gault, 2018).

Во многих исследованиях отмечается, что ИИ, большие данные и ИВ выступают ключевыми технологиями И4.0 (Cockburn et al., 2018; Kang et al., 2019; OECD, 2015, 2017; Porter, Heppelmann, 2014). Для их анализа применена классификация из восьми связанных с И4.0 типов инноваций, выявленных в ходе опроса Дельфи (Kim, Kang, 2019) и представленных в табл. 2.

Вопросы исследования

В существующей литературе теме приоритизации типов инноваций, связанных с ИИ, большими данными и ИВ, и соответствующих критериев, уделено недостаточное внимание. Вместе с тем, поскольку указанные технологии носят подрывной характер для деятельности фирм, выявление ключевых типов соответствующих инноваций может быть важно для теоретического и практического осмысления инновационного поведения фирм в условиях И4.0. Для оценки приоритетности разных типов инноваций, относящихся к трем перечисленным областям, были поставлены следующие исследовательские вопросы:

ИВ1: Каковы наиболее приоритетные типы инноваций для каждой технологии?

После определения наиболее приоритетных из восьми типов инноваций, связанных с ИИ, большими данными и ИВ, была предпринята попытка понять причины такой приоритизации. Поскольку указанные технологии способны стать движущей силой И4.0 (Kang et al., 2019; Kim, Kang, 2018; OECD, 2015, 2017; Schwab, 2017), именно с ними сопряжены основные направле-

Табл. 1. Источники по классификации типов инноваций

Направление	Литература
Выявление новых типов инноваций, в частности инновационных бизнес-моделей, прорывных инноваций и т. д.	Christensen, 1997; Francis, Bessant, 2005; Miles, 2016; Pisano, 1996; Tidd, Bessant, 2018; Utterback, 1996
Разграничение продуктовых и сервисных инноваций	Coombs, Miles, 2000; Hipp, Grupp, 2005; Miles, 2016
Разграничение продуктовых (или сервисных) инноваций и процессов (или способов предоставления услуг), с фокусом на производстве продуктов или услуг	Davenport, 1993; Miles, 2016; Pisano, 1996; Sjodin et al., 2018; Utterback, 1996
Разграничение технологических и нетехнологических инноваций, включая управленческие	Birkinshaw et al., 2008; Damanpour et al., 1989; Erevelles et al., 2016; Francis, Bessant, 2005
Классификация типов инноваций с учетом степени технологических и продуктовых (сервисных) изменений	Abernathy, Utterback, 1978; Christensen, 1992a, 1992b; Henderson, Clark, 1990
Степень технологической преимущества в терминах производственного и рыночного потенциала	Gatignon et al., 2002; Tushman, Anderson, 1986
Разграничение бизнес- и продуктовых (сервисных) инноваций на разных уровнях деятельности фирмы	Afuah, 2014; Spieth et al., 2014; Tidd, Bessant, 2018
Активизация создания социальных инноваций	Gault, 2018
Структура из четырех типов инноваций для развития потенциала фирмы	Francis, Bessant, 2005
<i>Источник: составлено авторами.</i>	

ния инновационной деятельности текущего периода. В этой связи второй исследовательский вопрос был сформулирован следующим образом:

ИБ2: Почему данный тип инноваций был выбран в качестве приоритетного для каждой технологии?

Методы исследования

Структура исследования

С учетом поставленных вопросов в исследовании применялись две стратегии. Задачей первой было обеспечить соответствие структуры и методов сформулированным вопросам. Методологическую основу работы составили экспертные панели, опрос Дельфи и интервью (Porper, 2008b; Miles et al., 2016). Экспертная панель как эффективный инструмент аккумуляции знаний для ответа на поставленные вопросы в нашем случае позволила выявить наиболее приоритетные для каждой технологии типы инноваций. Для этого необходимо было обеспечить сбалансированный, с точки зрения технологической и отраслевой специализации, состав экспертов. В отличие от масштабных обследований и других экспериментов тщательно подобранные эксперты, обладающие высокими компетенциями в инновациях, могут точнее приоритизировать их применительно к новым технологиям с учетом ресурсных ограничений, уровня зрелости и распространения последних.

Для анализа таких сложных явлений, как промышленная революция, часто применяется метод Дельфи (Miles et al., 2016; Kim, Kang, 2019; Kang et al., 2019). Он представляется эффективным инструментом коллективной (экспертной) оценки приоритетных типов инноваций на основе ИИ, больших данных и ИВ. Наконец, интервью как целенаправленное обсуждение с участием двух и более лиц (Porper, 2008b) остаются продуктивным механизмом прояснения причин выбора разными экспертами в качестве наиболее приоритетных одних и тех же типов инноваций для каждой технологии.

Вторая стратегия заключалась в триангуляции методов исследования и анализа, источников данных и состава экспертных групп. Триангуляция позволяет нивелировать недостатки каждого из методов и преодолеть проблему предвзятости (Cox, Hassard, 2005), благодаря взаимодополнению метода Дельфи и интервью при выявлении приоритетных для каждой технологии типов инноваций. Комбинирование методов исследования требует нескольких источников данных, как количественных, так и качественных (экспертных). Аналитическая триангуляция таких данных обеспечивает большую точность их интерпретации (Kang et al., 2019). Достоверность результатов Дельфи-обследования была проверена с помощью статистического теста. Кроме того, в ходе исследования каждый из участников самостоятельно анализировал результаты, полученные в двух разных городах. Их выводы рассматривались и обсуждались для выявления расхождений в итогах опроса Дельфи и интервью, чтобы избежать предвзятости и искажений и повысить надежность и валидность анализа.

