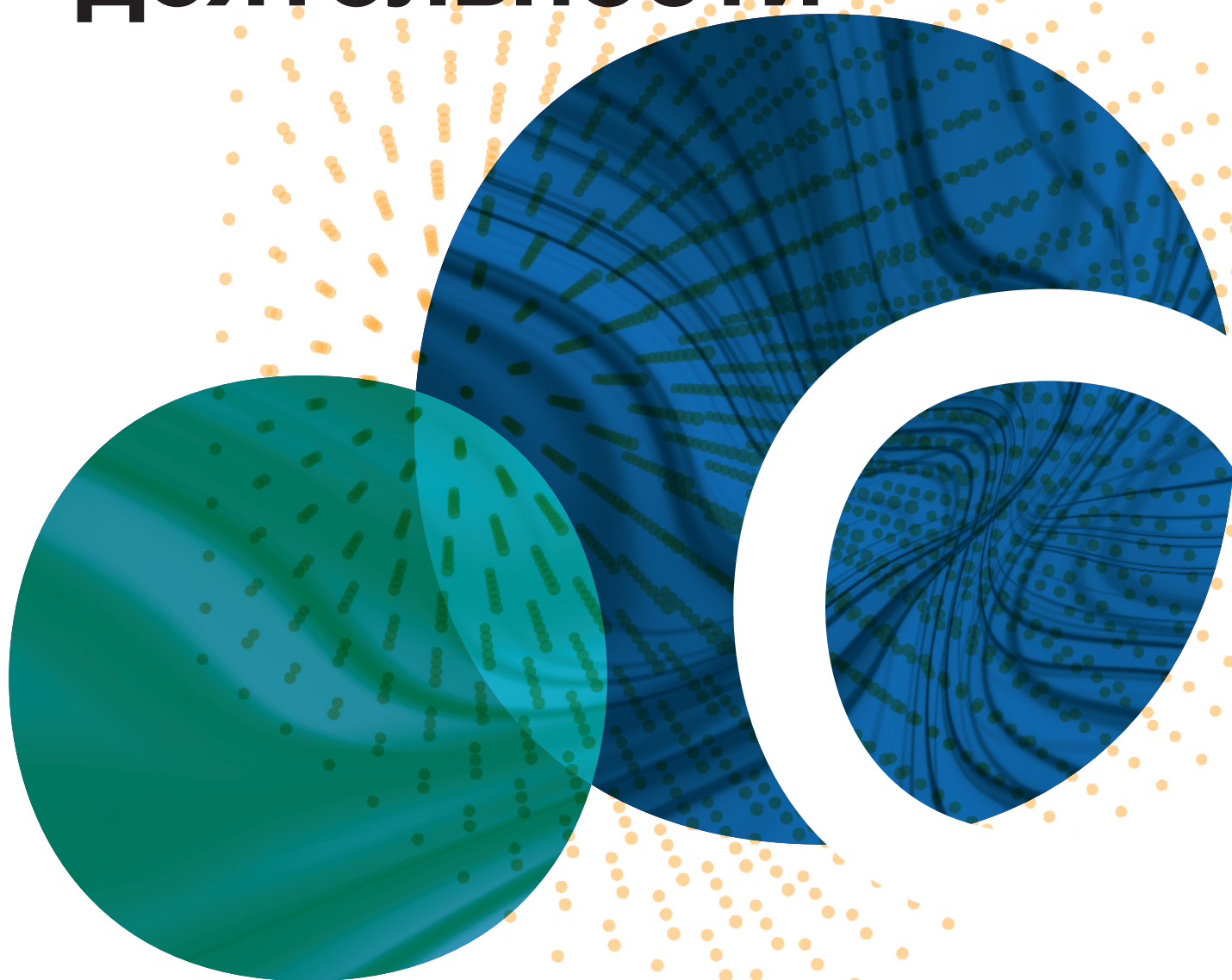


**Доклад о положении в области
интеллектуальной собственности
в мире за 2022 г.**

Вектор инновационной деятельности



**Доклад о положении в области
интеллектуальной собственности
в мире за 2022 г.**

Вектор инновационной деятельности

Настоящий материал распространяется на условиях лицензии Creative Commons. Атрибуция 4.0.

Пользователь вправе воспроизводить, распространять, адаптировать, переводить и публично исполнять контент настоящей публикации, в том числе для коммерческих целей, без явно выраженного согласия, при условии ссылки на ВОИС в качестве источника информации и четкого указания на то, что оригинальный контент претерпел изменения.

Предлагаемый текст цитирования источника: «Доклад о положении в области интеллектуальной собственности в мире за 2022 г. Вектор инновационной деятельности. Женева. ВОИС».

На адаптированной версии/переводе/производных произведениях не разрешается проставлять официальную эмблему или логотип ВОИС, если только эти документы не были утверждены и проверены на достоверность Организацией. За разрешением просьба обращаться в ВОИС через [веб-сайт Организации](#).

Любой производный материал должен содержать следующую правовую оговорку: «Секретариат ВОИС не несет никакой ответственности за изменение или перевод оригинального контента».

Если публикуемый ВОИС контент, например изображения, диаграммы, товарные знаки или логотипы, относится к сфере ведения третьего лица, то вся ответственность за получение разрешения обладателя/обладателей прав на этот контент лежит на пользователе.

Экземпляр упомянутой лицензии размещен по адресу <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Любой спор, возникающий в связи с настоящей лицензией, который не может быть урегулирован мирным путем, передается в арбитраж в соответствии с действующим на тот момент времени Арбитражным регламентом Комиссии Организации Объединенных Наций по праву международной торговли (ЮНСИТРАЛ). Стороны связаны любым арбитражным решением, вынесенным в результате такого арбитража, как окончательным решением по данному спору.

Употребляемые обозначения и изложение материала в настоящей публикации не означают выражения со стороны ВОИС какого бы то ни было мнения относительно правового статуса любой страны, территории или района, а также их властей, или относительно делимитации их границ.

Настоящая публикация не призвана отражать точку зрения государств – членов или Секретариата ВОИС.

Упоминание тех или иных компаний или продуктов, изготовленных определенными производителями, не означает, что ВОИС поддерживает или рекомендует их и отдает им предпочтение перед другими аналогичными компаниями или продуктами, которые не названы в публикации.

