

Новые стратегические подходы к освоению возникающих рынков передового производства

Юрий Симачёв*

Директор, профессор, yusimachev@hse.ru

Анна Федюнина

Ведущий научный сотрудник, afedyunina@hse.ru

Максим Юревич

Научный сотрудник, mayurevich@hse.ru

Михаил Кузык

Заместитель директора, mkuzyk@hse.ru

Николай Городный

Стажер-исследователь, na.gorodnyi@hse.ru

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

Аннотация

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

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

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

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

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

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

New Strategic Approaches to Gaining from Emerging Advanced Manufacturing Markets

Yuri Simachev*

Director and Professor, yusimachev@hse.ru

Anna Fedyunina

Senior Research Fellow, afedyunina@hse.ru

Maksim Yurevich

Researcher, mayurevich@hse.ru

Mikhail Kuzyk

Deputy Director, mkuzyk@hse.ru

Nikolai Gorodny

Research Intern, na.gorodnyi@hse.ru

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

Abstract

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

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

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

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

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

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

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

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

Методология

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

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

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

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

Структурные особенности глобальных рынков ПП

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

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

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

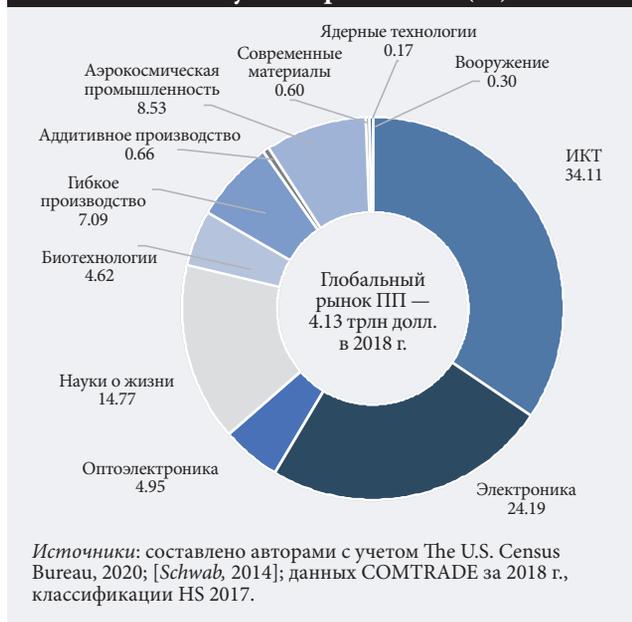
³ <https://www.census.gov/manufacturing/m3>, дата обращения 04.12.2020.

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

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

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

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



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

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

Табл. 1. Классификация рынков ПП

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

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

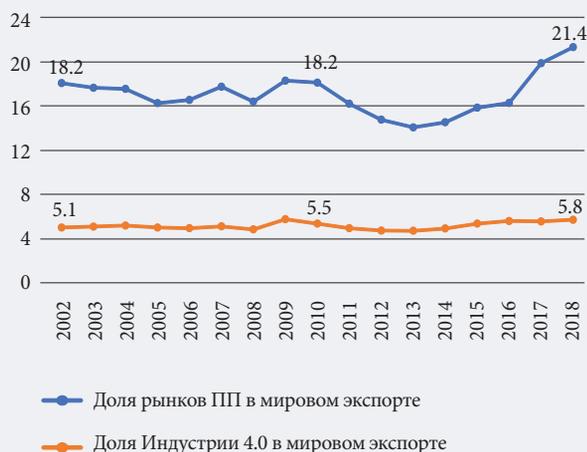
Источник: составлено авторами.