Процесс исследования и разработка методологической структуры

Подробная характеристика процесса исследования представлена на рис. 1. В ходе анализа литературы, посвященной типам инноваций, технологиям и промышленной революции, выявлялись лакуны и на этом основании формулировались исследовательские вопросы, разрабатывались опросы Дельфи и анкеты для них. К отбору экспертов для трех предварительных экспертных панелей были специально приглашены семь консультантов из десяти организаций. В работе панелей приняли участие 30 экспертов, распределенных по трем категориям (табл. 3) и представляющих соответственно:

1. академические организации (специалисты общего профиля);
2. государственные научно-исследовательские институты;
3. частный сектор.

Табл. 2. Категории, определения и источники восьми типов инноваций

Технологическое измерение	Тип	Объект корпоративных разработок*	Избранные источники
Оба измерения	Инновационные бизнес-модели	Создание новой бизнес-модели или изменение существующей	Afuah, 2014; Andries, Debackere, 2013; Spieth et al., 2014
Технологические инновации	Продуктовые инновации	Создание нового продукта или усовершенствование существующего	Francis, Bessant, 2005; Henderson, Clark, 1990; Yu et al., 2016
	Процесные инновации	Создание новых или усовершенствование существующих методов (процессов) производства товаров или изменение цепочек поставок	Abernathy, Utterback, 1978; Davenport, 1993; Pisano, 1996
	Сервисные инновации	Создание новой услуги или усовершенствование существующей	Coombs, Miles, 2000; Huang, Rust, 2018; Miles, 2016
	Сервисно-процесные инновации	Создание новых или усовершенствование существующих методов (процессов) производства услуг	Andersson, Mattsson, 2015; Miles, 2006, 2016
Нетехнологические инновации	Маркетинговые инновации	Создание новых или усовершенствование существующих стратегий или методов маркетинга	Birkinshaw et al., 2008; Erevelles et al., 2016; Moreira et al., 2012
	Организационные инновации	Создание новых или усовершенствование существующих методов организации работы (или организационных структур и форм)	Birkinshaw et al., 2008; Francis, Bessant, 2005; Lin, Lu, 2005
	Кадры, менеджмент, инновационная деятельность	Создание новых или усовершенствование существующих методов, процессов и структур управления персоналом	Birkinshaw et al., 2008; Laursen, Foss, 2003; Munteanu, 2015

Примечание: определения основаны на подходах ОЭСР, Евростата и других источников.

Источник: составлено авторами.

Эксперты, участвовавшие в панелях, проходили опросы Дельфи и интервью для сбора качественной и количественной информации. От каждого из 30 экспертов было получено по 23 ответа. Первый опрос Дельфи был выполнен для уточнения характеристик типов инноваций и технологий. В период с 18 августа по 19 сентября 2017 г. был проведен второй опрос Дельфи для трех групп экспертов с учетом восьми типов инноваций. В относительно короткий срок были разработаны анкеты для оценки важности каждого типа инноваций, связанных с ИИ, большими данными и ИВ, по девятибалльной шкале. Несмотря на дальнейшее развитие этих технологий, их современное состояние, по оценкам

экспертов, останется актуальным по крайней мере в течение следующих пяти лет. Такой горизонт прогнозирования отвечает целям нашего исследования, поскольку позволяет предсказать инновационное поведение фирм для каждой из указанных технологий. Наконец, по итогам опроса Дельфи были проведены полуструктурированные интервью для валидации предварительных результатов и анализа причин приоритизации тех или иных типов инноваций.

Два главных вопроса касались (i) приоритетного для каждой технологии типа инноваций (три подвопроса: для ИИ, больших данных и ИВ) и (ii) причин выбора того или иного типа инноваций в качестве приоритетного