© WIPO, 2022

Всемирная организация
интеллектуальной собственности
34, chemin des Colombettes, P.O. Box 18
CH-1211 Geneva 20, Switzerland

DOI: 10.34667/tind.45361

ISBN: 978-92-805-3393-4 (печатная версия)

ISBN: 978-92-805-3394-1 (онлайновая версия)

ISSN: 2790-9883 (печатная версия)

ISSN: 2790-9891 (онлайновая версия)



Атрибуция 4.0 Всемирная
(CC BY 4.0)

Обложка: Getty Images / © AF-Studio and
Getty Images / © Lan Zhang

Содержание

Список таблиц и рисунков	4	Экосистемы инноваций задают вектор инновационной деятельности	15
Предисловие	5	Введение	
Благодарность	7	Что подразумевается под вектором инновационной деятельности?	16
Резюме	8	Технологии, стимулирующие рост инноваций	19
Технические примечания	107	Глава 1	
Сокращения	113	Определение вектора инновационной деятельности	20
		1.1 Социальные и частные выгоды от инноваций	20
		1.2 Взаимодействие в рамках экосистем инноваций	22
		1.3 Экономические факторы	25
		1.4 Как политика может формировать вектор инновационной деятельности?	31
		1.5 Вектор инновационной деятельности в развивающихся странах	35
		1.6 Вектор инновационной деятельности в будущем	38
		Новые технологии могут стимулировать развитие и появляться в местных экосистемах инноваций	47
		Глава 2	
		Вектор инновационной деятельности. Уроки истории	48
		2.1 Вторая мировая война	48
		2.2 Космическая промышленность	54
		2.3 Развитие ИТ в странах Восточной Азии	61
		2.4 Резюме главы и выводы	65
		Стремительно развивающиеся цифровые технологии	
		Патентная деятельность в 2015–2020 гг.	71
		Глава 3	
		Вектор инновационной деятельности: решение проблем будущего	72
		3.1 Опыт, полученный в ходе пандемии COVID-19	73
		3.2 Важнейшие меры по борьбе с изменением климата	77
		3.3 Цифровизация меняет мир	87
		3.4 Как с помощью мер государственной политики можно направить инновации на решение сложных проблем	93
		3.5 Выводы и рекомендации на уровне политики	95

Список таблиц и рисунков

Рисунок 1. Наиболее быстро развивающиеся области технологий по числу поданных патентных заявок, 1895–2020 гг.	9	Рисунок 2.1. КПД солнечных энергетических установок в процентах, 1960–2020 гг.	57
Рисунок 2. Рост числа патентов на технологии в процентах от среднего роста общего числа патентов, 2016–2020 гг.	10	Рисунок 2.2 Расходы НАСА и частные инвестиции США в космический сектор, 2010–2019 гг.	58
Рисунок 3. Финансирование космической деятельности со стороны НАСА и частных инвесторов США, 2010–2019 гг.	11	Рисунок 2.3. Доля глобальных патентов на электротехнику, оформленных в отдельных странах Азии, 1970–2018 гг.	64
Рисунок 4. Общая концепция взаимосвязей между участниками экосистемы инноваций	12	Рисунок 3.1а. Доля финансирования разработки вакцин против COVID-19 по типам в процентах	74
Рисунок 5. Оценка социальных и частных выгод разработки вакцин от COVID-19	12	Рисунок 3.1б. Финансирование разработки вакцин против COVID-19 по типам и регионам в млрд долл. США	74
Рисунок 6. Доля технологий в сфере ИКТ, на которые выданы всемирные патенты, отдельные страны Восточной Азии, 1950–2020 гг.	13	Рисунок 3.2. Доля государственных расходов на НИОКР в энергетике с разбивкой по технологиям в процентах, 1974–2019 гг.	78
Рисунок 7. Развитие технологий, связанных с охраной окружающей среды, в мире, 1973–2017 гг.	14	Рисунок 3.3а. Общее количество патентных заявок в области «чистых» технологий по категориям	81
Рисунок 1.1. Оценка социальных и частных выгод в млрд долл. США	21	Рисунок 3.3б. Технологии смягчения последствий изменения климата в энергетике по подкатегориям	81
Рисунок 1.2. Общая информация о взаимодействии заинтересованных сторон в экосистемах инноваций	23	Рисунок 3.4 Доля потребления энергии в США по основным источникам	82
Рисунок 1.3 Доля научных публикаций по научным направлениям, 1840–2019 гг.	26	Рисунок 3.5а. Общее число патентных заявок в автомобильной промышленности, с разбивкой на «зеленые» (электрические и гибридные), «серые» и «грязные» патенты	83
Рисунок 1.4. Доли патентов в разбивке по технологическим областям, 1900–2020 гг.	27	Рисунок 3.5б. Доли патентных заявок на «зеленые» (электрические и гибридные), «серые» и «грязные» технологии в автомобильной промышленности	83
Рисунок 1.5. Краткая концепция развивающейся экосистемы инноваций при создании новой технологии	29	Рисунок 3.6а. Доля мирового рынка, приходящаяся на электромобили	84
Рисунок 1.6. Краткая концепция циклов развития универсальных технологий	31	Рисунок 3.6б. Расходы на покупку электромобилей в зависимости от источника средств	84
Таблица 2.1. Десять университетов, с которыми OSRD заключила контракты на самые крупные суммы, в разбивке по сумме контрактов, 1941–1947 гг.	53	Рисунок 3.7. Доля цифровых универсальных технологий по категориям (слева) и в процентах от всех патентных заявок (справа)	88
Таблица 2.2. Лучшие университеты и больницы, заключившие контракты на осуществление проектов по пенициллину и малярии, 1941–1947 гг.	54		

Предисловие

На протяжении более 100 лет в мире растут темпы инновационной деятельности. Благодаря ряду революционных идей в сфере технологий – от двигателя внутреннего сгорания до информационно-коммуникационных технологий – инновации стали мощным инструментом повышения общего благосостояния и благополучия.

фото: WIPO/ © Berrod



Сегодня перед нами открываются широкие перспективы в сфере глобальных инноваций. Стремительно развиваются цифровые технологии, такие как искусственный интеллект, большие данные, облачные вычисления и Интернет вещей. Эти технологии способны преобразовать многие сегменты мировой экономики; стимулировать рост компаний, в том числе стартапов, и расширить права и возможности людей, живущих во всех регионах мира.

Но если положительное влияние новых идей, продуктов и услуг хорошо изучено, то среда принятия решений, лежащая в основе инноваций, пока не проанализирована настолько подробно.

Это объясняется множеством факторов. Многие решения, касающиеся инноваций, носят комплексный характер и затрагивают различные стороны и интересы разных групп. Например, появляется огромное множество новых научных и технических проектов, но объем ресурсов – как человеческих, так и финансовых – ограничен. Кроме того, перед принятием решений, касающихся инвестиций, необходимо сравнить новые технологии как с аналогичными новшествами, так и с существующими моделями. Кроме того, существуют факторы, которые невозможно спрогнозировать: потрясения, чрезвычайные ситуации и другие события; они могут резко менять спрос общества на инновационные решения.

Этот процесс является центральной темой Доклада о положении в области интеллектуальной собственности в мире за 2022 г. Наша цель состоит в том, чтобы пролить свет на то, как решения различных субъектов экосистем инноваций, включая директивные органы, исследователей, предприятия, предпринимателей и потребителей, формируют траекторию развития не только инновационной деятельности, но и экономики и общества во всем мире.

В начале доклада рассматриваются основные факторы, определяющие вектор инновационной деятельности, включая взаимосвязь между социальной и частной выгодой. Интересы государственного и частного сектора не всегда совпадают, но в докладе показано, что их можно эффективно использовать на общее благо.

Как и в предыдущих изданиях Доклада, мы дополняем концептуальный анализ рядом примеров. Рассматривая инновационные решения в области медицины, появившиеся во время Второй мировой войны, развитие «космической гонки» и рост индустрии информационных технологий в Восточной Азии, мы подробно описываем многообразные факторы и заинтересованные стороны, влияющие на вектор инновационной деятельности, и делаем выводы, актуальные как для высокоиндустриализированных, так и для развивающихся стран.