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

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

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

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



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

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

Рис. 3. Структура глобального рынка ПП (%)



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

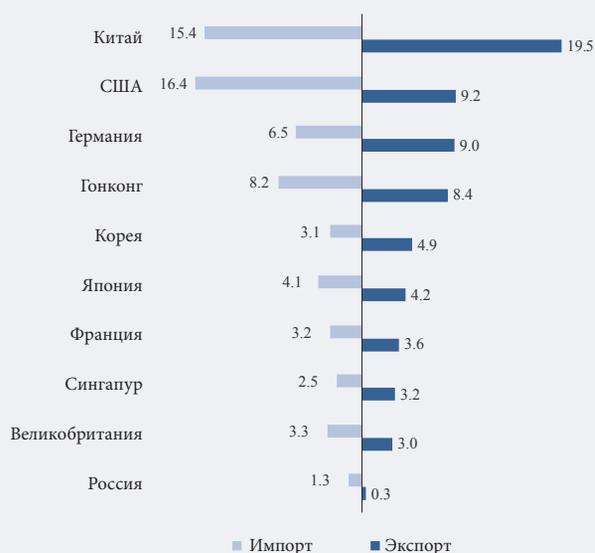
Позиции стран на рынках ПП

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

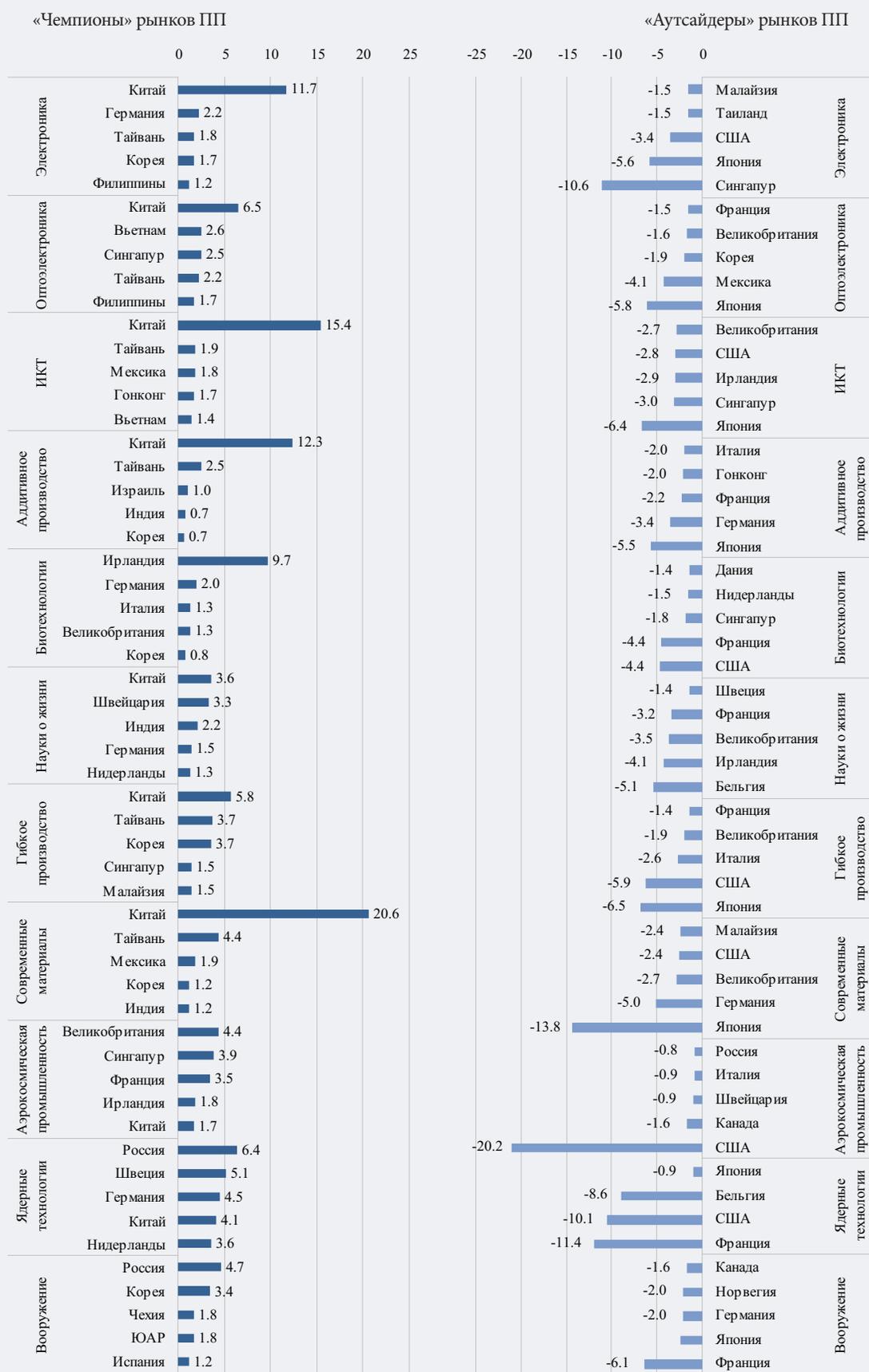
Факторы странового лидерства на рынках ПП