Рис. 1. Процесс и этапы исследования

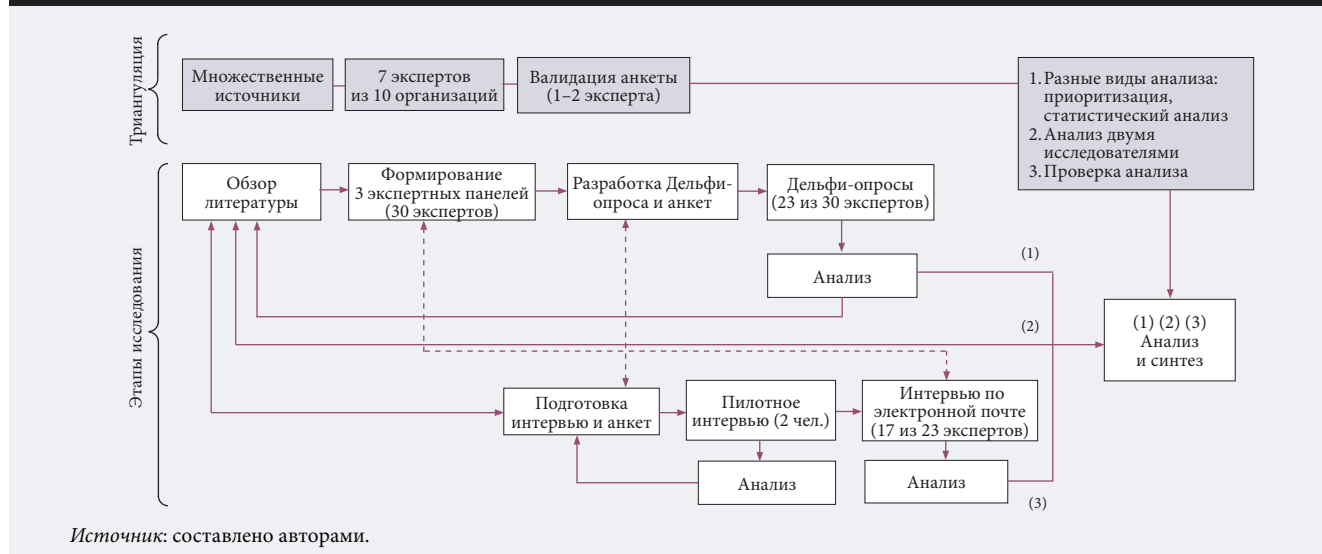


Табл. 3. Состав участников опросов Дельфи и интервью

Место работы	Дельфи-опросы	Интервью
<i>Специалисты общего профиля (представители академических организаций) (7)</i>		
Catholic University of Korea	P	N
Hanyang University	P	(RP)
Institute for Information and Communication Technology Promotion	P	P
Korea Aerospace Industry Association	P	P
Korea Electronics Technology Institute	P	P
Korea Internet & Security Agency	P	P
Sungshin University	P	P
<i>Представители промышленности (7)</i>		
Deloitte Consulting Korea* (Inbyu.com)	P	P
EnerIdeas* (Seoul National University)	P	P
Hana Institute of Finance	P	P
Hyundai Research Institute	P	(RP)
Korea Small Business Institute* (Dashin Financial Group)	P	P
LG Economic Research Institute	P	N
Technovation	P	N
<i>Представители государственных научно-исследовательских институтов (9)</i>		
Electronics and Telecommunication Research Institute	P	N
Korea Information Society Development Institute	P	P
Korea Institute of Energy Research	P	P
Korea Institute of Machinery and Materials	P	N
Korea Institute of Science and Technology Information	P	P
Korea Basic Science Institute	P	(RP)
Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology	P	P
Korea Research Institute of Chemical Technology	P	P
Science and Technology Policy Institute	P	N
<i>Примечание 1: * означает смену места работы эксперта (новое место работы).</i>		
<i>Примечание 2: P — участвовал, RP — ответил, N — не ответил.</i>		
<i>Источник: составлено авторами.</i>		

для данной технологии. Интервью состояли из двух этапов: (1) предварительные беседы с двумя экспертами в октябре 2019 г. и (2) интервью с экспертами по электронной почте в период с 18 ноября по 2 декабря 2019 г. В силу естественных ограничений второй этап дополнялся другими форматами интервью — личным и телефонным. На первом этапе были проведены два интервью, по телефону и лично, с ведущими экспертами в области инноваций и ИКТ из разных стран, на базе которых формулировались вопросы последующих интервью относительно того, какую именно информацию необходимо получить об

инновациях и трех упомянутых технологиях. Интервью по электронной почте были проведены с 23 экспертами — участниками опросов Дельфи. Собранные ответы дополнили результаты и помогли лучше понять причины приоритизации. Три из полученных 17 ответов не содержали предметной информации, но лишь некоторые комментарии (табл. 3).

Анализ данных

Для управления экспертными данными, собранными в ходе опросов Дельфи и 19 интервью, каждому эксперту был присвоен уникальный идентификатор, позволяющий анонимно сортировать и упорядочивать данные в цифровом виде. Мнения и суждения экспертов были сведены в таблицу и проанализированы. Для формирования контекста исследования были тщательно изучены типы инноваций, технологии и характеристики И4.0. На первом этапе анализа были выявлены характеристики типов инноваций, связанных с ИИ, большими данными и ИВ, и предпринята попытка идентифицировать, параметризовать и «интеллектуально локализовать» восемь типов инноваций и каждую из указанных технологий. Эта информация легла в основу второго этапа анализа.

По итогам опроса Дельфи была оценена относительная значимость наиболее приоритетных технологий для каждого из восьми типов инноваций на базе средних значений, а также приоритетность типов инноваций, связанных с ИИ, большими данными и ИВ (графически представлены на рис. 4). Полученные 552 ответа из 184 анкет представляют собой данные порядкового уровня, достоверность которых следовало бы проверить с помощью теста, однако он вряд ли применим к индуктивной статистике, поскольку отбор экспертов может быть целенаправленным (о невероятной выборке см. (Healey, 2002)). Дисперсионный анализ (ANOVA) подтвердил статистическую значимость результатов.

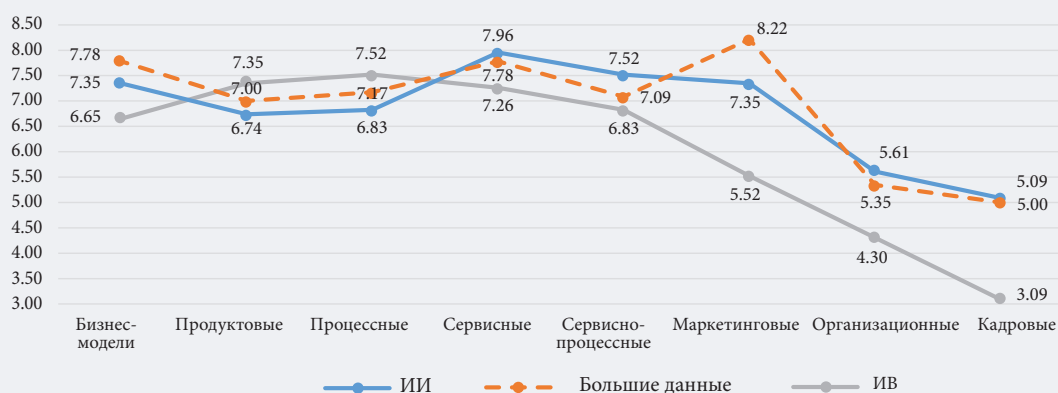
Чтобы определить причины приоритизации конкретных пар «тип инноваций — технология», были рассмотрены результаты двух предварительных интервью и интервью по электронной почте с 17 экспертами. Это позволило оценить уровень консенсуса экспертов в отношении приоритетности типов инноваций, связанных с ИИ, большими данными и ИВ, выявив сходства и различия в их аргументации. Наконец, разные исследователи независимо друг от друга проанализировали мнения экспертов, после чего их выводы были сопоставлены во избежание предвзятости и повышения надежности результатов.