В заключении доклада высказываются предположения о том, как инновации могут помочь в решении глобальных проблем как настоящего, так и будущего. Траектория развития инновационной деятельности в долгосрочной перспективе остается неопределенной; тем не менее известно, что основополагающую роль в построении более экологичного, справедливого, здорового и устойчивого мира призваны сыграть новые цифровые технологии и решения. Как мы можем направить вектор инновационной деятельности на достижение положительных результатов, которые принесут выгоду экономике, населению и планете? Какие меры политики помогут согласовать частные стимулы для инноваций и потребности общества? И что можно сделать для того, чтобы эффективнее помогать развивающимся и наименее развитым странам реализовать многообещающие инновационные проекты?

Сейчас, когда мир восстанавливается после пандемии, инновации должны сыграть решающую роль в создании новых возможностей для развития и поиске столь необходимых решений общих проблем. В Докладе подчеркивается, что при всей сложности решений, касающихся инноваций, понимать их суть крайне важно.



Дарен Танг,

Генеральный директор Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС)

Благодарность

Доклад о положении в области интеллектуальной собственности в мире за 2022 г. был подготовлен под общим руководством Дарена Танга (Генерального директора) и Марко Алемана (помощника Генерального директора). Подготовку контролировал Карстен Финк (главный экономист), а осуществляла группа под руководством Хулио Раффо (руководитель Секции инновационной экономики). В группу вошли следующие сотрудники Департамента экономической информации и анализа данных ВОИС (DEDA): Интан Хамдан-Ливраменто (экономист), Мериам Зетабчи (экономист), Филипп Гроскурт (научный сотрудник), Федерико Москателли (научный сотрудник), Дейюн Инь (научный сотрудник) и Принс Огугоу (участник программы «Молодые эксперты»).

В основе доклада лежат исследования, подготовленные непосредственно для этой работы.

Глава 1. Материалы по социальным оценкам вакцин против COVID-19 предоставил Карстен Финк, а данные по перспективам развивающихся стран подготовили Сяолань Фу (Оксфордский университет) и Лю Ши (Оксфордский университет).

Глава 2. Подготовительные исследования по космосу представили Генри Херцфельд (Университет Джорджа Вашингтона), Бенджамин Стаатс (Университет Джорджа Вашингтона) и Джордж Леауа (Университет Джорджа Вашингтона); подготовительное исследование по антибиотикам – Бхавен Сампат (Колумбийский университет); подготовительное исследование по информационным технологиям в Восточной Азии – Кын Ли (Сеульский национальный университет).

Глава 3. Подготовительное исследование по низкоуглеродным технологиям выполнила Жоэль Ноэли (Женевский институт международных отношений, Амстердамский свободный университет, Институт Тинбергена), а исследование по универсальным цифровым технологиям – Мануэль Трахтенберг (Тель-Авивский университет).

Большую пользу группе по подготовке доклада принесли отзывы и замечания сторонних экспертов. Замечания и отзывы по главам доклада предоставил Ричард Р. Нелсон (Колумбийский университет).

Рецензии подготовительных исследований выполнили Сума Атрейе (Университет Эссекса), Доминик Форэ (Федеральная политехническая школа Лозанны), Лиза Л. Уэллетт (юридический факультет Стэнфордского университета), Кань Хуан (Чжэцзянский университет), Андреа Соммарива (Школа менеджмента SDA Bocconi) и Валерия Костантини (Третий университет Рима).

Ценные материалы и замечания при подготовке доклада предоставили ряд экспертов, в том числе Алика Дейли (ВОИС), Эрнест Мигелес (Университет Бордо), Джованни Наполитано (ВОИС) и Аня фон дер Ропп (ВОИС).

Ценную административную поддержку оказали Самия Ду Карму Фигейреду, Йована Стоянович и Джудит Давила Монзон.

Исследовательскую помощь на протяжении работы над докладом оказывали сотрудники Центра знаний ВОИС.

Наконец мы выражаем благодарность коллегам из ВОИС, отвечающим за редактуру и дизайн, которые руководили оформлением доклада.

Тема данного доклада – «Вектор инновационной деятельности», который в экономике определяется как комбинация или совокупность всех принимаемых отдельными лицами, фирмами, университетами и правительствами решений относительно того, какие технологические возможности следует использовать в определенный момент времени.

Речь не только о том, какие объемы средств различные страны инвестируют в реализацию новых идей. Распределение человеческих и финансовых ресурсов между различными видами инноваций может задать вектор инновационной деятельности сообществ, стран и даже всего мира на десятилетия вперед.

Предугадать и скоординировать этот вектор и его последствия в краткосрочной перспективе относительно легко. Например, чтобы бороться с пандемией COVID-19, правительства и компании успешно перенаправили инвестиции на инновации, связанные с разработкой, утверждением и массовым производством вакцин, благодаря чему цели удалось достичь в рекордно короткие сроки. Использование вакцин позволило значительно сократить число смертей и помогло восстановить мировую экономику после вызванного пандемией спада в 2020 г.

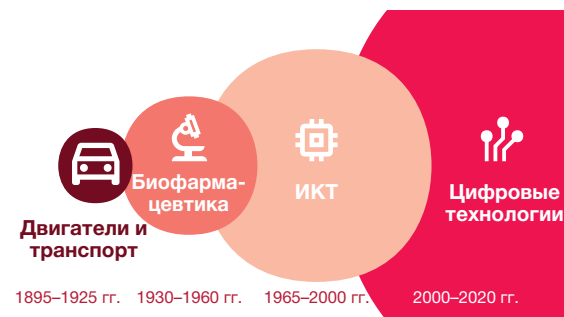
Менее предсказуемо влияние вектора инновационной деятельности в долгосрочной перспективе — с точки зрения как рентабельности инвестиций и прибыли для компаний, так и выгод для общества или их отсутствия. Например, трудно спрогнозировать, какие из технологических инноваций, направленных на борьбу с изменением климата, окажутся наиболее эффективными.

За последние 100 лет количество инноваций многократно увеличилось под воздействием самых разных катализаторов технического развития.

Решения в области инноваций, принятые в последнее столетие, привели к смещению траекторий развития технологий. В первые десятилетия прошлого века наиболее важными в инновационном ландшафте были технологии, связанные с двигателями внутреннего сгорания, транспортом и другими механическими машинами. Впоследствии, благодаря развитию фармацевтики в 1930-х гг. и появлению биотехнологий в 1990-х годах, стали быстро развиваться биофармацевтические технологии. В последние десятилетия XX века произошел серьезный сдвиг в сторону информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и полупроводников, на долю которых за 30 лет – с 1990 по 2010 гг. – пришлось четверть всех патентов. Такое увеличение доли патентов в области ИКТ стало в первую очередь следствием вытеснения «традиционных» технологий в области механики.

В последние 100 лет инновации развивались благодаря широкому разнообразию технологий

Рисунок 1. Наиболее быстро развивающиеся области технологий по числу поданных патентных заявок, 1895–2020 гг.



Сегодня стремительно развиваются новые перспективные технологии, и вектор дальнейших инноваций еще не определен.

В начале третьего десятилетия XXI века появились новые мощные факторы, воздействующие на направление инновационной деятельности в таких областях, как наука, техника и медицина.