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

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

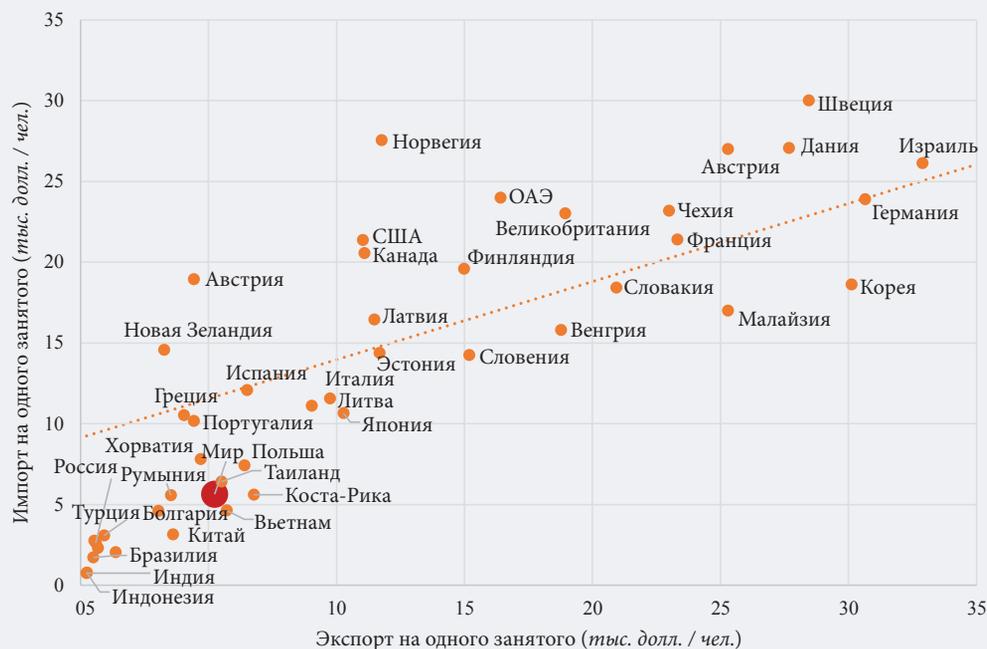
⁸ Crunchbase — онлайн-платформа с информацией о стартапах, принадлежащая TechCrunch, технологическому изданию из США (<https://www.crunchbase.com/>). Полученные результаты могут частично объясняться смещенностью базы — головной офис Crunchbase находится в Сан-Франциско, США.