Приоритетные типы инноваций

На графике представлены оценки приоритетности различных типов инноваций для каждой из трех технологий. Как видно, степень приоритетности весьма вариативна (рис. 2).

Сервисные инновации признали высокоприоритетными для ИИ 23 эксперта (7.96). Из восьми типов инноваций большие данные получили наивысший при-

Рис. 2. Относительная значимость разных типов инноваций, связанных с ИИ, большими данными и ИВ



Источник: составлено авторами.

оритет для маркетинговых инноваций (8.22). Самым приоритетным типом инноваций для ИВ оказались процессные (7.52). После определения трех наиболее приоритетных пар «тип инноваций — технология» на базе интервью полученные результаты были переданы 23 экспертам. Из них 13 согласились с приоритетностью сервисных инноваций для ИИ, еще 13 подтвердили приоритетность больших данных для маркетинговых (нетехнологических) инноваций, однако значимость ИВ для процессных инноваций вызвала некоторые разногласия. Из 17 экспертов трое заявили, что не вполне согласны с этим; по мнению одного из них, трудно определить, какие типы инноваций критически важны для ИВ; по мнению других, акцент на ИВ в ходе создания процессных инноваций отражает не технологическую, а бизнес-перспективу. Один из экспертов, инженер по специальности, также отметил, что технологические характеристики ИВ не вполне соответствуют целям «процессных» инноваций, но 10 из 17 экспертов согласились, что инновации подобного типа остаются важным направлением развития ИВ. Тем самым возникла необходимость глубже проработать причины приоритизации.

Статистическая значимость полученных результатов была подтверждена применительно к различиям (i) между тремя технологиями с точки зрения создания восьми типов инноваций и (ii) между типами инноваций с точки зрения внедрения трех указанных технологий. Чтобы оценить различия между восемью типами инноваций в отношении ИИ, больших данных и ИВ, был выполнен дисперсионный анализ (ANOVA) и рассчитан итоговый показатель F. Значительные различия рассматриваемых переменных (8.420 для ИИ, 15.754 для больших данных и 19.532 для ИВ) отражают высокую вариативность в приоритизации восьми типов инноваций для каждой технологии (табл. 4).

Двусторонний дисперсионный анализ продемонстрировал различия между тремя технологиями (ИИ, большие данные и ИВ) на уровне F 15.469, аналогичный показатель для восьми типов инноваций составил 37.299. Этот результат свидетельствует о глубокой взаимосвязи технологий и типов инноваций — F 3.461. Указанные технологии вносят различный вклад в создание инноваций разных типов, а отдельные типы инноваций имеют разную приоритетность для трех рассматриваемых технологий (табл. 5).

Табл. 4. Различия между восемью типами инноваций с точки зрения использования технологий ИИ, больших данных и ИВ

Раздел	ИБМ (co)	ПИ (co)	ПЦИ (co)	СИ (co)	СПИ (co)	МИ (co)	ОИ (co)	КУИ (co)	F (p-значение)
ИИ	7.35 (2.145)	6.74 (1.514)	6.83 (1.337)	7.96 (1.461)	7.52 (1.504)	7.35 (1.668)	5.61 (1.644)	5.09 (1.649)	8.420 (0.000)
Большие данные	7.78 (0.998)	7.00 (1.348)	7.17 (1.193)	7.78 (0.998)	7.09 (1.411)	8.22 (1.166)	5.35 (1.774)	5.00 (2.000)	15.754 (0.000)
ИВ	6.65 (1.873)	7.35 (1.555)	7.52 (1.377)	7.26 (1.738)	6.83 (1.800)	5.52 (1.928)	4.30 (1.964)	3.09 (1.756)	19.532 (0.000)

Примечание 1: Приведены средние оценки для каждого типа инноваций и значения стандартного отклонения (co).

Примечание 2: ИБМ — инновационные бизнес-модели, ПИ — продуктовые инновации, ПЦИ — процессные инновации, СИ — сервисные инновации, СПИ — сервисно-процессные инновации, МИ — маркетинговые инновации, ОИ — организационные инновации, КУИ — кадровые и управленческие инновации.

Источник: составлено авторами..

Табл. 5. Различия между тремя технологиями в отношении разных типов инноваций

Источник	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F	p-значение
Различия между тремя технологиями	79.609	2	39.804	15.469	0.000
Различия между типами инноваций	671.819	7	95.974	37.299	0.000
Взаимосвязь	124.681	14	8.906	3.461	0.000
Ошибка	1358.609	528	2.573		
Итого	2234.717	551			

Источник: составлено авторами.

Критерии выбора пар «тип инноваций — технология»

Искусственный интеллект и сервисные инновации

Сервисные инновации оказались наиболее приоритетными для ИИ, обладающего, по мнению экспертов, уникальными характеристиками гиперразума. Один из респондентов отметил, что машинное обучение ИИ, в частности глубокое обучение (*deep learning*) и нейронные сети, уже позволяют говорить о новой технологической парадигме. Вместе с тем, эффективное внедрение ИИ требует колоссальных объемов (больших) данных. Хотя в целом технология ИИ будет развиваться в сторону универсального (общего) интеллекта, благодаря машинному обучению специализированный ИИ в некоторых областях уже превзошел пределы человеческих возможностей (например, в игре в го). Другой эксперт подчеркнул, что, как показывает пример обучения с подкреплением (*reinforcement learning*) (по принципу «кнута и пряника»), ИИ может имитировать механизмы обучения человека и приобрести сходные характеристики в технологической сфере. Эксперты обратили также внимание на конвергенцию ИИ с другими технологиями, такими как большие данные и робототехника, что позволяет интегрировать производство и сферу услуг. По мнению 13 экспертов, ИИ может оказаться особенно полезным для создания сервисных инноваций, дав импульс развитию самой этой технологии, а уникальная технологическая мощь и прогресс в области машинного обучения будут активно стимулировать создание сервисных инноваций компаниями.