Цифровизация меняет мир. Наступает эпоха цифровых технологий общего назначения, включая искусственный интеллект (ИИ), технологии прогнозирования, сложную автоматизацию и большие данные. Цифровые технологии общего назначения преобразуют различные отрасли за счет появления новаторов, новых структур, методов и ценностей. Благодаря этим технологиям возникают и новые отрасли, такие как интернет вещей.

Цифровизация способна стимулировать экономический рост, но существует и риск того, что она приведет к усугублению неравенства. ИИ, автоматизация и другие цифровые технологии общего назначения стимулируют экономический рост, если благодаря им появляются инновации, которые дополняют деятельность человека и повышают ее производительность. Но в ситуациях, когда инновации заменяют людей, экономическое неравенство может усиливаться. В связи с инновациями профессии устаревают, и появляются новые, требующие иных навыков. Одним развивающимся странам инновационные решения дают возможности совершить скачок в развитии, а другие могут упускать эти возможности из-за отсутствия крупных капиталовложений и высококвалифицированных кадров, необходимых для успешного развития технологий.

Успешная разработка вакцин от COVID-19 – модель инновационной деятельности, на которую можно

опираться. Пандемия COVID-19 обусловила и отчасти увеличила спрос на необходимые для борьбы с ней новые технологии. В условиях кризиса, вызванного пандемией, всем участникам экосистемы инноваций: правительствам, частному сектору, научно-исследовательским институтам и университетам, международным сообществам и неправительственным организациям (НПО), включая благотворительные фонды, – необходимо было безотлагательно искать решения.

В последние пять лет число патентов на инновации, связанные с цифровыми технологиями,росло на 172 процента быстрее, чем число остальных патентов

Рисунок 2. Рост числа патентов на технологии в процентах от среднего роста общего числа патентов, 2016–2020 гг.



Масштабы пандемии и тот факт, что она затронула значительную долю населения планеты, послужили серьезным стимулом для частного сектора. Кроме того, правительства ряда стран выделили частному сектору крупные суммы, в частности, на проведение клинических испытаний, а разработчики перспективных вакцин-кандидатов получили значительную финансовую поддержку на организацию крупномасштабных производственных мощностей.

Специальное разрешение на использование в чрезвычайных обстоятельствах и координация усилий соответствующих национальных и международных правительственных учреждений позволили ускорить распространение вакцин по всему миру.

Успешное сотрудничество государственного и частного секторов в оперативной разработке вакцин-кандидатов против COVID-19 показывает, как меры политики помогают перенаправить усилия в области инноваций в интересах достижения общей цели.

Разработка вакцины от COVID-19 оказала влияние на исследования и практическую деятельность в

области медицины. Успешное создание вакцины на основе мРНК стало убедительным доказательством того, что эта технология эффективна и ее можно использовать при борьбе с другими заболеваниями. Эти достижения могут положить начало новому «золотому веку» в разработке вакцин, подобному периоду Второй мировой войны.

Кроме того, кризис, вызванный COVID-19, ускорил внедрение в медицинскую практику цифровых технологий. Многие новшества уже находились на стадии внедрения, но в период пандемии стала очевидной настоятельная необходимость перехода на цифровые технологии, и появились возможности для внедрения таких методов повышения эффективности работы, как виртуальные медицинские консультации.

Однако в краткосрочной перспективе быстрое внедрение вакцин от COVID-19 и широкое применение лежащих в их основе биотехнологических инструментов сопряжены с определенными трудностями. Для создания и внедрения вакцин, созданных по новым технологиям, потребовались высококвалифицированные кадры и хорошо оснащенные исследовательские лаборатории. Кроме того, создание вакцин от COVID-19 и проведение их испытаний в ускоренном порядке вызвали задержки в утверждении других лекарственных препаратов, находящихся на этапе разработки, и концентрация усилий на вакцинах от COVID-19 и методах лечения этой болезни может в ближайшие годы отвлечь внимание от других направлений медицинских исследований.

Потребности общества в инновациях могут изменяться в кратчайшие сроки, особенно в условиях кризиса.

Порой предпочтения и приоритеты заинтересованных сторон в экосистемах меняются под влиянием масштабных, непредвиденных системных изменений, таких как новые революционные технологии, эпидемиологические кризисы и войны. В условиях потрясений, меняющих приоритеты, от правительств и директивных органов требуются решительные действия.

Например, во время Второй мировой войны правительство США задействовало для удовлетворения потребностей военного времени гражданскую науку, для чего создало и профинансировало государственные исследовательские организации, например, Национальный институт здравоохранения США (NIH). Сейчас, спустя более семидесяти лет, многие из медицинских инноваций, разработанных в тот период, вошли в стандартную врачебную практику.

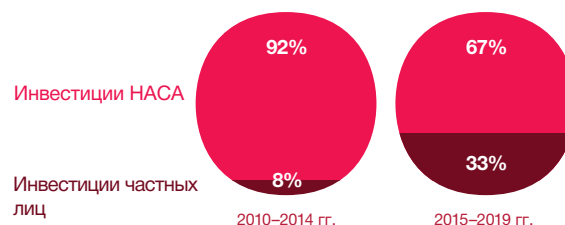
Вторая мировая война создала потребность в новых технологиях для решения таких проблем, как лечение раненых солдат и снижение уровня смертности. Во время войны правительство США выделило на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) значительные финансовые ресурсы, почти в 100 раз больше, чем вкладывалось в науку в предыдущие годы. Экстренное наращивание объема согласованных государственных мер создало условия для массового производства пенициллина, разработки заменителей крови, создания и производства вакцин, а также для проведения исследований, посвященных гормонам, и целого ряда других крупных достижений в медицине. Была заложена основа для дальнейших исследований и решений, повышающих эффективность медицины, влияние которых сохранялось долгие годы. В послевоенные десятилетия за исследованиями пенициллина последовала разработка фармацевтическими компаниями антибиотиков.

Холодная война также привела к расширению НИОКР, финансируемых из федерального бюджета США, в новых областях, таких как полет на Луну. В 1957 г. СССР стал первой страной, запустившей спутник на низкую околоземную орбиту. В 1961 г. США в ответ на это достижение инициировали программу с целью в течение десятилетия совершить пилотируемую посадку на Луну. Благодаря масштабным политическим обязательствам, крупному бюджету, научному и инженерно-техническому потенциалу в октябре 1969 г. цель была достигнута.

К концу XX века целевое финансирование НИОКР, имеющих отношение к космическим программам, в США создало условия для разработки телекоммуникационных спутниковых технологий и в конечном счете – для коммерческой деятельности, связанной с космосом. Разрабатываемые для космических систем информационные технологии, средства дистанционного зондирования изображений, данные систем PNT (позиционирования, навигации и синхронизации) и другие решения играют все более заметную роль в экономике развитых индустриальных держав. В ближайшие десятилетия новая «космическая гонка», в которой будут соперничать США и Китай, может привести к появлению инновационных технологий, которые невозможно прогнозировать.

Инновации, связанные с освоением космоса: государственное финансирование создало условия для развития новых технологий и отраслей

Рисунок 3. Финансирование космической деятельности со стороны НАСА и частных инвесторов США, 2010–2019 гг.