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



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

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



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

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

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

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

Кейсы стран — новых лидеров по интеграции в рынки ПП

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

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

Табл. 5. Сравнительная характеристика рынков ППТ

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

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

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

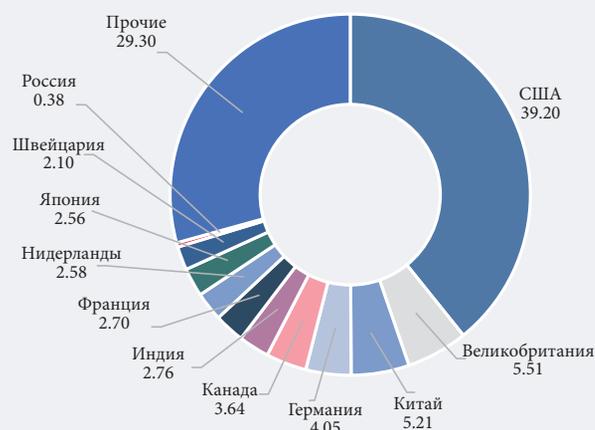
Вьетнам: производство электроники

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

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

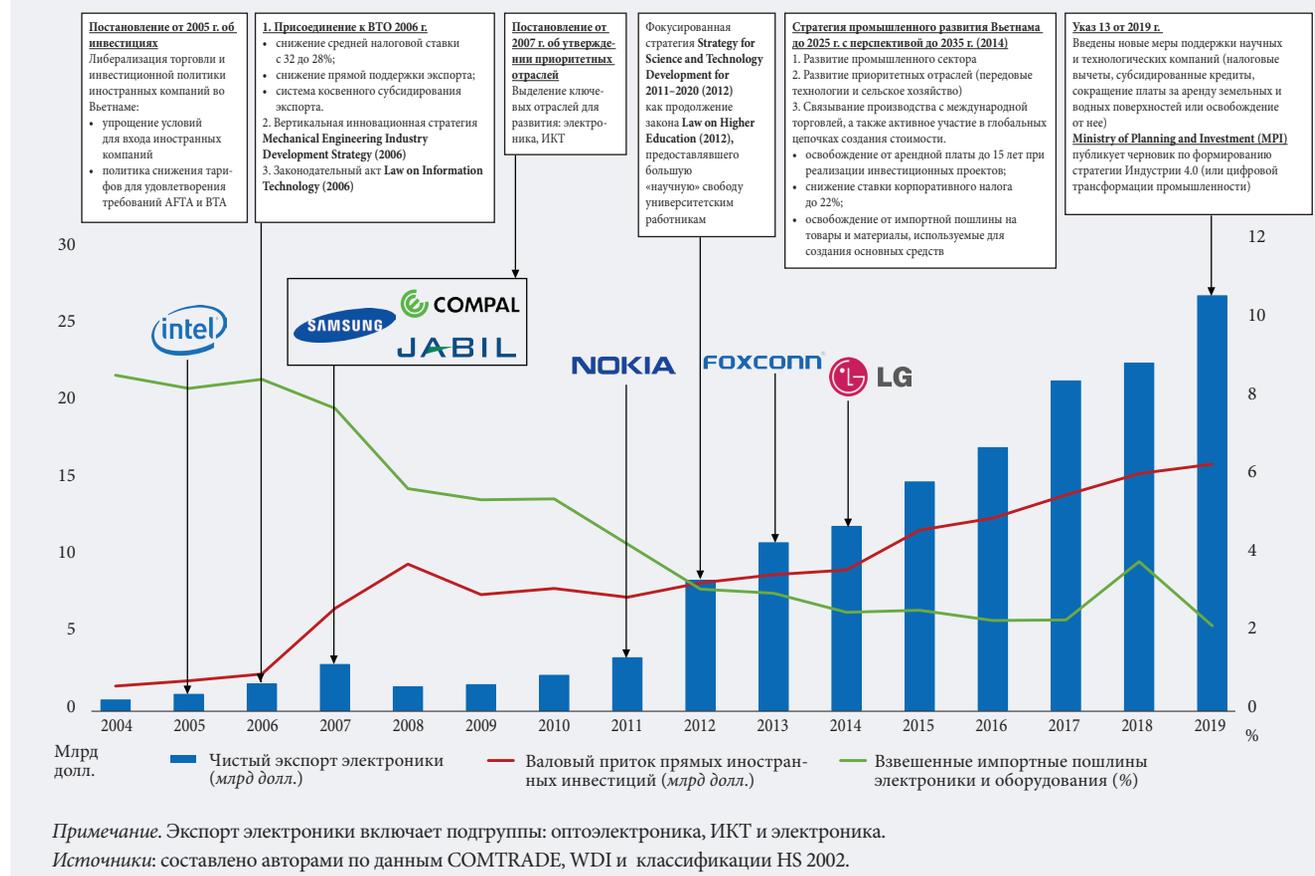
Вьетнам — единственная страна среди лидеров в производстве электроники, зависимость которой от иностранных компонентов усиливается. Доля ино-

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



Источники: составлено авторами по данным Crunchbase.

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



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

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

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

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

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

Ирландия и Турция: развитие биоиндустрии

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

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

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

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

Корея: развитие партнерства академической и бизнес-среды

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Обсуждение результатов и эффекты для политики

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Библиография

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

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