Отличительная особенность услуг состоит в том, что механизмы предоставления сочетаются в них с физическими продуктами как в производственном секторе, так и в сфере услуг. Технологический потенциал ИИ позволяет предлагать клиентам продукты с более высокой сервисной составляющей, т. е. сервитизацией (расширением спектра услуг). Некоторые эксперты говорят о том, что продукты могут получить сервисный функционал, предоставляя пользователям услуги на базе ИИ без участия человека (например, беспилотные грузоперевозки или умные колонки с распознаванием голоса). Вторая отличительная (от физических продуктов и их производства) особенность услуг связана с клиентами или персоналом в ходе их предоставления и потребления. Три эксперта в разной степени согласились с тем, что способность ИИ разумно реагировать на людей или

другие объекты может повыситься благодаря машинному обучению. Рост интеллектуального потенциала ИИ способен изменить процесс взаимодействия с клиентами и работниками (или поставщиками) при оказании услуг в сторону его усложнения и возможности полного или частичного исключения из него человека. В-третьих, как отметил один из экспертов, поскольку предоставление услуг менее (или вовсе не) стандартизовано в сравнении с производством продуктов, машинное обучение ИИ позволит лучше распознавать и прогнозировать (более сложные) модели человеческого поведения. Это будет способствовать укреплению потенциала предоставления услуг, в том числе нестандартных, за счет сервитизации. При этом технологические возможности ИИ по оценке вероятности тех или иных событий приближаются к человеческим подходам к решению проблем, что может стимулировать его внедрение в системы принятия решений в различных областях сферы услуг. По мнению 13 экспертов, фирмы в конечном итоге оценят преимущества и выгоды от создания сервисных инноваций на основе ИИ.

Большие данные и маркетинговые инновации

Маркетинговые инновации были выбраны в качестве высокоприоритетных для технологии больших данных, к основным характеристикам которых относятся четыре V (*volume, velocity, variety, value*): объем (колоссальные массивы данных); скорость сбора, обработки и анализа (в идеале в режиме реального времени); разнообразие (самые разные типы структурированных и неструктурированных данных); создание новой экономической стоимости благодаря использованию данных (OECD, 2015). Один из экспертов указал, что в отличие от ИИ большие данные позволяют выявить скрытые взаимосвязи, ранее не известные в силу дефицита информации и вычислительных мощностей для обработки и анализа больших объемов неструктурированных и структурированных данных. Два эксперта заметили, что не видят большой разницы между методами больших данных и такими ранее известными методами, как «киоск» (*data mart*) или «хранилище» (*data warehouse*). Однако, по мнению большинства экспертов, технология больших данных отличается более высокой производительностью. По мнению одного из экспертов, уникальные технологические свойства больших данных заключаются в эффективной и быстрой обработке огромного объема информации и в более широкой сфере применения по сравнению с существующими ме-

тодами ее обработки. По мнению 13 экспертов, маркетинговые инновации на основе больших данных обеспечивают фирмам преимущества и выгоды. Применение этой технологии может помочь им выявлять скрытые характеристики клиентов или неизвестную рыночную информацию путем быстрой обработки больших массивов данных.

Один эксперт подчеркнул, что маркетинговые инновации выступают основой для применения больших данных. Изначально возникшая как инструмент маркетинга, эта технология способна преобразовать клиентскую или рыночную аналитику. Три эксперта отметили, что интеллектуальный анализ больших данных о клиентах или рынке может привести к созданию маркетинговых инноваций. Поскольку данные используются для достижения тех или иных практических целей, можно предположить, что обработка больших массивов существенно влияет на создание подобных инноваций. Так, анализ поведения пользователей социальных сетей и их мотивации позволяет оптимизировать стратегии контекстной рекламы. Один из экспертов отметил, что использование больших данных служит источником важных сведений о рынке, на базе которых фирмы могут создавать маркетинговые инновации. Еще существеннее, что, по мнению ряда экспертов, большие данные о клиентах или о рынке могут порождать новые ниши благодаря разработке инновационных бизнес-моделей и продуктовых (сервисных) инноваций. Большинство экспертов согласилось, что потенциал указанной технологии и необходимость учитывать предпочтения клиентов могут привести к созданию маркетинговых инноваций.

Интернет вещей и процессные инновации

Процессные инновации были названы наиболее приоритетными для технологии ИВ с ее уникальной «гиперподключенностью» как свойством сенсорной сети, которой, по мнению одного из экспертов, ИВ и является. Устройства, подключенные к узлам такой сети, могут выполнять функции передачи данных, быть оснащены сенсорами или сами выступать в подобном качестве. Эта технология не ограничивается устройствами, подключенными к обычному интернету (компьютеры и смартфоны), и включает все виды объектов и сенсоров, размещенных в общественных местах, на работе и дома, а также людей, животных, воду и другие (недоступные для людей) места. Технологические возможности сенсоров позволяют им осуществлять сбор данных и обмениваться ими друг с другом при участии человека или без него. Подобный функционал требует высокоскоростного подключения к интернету, например, через сети пятого поколения (5G). Значительный рост пропускной способности сети выступает необходимым условием развития ИВ. Некоторые эксперты охарактеризовали ИВ как еще одно измерение «повсеместных вычислений» (*ubiquitous computing, ubicom*). Впрочем, серьезные надежды эксперты связывают с сенсорными технологиями, которые пока находятся в зачаточном состоянии, в частности нанороботами, приводными технологиями и т. д.