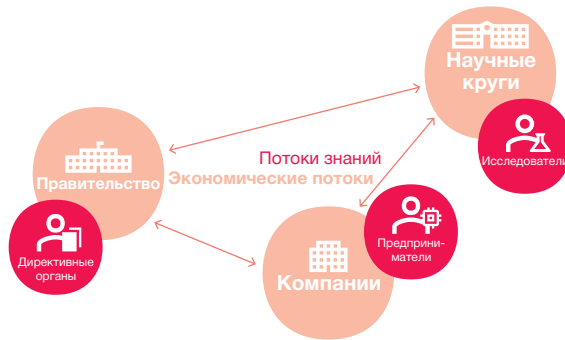
Вектор инновационной деятельности не определяется какой-либо структурой единолично; это результат динамично взаимосвязанных решений, принимаемых предпринимателями, исследователями, потребителями и директивными органами.

Он постоянно меняется. На него влияют решения и взаимодействие заинтересованных сторон в государственном и частном секторах, стремящихся извлечь из инноваций выгоду. Именно экосистема инноваций задает вектор инновационной деятельности. Любознательность побуждает исследователей изучать новые направления науки, а инженеров – экспериментировать с новыми технологиями. Компании, предприниматели и правительства ищут возможности для инноваций на основе прогнозов потенциальной выгоды для частного сектора и для общества.

Заинтересованные лица в частном секторе используют возможности для инноваций более охотно, если ожидаемая прибыль предсказуема и легко оценивается в стоимостном выражении. Кроме того, для них привлекательны краткосрочные инновационные проекты, где риск неудачи ниже. Но более рискованные долгосрочные проекты могут быть наиболее перспективными с точки зрения социальных выгод.

Экосистемы инноваций задают вектор инновационной деятельности на десятилетия вперед

Рисунок 4. Общая концепция взаимосвязей между участниками экосистемы инноваций



Правительствам следует создавать условия как для социальных, так и для частных выгод от инноваций. Зачастую они решают эту задачу, направляя ресурсы и усилия на инновации в интересах общества – такие как товары или услуги, свободно доступные для всех, например, в области государственной обороны или предотвращения пандемий. Кроме того, от них может исходить основной спрос на инновационные технологии. Правительства разрабатывают меры политики, влияющие на предоставление общественных благ, связанных со здравоохранением, безопасностью и образованием.

В значительной степени вектор инновационной деятельности определяют знания, которые отрасли получают в результате своей работы или с помощью цепочек поставок. Потоки знаний и инноваций в различных областях и отраслях мотивируют ученых, инженеров и предпринимателей работать в новых сферах и отраслях, применяя уже освоенные ими технологии и перераспределяя ресурсы, что в конечном счете влияет на вектор инновационной деятельности.

Мотивы государственного и частного секторов для применения инноваций не всегда совпадают, но и те, и другие можно использовать для общего блага.

Социальные и частные выгоды от использования технологий задают вектор инноваций. Инновации могут оказывать преобразующее воздействие – как положительное, так и отрицательное – на окружающую среду, здоровье населения, местное население, конкретные демографические группы и т.д. Это примеры социальной выгоды от инноваций. Если новая технология не оказывает негативного воздействия на окружающую среду, она приносит обществу социально-экономические выгоды;

и наоборот, более дешевая, но загрязняющая окружающую среду технология может иметь негативные социально-экономические последствия.

Социальные выгоды могут существенно отличаться от частных выгод, которые получают новаторы, заинтересованные в коммерческой прибыли, что было доказано при разработке вакцин от COVID-19. По данным нашего исследования, социальная выгода от инноваций в области вакцин во всем мире составляет 70,5 трлн долл. США, что в 887 раз превышает выгоду для частного сектора. Столь значительный объем социальной выгоды показывает, насколько велика ценность спасенных жизней, предотвращенных болезней и снятия связанных с пандемией ограничений – она существенно перевешивает доходы, получаемые производителем вакцин.

Государственно-частные инновации крайне важны для общего блага

Рисунок 5. Оценка социальных и частных выгод разработки вакцин от COVID-19



Разные страны мира имеют разные потребности в плане инноваций.

Возможности развивающихся стран создавать новые технологические решения или использовать существующие решения для удовлетворения своих специфических социально-экономических потребностей зависят от их экосистем инноваций и от того, насколько они связаны с глобальными сетями инноваций.

В ряде стран, обычно в странах со средним уровнем дохода, благодаря экосистемам инноваций появляются беспрецедентные возможности для новаторства, которые открываются за счет использования их научного потенциала, технологического капитала и квалифицированных кадров для сокращения технологического разрыва с наиболее развитыми странами.

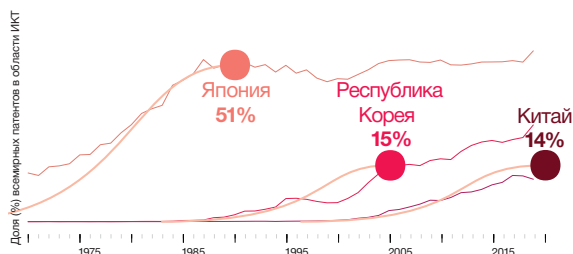
Примером служит ИТ-индустрия Восточной Азии: Япония, Республика Корея и Китай сумели полностью интегрироваться в глобальную экономику

и стать важнейшими и активными участниками международных производственно-сбытовых цепочек. Промышленная политика этих стран способствовала их переходу на передовые информационные технологии всего за несколько десятилетий. В 1980-х годах страны Восточной Азии вышли на рынки ПК (персональных компьютеров), видеомагнитофонов, аудиокассет и телекоммуникационного оборудования. В 1990-х годах появились чипы и беспроводные сотовые телефоны, а в 2000-х годах – целый ряд цифровых продуктов, включая телевизоры, беспроводные телекоммуникационные системы и смартфоны.

Экономическое развитие всех стран Восточной Азии имеет общие элементы. Это догоняющее развитие экономики, быстрое технологическое развитие частных фирм и отраслей, а также государственная политика, направленная на снижение рисков, связанных с вхождением фирм в новые отрасли.

Новые технологические возможности могут ускорять экономическое развитие

Рисунок 6. Доля технологий в сфере ИКТ, на которые выданы всемирные патенты, отдельные страны Восточной Азии, 1970–2020 гг.



Субъекты, как относящиеся, так и не относящиеся к рынкам, не всегда имеют достаточный местный инновационный потенциал для поиска, освоения и изучения новых технологий, разработанных в других странах, либо для самостоятельной разработки инновационных решений. Низкая покупательная способность может затруднять доступ к глобальным инновациям, удовлетворяющих их потребности. В условиях, когда основные объекты инфраструктуры, такие как дороги, системы энергоснабжения и медицинского обслуживания, и важные институты, такие как финансовый сектор, неэффективны или отсутствуют, использование тех или иных зарубежных технологий может оказаться нецелесообразным. В таких ситуациях нужно внедрять инновации, не требующие высококвалифицированных специалистов, как правило, маломасштабные и ориентированные на население конкретных районов и конкретные регионы.

В любом случае в первую очередь следует удовлетворять потребности конкретной страны, поскольку в разных частях света инновационная деятельность ведется по-разному. Инновации, импортируемые из-за рубежа, должны быть пригодны для использования в стране-импортере. Только когда учитываются вышеперечисленные факторы, возможны всеобъемлющие изменения. Еще важнее учитывать, что социальной ценностью обладают не только самые передовые инновации.

Крайне необходимы технологии для решения таких серьезных проблем, как изменение климата

В будущем вектор инновационной деятельности будет зависеть от международной и многосторонней политики, направленной на решение самых серьезных вопросов, таких как доступ к образованию и здравоохранению и смягчение последствий изменения климата.

Успешное сотрудничество государственного и частного секторов с целью оперативного создания вакцин-кандидатов против COVID-19 показывает, как меры политики, ориентированные на решение конкретных задач, могут приводить к важным изменениям. Как и в военное время, в 1940-х годах, совместная работа проводилась с опорой на существующие научные достижения и технологии, доказывая их эффективность и обеспечивая быстрое и широкомасштабное производство и внедрение вакцин.

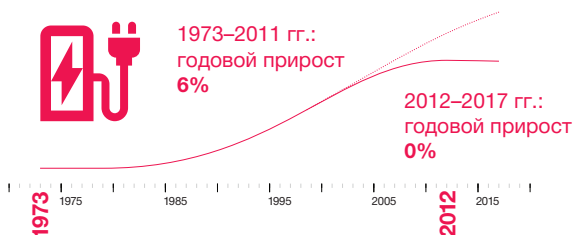
Можно ли использовать меры политики, ориентированные на выполнение конкретных задач, для решения серьезных и комплексных социальных, экологических и экономических проблем, стоящих перед миром? Меры, предполагающие централизованное принятие решений и концентрацию ресурсов на одной конкретной цели, помогли достичь результатов в случае лунной программы НАСА и разработки вакцины от COVID-19. Но даже таких мер политики может быть недостаточно. Ряд экспертов считают, что, помимо государственной политики, для выработки любого решения также требуются усилия всех заинтересованных сторон экосистемы инноваций, включая потребителей.

Расширение обязательств по устойчивому развитию на государственном, частном и даже потребительском уровне меняет методы ведения бизнеса, обуславливая, например, переход на возобновляемые источники энергии или внедрение технологий снижения углеродного следа с целью смягчения последствий изменения климата. Используя субсидии, нормы и стандарты для расширения использования экологических технологий, правительства помогают снизить риски и неопределенность,

связанные с инвестированием в новые, малоисследованные технологии в области альтернативной энергетики.

Резкий скачок цен на нефть привел к бурному развитию экологичных технологий, но этого роста может быть недостаточно...

Рисунок 7. Развитие технологий, связанных с охраной окружающей среды, в мире, 1973–2017 гг.



В первые два десятилетия XXI века отмечался рост инноваций в области низкоуглеродных технологий, особенно в энергетическом секторе, что сопровождалось резким ростом числа соответствующих патентов. Не менее активно развивались и вспомогательные технологии, в том числе связанные с аккумуляторами, водородным топливом и интеллектуальными электросетями.

Но внедрение технологий, разработка которых находится на ранних стадиях, то есть на этапе фундаментальных и прикладных исследований, как правило, сопряжено с серьезными рисками, и для снижения этих рисков необходимо государственное финансирование. Например, технологии снижения содержания углерода являются дорогостоящими в производстве и обслуживании.

Кроме того, восприятие рисков, связанных с глобальным потеплением, постепенно меняется. Именно от прогнозируемого спроса зависит готовность заинтересованных сторон в частном секторе инвестировать в развитие экологичных технологий.

Могут ли меры политики помочь сформировать вектор инновационной деятельности?

Государственная политика может влиять на вектор инновационной деятельности разными способами.

В условиях, когда неопределенность и риск, связанные с инновациями, наиболее велики, больше всего необходима политика стимулирования научных и технологических открытий. Например, для содействия развитию оборонных

и аэрокосмических технологий правительства регулярно используют прямые закупки.

На первых этапах, сразу после того как сделано открытие, как правило, наиболее эффективна политика снижения рисков. Типичными инструментами политики снижения рисков являются субсидии на НИОКР, льготные кредиты и налоговые льготы организациям, занимающимся НИОКР.

Политика раннего внедрения направлена не только на снижение риска, связанного с инновациями, но и на увеличение числа компаний, использующих конкретную технологию. Правительства могут принять меры по наращиванию производства технологии и тем самым обеспечить достаточные масштабы для того, чтобы она приносила прибыль.

Кроме того, правительства могут снижать риск или стимулировать внедрение необходимых инновационных решений, побуждая население потреблять содержащие эти инновации товары и услуги. Они могут предоставлять субсидии производителям, что даст им возможность снижать цены, или потребителям, что будет стимулировать их к покупке. Они могут влиять на внедрение технологий через финансируемые государством образовательные программы, благодаря которым снижается стоимость обучения и увеличивается число квалифицированных специалистов, а также поощряется предпринимательство в отдельных областях.

Регулирование цифровых технологий, включая регулирование доступа к данным, играет важную роль в поддержании конкурентного рынка, где инновационная деятельность приветствуется и вознаграждается. Поскольку цифровые технологии стремительно развиваются, правительства многих стран мира в настоящее время рассматривают возможность разработки собственного инструментария регулирования.

Решение самых серьезных мировых проблем: борьба с изменением климата, снижение неравенства, обеспечение продовольственной безопасности, предотвращение пандемий – это общественное благо, и частный сектор сам по себе вряд ли сможет выделить достаточно инновационных ресурсов на эти цели. Для борьбы с изменением климата также недостаточно лишь усилий частного и государственного секторов в отдельных странах. Только благодаря многосторонним, скоординированным на международном уровне усилиям мы сможем решить эти глобальные проблемы.

Экосистемы инноваций задают вектор инновационной деятельности



Что подразумевается под вектором инновационной деятельности?

Более 250 лет назад шотландский инженер Джеймс Уатт (1736–1819 гг.) создал первый работоспособный паровой двигатель, положив тем самым начало первой промышленной революции и эпохе стремительного технического прогресса, обеспечившего масштабный экономический рост, который приносит выгоду странам и субъектам экономики по всему миру. В настоящее время начинается четвертая промышленная революция с широким применением цифровых технологий – таких как робототехника, искусственный интеллект и большие данные.

Будущий экономический рост, уровень жизни и общее благосостояние в мире во многом зависят от того, как быстро и в каких объемах страны, отрасли и компании инвестируют в перераспределение ресурсов (как человеческих, так и финансовых) научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в новые технологии.

Однако некоторые решения, касающиеся инноваций (в данном случае под этим термином подразумеваются новые продукты и процессы, из которых извлекается коммерческая выгода), принимать непросто. В любой момент времени существующие технологии конкурируют с новыми перспективными технологиями как источники потенциальной прибыли. У парового двигателя, электричества и Интернета были конкурентноспособные альтернативы, которые могли заменить их или остановить их развитие. В 1800-х годах тепловой двигатель Стирлинга считался серьезным конкурентом паровому двигателю, но он не так эффективно работал на доступном сырье и не удовлетворял потребностей промышленности того времени. На рубеже XX века города в основном освещались газовыми фонарями. Только когда в последующие годы электричество стало общедоступным, газовые фонари начали заменять на электрические: они были более безопасными, дешевыми и яркими. В 1980-х годах, за десятилетие до появления электронной почты и стремительного развития Интернета, во Франции уже широко использовалась интерактивная служба онлайн-контента под названием Minitel, позволяющая общаться и покупать товары с помощью экрана, клавиатуры и модема, подключенного к телефонной сети. Любопытно, что из-за приверженности к этой революционной технологии, которая в конечном

счете оказалась неэффективной, Интернет во Франции распространялся медленнее, чем в соседних странах, которые не разработали аналогичную инновационную систему.