По мнению большинства экспертов, ИВ применим во всех технологических процессах на любом производстве, в логистике (цепочках поставок) и т. д., поскольку он позволяет значительно оптимизировать сбор информации об этих процессах и контроль над потоками, качеством и скоростью движения объектов и информации. В результате может радикально измениться производство, уровень автоматизации, логистика и т. д. Влияние ИВ может выражаться по-разному. Один эксперт отметил роль этой технологии в существенном ускорении развития мелкосерийного производства. По мнению других, ИВ относится к технологиям сервитизации, поскольку обеспечивает корректировку и совершенствование процессов для клиентов. Передаваемые сенсорами и иными устройствами данные могут помочь фирмам автоматически принимать и обрабатывать заказы на производство продукции и планировать ее доставку или замену и в конечном счете создавать инновационные бизнес-модели и сервисные инновации.

Несмотря на наличие отрицательных мнений о рассматриваемой паре, большинство экспертов признали, что ИВ может изменить производство и цепочки поставок через создание процессных инноваций. Интенсивность процесса зависит от технологических характеристик и потенциала ИВ, в частности в области подключенности и считывания данных. Эксперты заявили, что процессные инновации на основе ИВ могут подтолкнуть фирмы к созданию новых бизнес-моделей. Таким образом, разработка фирмами процессных инноваций с применением ИВ связана с тем преимуществом, которое обеспечивают уникальные свойства и параметры этой технологии.

Заключение, выводы и ограничения

Теоретический и практический вклад настоящего исследования в изучение инноваций можно разделить на несколько направлений. Проанализированы восемь типов инноваций, актуальных для И4.0, и выявлены наиболее приоритетные из них для трех технологий: сервисные инновации для ИИ, маркетинговые — для технологии больших данных, процессные — для ИВ. Эти три главные связки могут определить господствующие типы нетехнологических и технологических инноваций в условиях И4.0. Выбор приоритетного для каждой технологии типа инноваций обусловлен теми преимуществами, которые эти инновации с собой несут. Полученные результаты подтверждают основные положения теории продвижения технологий (*technology push*), а сервисные инновации на основе ИИ и процессные инновации на основе ИВ отражают конвергенцию сферы услуг и производства. Приоритетность маркетинговых инноваций для технологии больших данных свидетельствует, что логика исследования (Damanpour et al., 1989) может быть применена к другим управленческим инновациям. Три выявленные связки «тип инноваций — технология» дают исходный импульс переходу к И4.0.

Ограничения исследования связаны с несколькими обстоятельствами. В литературе описаны различные

модели инновационной деятельности компаний производственного сектора и сферы услуг (Ettlie, Rosenthal, 2011; Hipp, Grupp, 2005; Lovelock, 1984; Miles, 2007, 2016; Santamaria et al., 2012). Хотя в настоящей статье учтен фактор их конвергенции, характерные для этих секторов различия в приоритетах и моделях восьми типов инноваций, описанные в работе (Kang et al., 2019), выявлены не были. Подобный пробел целесообразно восполнить в дальнейших исследованиях.

За пределами нашего рассмотрения остались социальные и открытые инновации. В литературе отмечена связь между продуктовыми и процессными, технологическими и организационными инновациями и т. д. Аналогичную связь можно найти в сочетании трех указанных технологий. В настоящей статье четкого описания взаимосвязей не предложено, а взаимодействие технологий не получило должного внимания. Изучение взаимосвязей между типами инноваций следовало бы дополнить социальными и открытыми инновациями. В контексте социальных инноваций заслуживают рассмотрения этические, правовые и социальные аспекты новых технологий.

Что касается практической перспективы, исследование может служить источником полезных сведений

для менеджеров, инженеров и руководителей о том, на каких типах инноваций следует сосредоточить внимание в случае ИИ, больших данных и ИВ. Ценными с политической точки зрения могут оказаться некоторые рекомендации о приоритетных для каждой из этих технологий типах инноваций, что поможет в принятии решений. Наряду с тремя выделенными связками следует учитывать и конкретные характеристики типов инноваций и технологий. Кроме того, исследование может содействовать разработке корпоративных стратегий и определению структуры компетенций при формировании инновационного портфеля. Приоритизация типов инноваций для трех указанных технологий поможет менеджерам в управлении потенциалом и инновационным процессом.

Исследование осуществлено при поддержке Корейского института оценки и планирования науки и технологий (KISTEP) и KJS Group (в настоящее время — KJS & Group). Авторы выражают благодарность 23 экспертам за участие в Дельфи-опросах, семи консультантам — за помощь в подборе экспертов, 17 экспертам — за согласие на интервью, и Иену Майлсу (Ian Miles) из Манчестерского института инновационных исследований (Manchester Institute of Innovation Research, Великобритания) — за оказанную помощь. Авторы заявляют об отсутствии какого-либо конфликта интересов.