Принять решение о выборе технологического пути непросто. С одной стороны, в любой момент времени существует множество возможностей для развития, но с другой, объем экономических ресурсов для инвестиций в инновации не безграничен. Так, ограничено число талантливых специалистов – инженеров, ученых или предпринимателей – и объем финансовых ресурсов, которые могут быть направлены на инновационную деятельность. Чтобы получить максимальную выгоду от инвестиций в НИОКР, частные компании и предприниматели всегда сначала оценивают перспективы определенной технологии и предпочтения потребителей и лишь потом принимают решения, касающиеся инноваций. Например, в начале XX века существовали как автомобили, работающие на бензине, так и электромобили; но за пределами городов практически не существовало электросетевой инфраструктуры, тогда как создание инфраструктуры для бензиновых автомобилей было менее затратным. В результате потребители предпочитали автомобили, работающие на бензине, которые предоставляли им независимость в передвижении.

Чем успешнее инновационное решение, тем более серьезные преобразования могут последовать за его внедрением: например, мобильные телефоны изменили рынок телефонной связи. Для разработки успешных инноваций создаются новые компании и отрасли, которые приходят на замену производителям менее успешных новаторских решений.

«Вектор инновационной деятельности» в экономике определяется как комбинация или совокупность всех принимаемых отдельными лицами, фирмами, университетами и правительствами решений относительно того, какие технологические возможности следует использовать

Принимая решения о том, как лучше использовать деньги налогоплательщиков, и разрабатывая меры политики поддержки инноваций, правительства и директивные органы сталкиваются с проблемой выбора наиболее перспективных производителей.

Тема последнего издания Доклада о положении в области интеллектуальной собственности в мире – «Вектор инновационной деятельности», который в экономике определяется как комбинация или совокупность всех принимаемых отдельными лицами, фирмами, университетами и правительствами решений относительно того, какие технологические возможности следует использовать в определенный момент времени. Предугадать и скоординировать этот вектор и его влияние на экономику в краткосрочной перспективе относительно легко. Так, чтобы бороться с пандемией COVID-19, правительства

и компании успешно перенаправили инвестиции на инновации, связанные с разработкой, утверждением и массовым производством вакцин (см. главу 3), благодаря чему цели удалось достичь в рекордно короткие сроки. Вакцины значительно сократили число смертей от этого заболевания и помогли мировой экономике восстановиться после вызванного пандемией спада 2020 г., при этом частные компании, участвующие в производстве вакцин, получили значительный объем доходов.

Менее предсказуемо (и труднее поддается координации) экономическое влияние вектора инновационной деятельности в долгосрочной перспективе. Например, трудно предугадать последствия COVID-19 в будущем. Подобным образом, усилия по созданию «чистых» технологий для ограничения выбросов CO₂, самого распространенного парникового газа, до сих пор дают неопределенные результаты. Неясно, достаточно ли выделенных ресурсов и достаточно ли полно совместимы технические методы, которые предполагается использовать, чтобы эффективно бороться с глобальным потеплением (см. главу 3). Выбор технологического пути может открыть непредсказуемые возможности для получения прибыли, иногда на много лет вперед. Как было продемонстрировано в главе 2, солнечные батареи впервые использовались в рамках космической программы США еще в конце 1950-х годов, но лишь через много лет они нашли коммерческое применение.

Дело не только в объемах инвестиций, но и в том, как распределить их между разными технологиями. Распределение человеческих и финансовых ресурсов может задать вектор инновационной деятельности сообществ, стран и даже всего мира на много десятилетий.

Какова роль государственной политики в определении вектора инновационной деятельности? Национальные правительства уже пытаются направлять инновации через финансирование высшего образования и исследовательской деятельности. В большинстве стран существуют научные учреждения, такие как университеты и другие высшие учебные заведения, которые осуществляют финансируемые государством учебные и исследовательские программы. Они являются элементами долгосрочной политики, направленной на устранение неопределенности и расширение горизонтов фундаментальной науки. Кроме того, правительства финансируют научно-технические программы, ориентированные на выполнение конкретных задач. Например, Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) и Европейское космическое агентство часто заказывают технологические разработки у частного сектора.

Государственная политика в отношении инноваций и решения, принимаемые частными компаниями, сосуществуют в сложной экосистеме инноваций, которая включает и отдельных людей (например, ученых), и государственные учреждения, и многонациональные компании. Государственные учреждения и частные компании могут работать совместно или конкурировать за выделяемые на инновационную деятельность ограниченные ресурсы. В любом случае, они постоянно влияют друг на друга. Например, именно заказ со стороны государства положил начало американской космической программе и стал предпосылкой для создания НАСА и формирования аэрокосмической промышленности США (см. главу 2). Понимание экосистем инноваций имеет решающее значение для разработки политики в области инноваций, которая позволит эффективно распределять ресурсы для стимулирования инноваций и направления их на удовлетворение конкретных мировых потребностей.

Совершенные в прошлом научные открытия служат основой для создания новых инновационных продуктов. Именно многолетние фундаментальные исследования и достижения в области биологии и генетики позволили так быстро разработать вакцины против COVID-19 (см. главу 3). Решения правительств и частных потребителей помогают инженерам и предпринимателям решать, какие новые продукты следует разрабатывать.

Сегодня существует целый ряд технологий, которые в ближайшем будущем серьезно изменятся, например, возобновляемые источники энергии, редактирование генов и нанотехнологии. Новая промышленная революция, основанная на цифровых технологиях, уже приводит к масштабным изменениям в глобальной экономике, перестраивая международные и локальные производственно-сбытовые цепочки (цепочки поставок) и изменяя роль квалифицированных кадров в сфере услуг. Одни отрасли ждут бурное развитие, а другие – спад.

Новые цифровые технологии могут помочь в решении самых серьезных мировых проблем, таких как глобальное потепление и будущие пандемии (см. главу 3). Но как директивные органы могут обеспечить продолжение развития необходимых инноваций? Как они могут поощрять инновации в областях, повышающих социальное благосостояние, таких как устойчивые и социально значимые технологии?

В этом докладе освещаются эти важнейшие темы. В главе 1 рассматриваются основные концептуальные элементы, определяющие вектор инновационной деятельности, представлены существующие экономические факторы и определен вектор инновационной деятельности в контексте

экосистем инноваций. В главе 2 эти концепции анализируются с применением трех примеров из прошлого: инновации во время Второй мировой войны, зарождение космической промышленности и подъем информационно-технологической индустрии в Азии. В главе 3 освещается вопрос о том, каким образом инновации помогут решить три серьезнейшие проблемы. В ней говорится о разработке экологических технологий для сдерживания глобального потепления; применении опыта, извлеченного из кризиса COVID-19; и успешном применении новых прорывных цифровых технологий.

Технологии, стимулирующие рост инноваций

Двигатели
и транспорт



1895–1925 гг.