Библиография

- Abernathy W.J., Utterback J.M. (1978) Patterns of industrial innovation. *Technology Review*, 80(7), 40–47.
- Afuah A. (2014) *Business-model innovation*, New York: Routledge.
- Andersson P., Mattsson L.-G. (2015) Service innovations enabled by the Internet of Things. *IMP Journal*, 9(1), 85–106. <https://doi.org/10.1108/IMP-01-2015-0002>
- Andries P., Debackere K. (2013) Business-model innovation: Propositions on the appropriateness of different learning approaches. *Creativity and Innovation Management*, 22(4), 337–358. <https://doi.org/10.1111/caim.12033>
- Battisti G., Stoneman P. (2010) How Innovative are UK Firms? Evidence from the Fourth UK Community Innovation Survey on Synergies between Technological and Organizational Innovations. *British Journal of Management*, 21(1), 187–206. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.2009.00629.x>
- Birkinshaw J., Hamel G., Mol M.J. (2008) Management innovation. *Academy of Management Review*, 33(4), 825–845. <https://psycnet.apa.org/doi/10.2307/20159448>
- Bughin J., Hazan E., Ramaswamy S., Chui M., Allas T., Dahlström P., Henke N., Trench M. (2017) *Artificial Intelligence: The Next Digital Frontier?* (McKinsey Global Institute Discussion Papers, June 2017), New York: McKinsey Global Institute.
- Christensen C.M. (1992a) Exploring the limits of the technology S-Curve. Part I: Component technologies. *Production and Operation Management*, 1(4), 334–357. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.1992.tb00001.x>
- Christensen C.M. (1992b) Exploring the limits of the technology S-Curve. Part I: Architectural technologies. *Production and Operation Management*, 1(4), 358–366. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.1992.tb00002.x>
- Christensen C.M. (1997) *The innovators' dilemma: When new technologies cause great firms to fail*, Cambridge, MA: Harvard Business School Press.
- Cockburn I.M., Henderson R., Stern S. (2018) *The Impact of Artificial Intelligence on Innovation* (NBER Working Paper w24449), Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Coombs R., Miles I. (2000) Innovation, measurement and services: The new problematic. In: *Innovation Systems in the Service Economy. Measurement and Case Study Analysis* (eds. J.S. Metcalfe, I. Miles), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, pp. 85–103. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4425-8>
- Cox J.W., Hassard J. (2005) Triangulation in Organizational Research: A Re-Presentation. *Organization*, 12(1), 109–133.
- Damanpour F., Szabat K.A., Evan W.M. (1989) The relationship between types of innovation and organizational performance. *Journal of Management Studies*, 26(6), 587–602. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.1989.tb00746.x>
- Davenport T.H. (1993) *Process innovation: Reengineering work through information technology*, Cambridge, MA: Harvard Business School Press.
- Erevelles S., Fukawa N., Swayne L. (2016) Big Data consumer analytics and the transformation of marketing. *Journal of Business Research*, 69(2), 897–904. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.07.001>
- Ettlie J.E. (2000) *Managing technological innovation*, Hoboken, NJ: Wiley.
- Ettlie J.E., Reza E.M. (1992) Organizational integration and process innovation. *Academy of Management Journal*, 35(4), 795–827. <https://doi.org/10.2307/256316>
- Ettlie J.E., Rosenthal S.R. (2011) Service versus manufacturing innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 28(2), 285–299. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00797.x>
- Eurostat (2014) *Community Innovation Survey 2014*, Paris: Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/community-innovation-survey>, дата обращения 23.03.2022.
- Eurostat (2016) *Community Innovation Survey 2016*, Paris: Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/community-innovation-survey>, дата обращения 23.03.2022.
- Feldman M.P. (2002) The Internet revolution and the geography of innovation. *International Social Science Journal*, 54(171), 47–56. <https://doi.org/10.1111/1468-2451.00358>
- Francis D., Bessant J. (2005) Targeting innovation and implications for capability development. *Technovation*, 25(3), 171–183. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.03.004>
- Freeman C., Louca F. (2001) *As time goes by: The information revolution and the industrial revolutions in historical perspective*, Oxford: Oxford University Press.

- Gatignon H., Tushman M.L., Smith W., Anderson P. (2002) A structural approach to assessing innovation: Construct development of innovation locus, type, and characteristics. *Management Science*, 48(9), 1103–1122. DOI: 10.1287/mnsc.48.9.1103.174
- Gault F. (2018) Defining and measuring innovation in all sectors of the economy. *Research Policy*, 47(3), 617–622. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.01.007>
- Gobble M.M. (2013) Big data: The next big thing in innovation. *Research-Technology Management*, 56(1), 64–67. <https://doi.org/10.5437/08956308X5601005>
- Healey J.E. (2002) *A Tool for Social Research*, Belmont, CA: Wadsworth, Thomson Learning.
- Henderson R.M., Clark K.B. (1990) Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 9–30. <https://doi.org/10.2307/2393549>
- Hipp C., Grupp H. (2005) Innovation in the service sector: The demand for service specific innovation measurement concepts and typologies. *Research Policy*, 34(4), 517–535. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.03.002>
- Huang M.H., Rust R.T. (2018) Artificial intelligence in service. *Journal of Service Research*, 21(2), 155–172. <https://doi.org/10.1177%2F1094670517752459>
- Johnson M.W., Christensen C.M., Kagermann H. (2008) Reinventing your business model. *Harvard Business Review*, 86(12), 50–59. <https://hbr.org/2008/12/reinventing-your-business-model>, дата обращения 21.03.2022.
- Kang J., Kim J.-S., Seol S. (2019) The prioritization of technologies and public R&D roles between the manufacturing and service industries in the Fourth Industrial Revolution. *Foresight*, 21(6), 680–694. <https://doi.org/10.1108/FS-03-2019-0021>
- Kim J.-S., Kang J. (2018) The analysis on technological changes of the 4th Industrial Revolution using the Delphi method. *Kangwon National University's Journal of Social Science*, 57(1), 205–234. <https://doi.org/10.22418/JSS.2018.6.57.1.205>
- Kim J.-S. (2018) *Artificial intelligence, impacts, and strategies* (KJS Group Issue Paper 2018-03), Johor (Malaysia): KJS Group.
- Kim J.-S., Kang J. (2019) An exploratory study of innovation types and their importance under the 4th Industrial Revolution: Focusing on the analysis of Delphi results. *Chungbuk National University's Technology Management*, 4(2), 1–26.
- Laursen K., Foss N.J. (2003) New human resource management practices, complementarities and the impact on innovation performance. *Cambridge Journal of Economics*, 27(2), 243–263. <https://doi.org/10.1093/cje/27.2.243>
- Li L. (2018) China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of “Made-in-China 2025” and “Industry 4.0”. *Technological Forecasting and Social Change*, 135, 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.028>
- Lin L.H., Lu I.Y. (2005) Adoption of virtual organization by Taiwanese electronics firms. *Journal of Organizational Change Management*, 18(2), 184–200. <https://doi.org/10.1108/09534810510589598>
- Lovelock C.H. (1984) Developing and implementing new services, In: *Developing New Services* (eds. W.R. George, C.E. Marchall), Chicago, IL: American Marketing Association, pp. 44–64.
- Makridakis S. (2017) The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms. *Futures*, 90, 46–60. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.03.006>
- Martinez-Ros E., Labeaga J.M. (2009) Product and process innovation: Persistence and complementarities. *European Management Review*, 6(1), 64–75. <https://doi.org/10.1057/emr.2009.4>
- Miles I. (2006) Innovation in Services. In: *The Oxford Handbook of Innovation* (eds. J. Fagerberg, C.M. David, R.R. Nelson), Oxford: Oxford University Press, pp. 431–458.
- Miles I. (2007) Research and development (R&D) beyond manufacturing: The strange case of services R&D. *R&D Management*, 37(3), 249–268. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2007.00473.x>
- Miles I. (2016) Twenty years of service innovation research. In: *Service Innovation. Translational Systems Sciences* (ed. M. Toivonen), Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, pp. 3–34. https://doi.org/10.1007/978-4-431-54922-2_1
- Miles I., Saritas O., Sokolov A. (2016) *Foresight for science, technology and innovation*, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Moreira J., Silva M.J., Simões J., Sousa G. (2012) Drivers of marketing innovation in Portuguese firms. *Amfiteatru Economic Journal*, 14(31), 195–206.
- Mowery D.C., Bruland K. (2005) Innovation through time. In: *The Oxford Handbook of Innovation* (eds. J. Fagerberg, C.M. David, R.R. Nelson), Oxford: Oxford University Press.
- Munteanu A.I. (2015) Exists a relationship between strategic human resources management, innovation and competitive advantage? *Ecoforum Journal*, 4(1), 15. <http://www.ecoforumjournal.ro/index.php/eco/article/viewFile/117/92#:~:text=By%20presenting%20how%20strategic%20human,innovation%20and%20thus%20to%20obtain>, дата обращения 18.02.2022.
- Nijssen E.J., Hillebrand B., Vermeulen P.A., Kemp R.G. (2006) Exploring product and service innovation similarities and differences. *International Journal of Research in Marketing*, 23(3), 241–251. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2006.02.001>
- OECD (2015) *Data-driven innovation: Big Data for growth and wellbeing*, Paris: OECD.
- OECD (2016a) *Enabling the next production revolution: The future of manufacturing and services* (Interim report for the Meeting of the OECD Council at Ministerial Level), Paris: OECD.
- OECD (2016b) *OECD science, technology and innovation outlook 2016*, Paris: OECD.
- OECD (2017) *OECD Digital economy outlook 2017*, Paris: OECD.
- OECD/Eurostat (2018) *Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation*, Paris: OECD.
- Pisano G.P. (1996) *The development factory: Unlocking the potential for process innovation*, Cambridge, MA: Harvard Business School Press.
- 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. 44–91.
- Popper R. (2008b) How are foresight methods selected? *Foresight*, 10(6), 62–89. <https://doi.org/10.1108/14636680810918586>
- Porter M.E., Heppelmann J.E. (2014) How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 92(11), 64–88. <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>, дата обращения 14.04.2022.
- Ransbotham S., Kiron D., Gerbert P., Reeves M. (2017) *Reshaping business with artificial intelligence*. Cambridge, MA: MIT Sloan Management Review, Boston Consulting Group.
- Rindfleisch A., O'Hern M., Sachdev V. (2017) The digital revolution, 3D printing, and innovation as data. *Journal of Product Innovation Management*, 34(5), 681–690. <https://doi.org/10.1111/jpim.12402>
- Santamaria L., Nieto M.J., Miles I. (2012) Service innovation in manufacturing firms: Evidence from Spain. *Technovation*, 32(2), 144–155. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.08.006>
- Schwab K. (2017) *The fourth industrial revolution*, Geneva: World Economic Forum.
- Sirilli G., Evangelista R. (1998) Technological innovation in services and manufacturing: Results from Italian surveys. *Research Policy*, 27(9), 881–899. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(98\)00084-5](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(98)00084-5)
- Sjödin D.R., Parida V., Leksell M., Petrovic A. (2018) Smart factory implementation and process innovation. *Research-Technology Management*, 61(5), 22–31. <https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1471277>
- Spieth P., Schneckenberg D., Ricart J.E. (2014) Business-model innovation: State of art and future challenges for the field. *R&D Management*, 44(3), 237–247. <https://doi.org/10.1111/radm.12071>
- Tidd J., Bessant J. (2018) Innovation management challenges: From fads to fundamentals. *International Journal of Innovation Management*, 22(5), 1840007-1-13. <https://doi.org/10.1142/S1363919618400078>
- Tushman M.L., Anderson P. (1986) Technological discontinuities and organizational environments. *Administrative Science Quarterly*, 31(3), 439–465. <https://doi.org/10.2307/2392832>
- Utterback J.M. (1996) *Mastering the dynamics of innovation*, Cambridge, MA: Harvard Business School Press.
- Yu X., Nguyen B., Chen Y. (2016) Internet of things capability and alliance: Entrepreneurial orientation, market orientation and product and process innovation. *Internet Research*, 26(2), 402–434. <https://doi.org/10.1108/IntR-10-2014-0265>