Биофарма-
цевтика

1930–1960 гг.



ИКТ

1965–2000 гг.



Цифровые
технологии

2000–2020 гг.

Определение вектора инновационной деятельности

Что подразумевается под вектором инновационной деятельности? Это совокупность всех принимаемых в какой-либо момент времени отдельными лицами, фирмами, университетами и правительствами решений в любой сфере деятельности о том, какие направления инноваций следует развивать. Существуют разнообразные технологические и научные возможности для инноваций; однако ресурсы, которые можно инвестировать, как финансовые, так и человеческие, ограничены. Какие-то решения о направлении инноваций приводят к поразительному успеху: примером могут послужить новые вакцины на основе матричной рибонуклеиновой кислоты (мРНК), разработанные для борьбы с тяжелым острым респираторным синдромом, вызванным коронавирусом – 2 (SARS-CoV-2), о котором говорится ниже и в главе 3. Какие-то не приносят результатов.

Решения об инновациях, принимаемые отдельными лицами и фирмами, зачастую обусловлены перспективой получения финансовой прибыли. Но они также могут иметь социально-экономическое воздействие, как положительное, так и отрицательное. Оно ощущается не только в сфере бизнеса, но и в более широком контексте. Поэтому принимаемые решения могут как согласовываться с социальными и частными ожиданиями в отношении вектора инновационной деятельности, так и противоречить им. Такие ожидания рассматриваются в разделе 1.1, в котором анализируются концепции частной и социальной выгоды от инноваций. В разделе 1.2 уделяется внимание сложной экосистеме взаимодействия компаний, университетов и правительства. В разделе 1.3 рассматриваются экономические факторы, определяющие вектор инновационной деятельности. В разделе 1.4 изложены основные инструменты политики, способные стимулировать инновации, и освещается вопрос о том, как они могут влиять на вектор инновационной деятельности. В разделе 1.5 речь идет о том, каким образом инновации могут быть внедрены в менее развитых странах. Глава завершается разделом 1.6, который содержит общие замечания о будущем векторе инновационной деятельности.

1.1 Социальные и частные выгоды от инноваций

Частные компании и предприниматели постоянно принимают решения об инновациях, рассчитывая на то, что они принесут их бизнесу выгоду. Они решают,

выгодно ли с финансовой точки зрения внедрять новые технологии в производственные процессы и разрабатывать новые технологии или продукты. Они также принимают решения о том, какие именно возможности для технических нововведений следует использовать. Так, компании, разрабатывающие вакцины против коронавируса (COVID), выбирали между традиционными вакцинами, в которых для формирования иммунитета используется ослабленный или инактивированный возбудитель инфекции, и новой технологией создания вакцин на основе мРНК. (При использовании последней технологии в организм вносится небольшой участок генетического кода вируса SARS-CoV-2, который стимулирует выработку антител в качестве иммунного ответа).

Частная выгода, которая по сути является финансовой прибылью, представляет собой разницу между доходами компаний и предпринимателей, получаемых ими при успешной коммерциализации инноваций, и всеми расходами на разработку инновации, в том числе на попытки, оказавшиеся неудачными. Правительства могут помочь сократить определенные затраты с помощью налоговой политики, субсидий и кредитов. Кроме того, они могут обеспечить доход для частных инноваций путем гарантирования цен. Такие меры политики в области инноваций обсуждаются далее в разделе 1.4.

Социальные выгоды – это влияние инноваций на общество в целом, включая экономику и окружающую среду, а не только на доходы корпораций. Это понятие включает все выгоды и прибыли от инноваций, получаемые частными компаниями, а

также научные и технические инновации, созданные в университетах и государственных исследовательских организациях. Последние используются при разработке инновационных решений частного сектора, в том числе через создаваемые университетами стартапы и выделенные дочерние компании.

Инновации могут оказывать всеобъемлющее социально-экономическое воздействие – как положительное, так и отрицательное – например, на окружающую среду, здоровье населения, местное население или конкретные демографические группы. Нередко такое социальное воздействие не учитывается частным сектором при разработке инновационных решений в той или иной сфере. Экономисты относят такое всеобъемлющее воздействие к категории «внешних факторов», так как зачастую заинтересованные стороны не планируют его.

Например, когда фирма разрабатывает новую технологию, которая требует меньших затрат, обеспечивая при этом большую производительность, при прочих равных условиях она получит частные выгоды в виде роста прибыли, поскольку приобретает конкурентное преимущество. Но если технология окажется более экологичной, она также принесет пользу обществу в социально-экономическом плане. Чем быстрее эта экологически чистая технология распространится среди других компаний и рынков, тем более значительной будет социальная выгода. И наоборот, частная фирма, разрабатывающая менее затратную технологию, повышающую производительность, но сильнее загрязняющую окружающую среду, может получить более высокую прибыль, но социально-экономические последствия такой разработки будут отрицательными.

Заинтересованные лица в частном секторе используют возможности для инноваций более охотно, если ожидаемая прибыль предсказуема и легко оценивается в стоимостном выражении. Их чаще всего привлекают инновационные проекты, где риск неудачи ниже, а сроки разработки и масштаб меньше (что способствует снижению риска). Проекты, не соответствующие этим параметрам, как правило, сложнее монетизировать¹.

При этом более рискованные, долгосрочные и масштабные проекты, открывающие возможности для инноваций, часто наиболее перспективны с точки зрения социальной выгоды. Например, широкое внедрение революционных технологий – таких как паровой двигатель, электричество и Интернет, – приводит к появлению инноваций во многих отраслях. Это так называемые технологии «общего назначения», которые подробнее рассматриваются в разделе 1.3. Распространение таких технологий часто происходит постепенно, и в течение какого-то времени после их появления инвестиции в них могут казаться ненадежными и даже рискованными.

Многие возможности для инноваций появляются, когда возникает необходимость решать самые серьезные проблемы, встающие перед обществом. Такие проблемы, как глобальное потепление, пандемии или преступность, порождают необходимость разработки чистых технологий, вакцин и более действенных средств обеспечения безопасности. Инновации могут способствовать распространению знаний и накоплению человеческого капитала. Зачастую правительства требуют, чтобы компании предоставляли свои инновационные решения другим фирмам во имя развития экономики и в том числе обеспечения более подготовленных и квалифицированных кадров, даже если это ограничивает потенциальную частную выгоду от инноваций.

Содействие как социальной, так и частной выгоде от инноваций – непростая задача для правительств. Нередко они решают эту задачу, направляя ресурсы и усилия на инновации в интересах общества – такие как товары или услуги, доступные для всех, например, в области государственной обороны или знаний. Так, правительства финансируют государственные исследования и образование, чтобы разрабатывать и распространять новые материалы, содержащие научные знания. Они же являются основным источником спроса на инновационные технологии в определенных стратегически важных отраслях, таких как оборона или здравоохранение². Наглядным примером являются правительственные инициативы, облегчающие и ускоряющие разработку, производство и распространение вакцин, терапевтических и диагностических препаратов для борьбы с COVID-19, такие как операция Warp Speed в Соединенных Штатах Америки (США) (см. главу 3, вставка 3.1).

Социальная выгода от вакцин COVID-19 значительно превышает частную

Рисунок 1.1. Оценка социальных и частных выгод в млрд долл. США



Источник: на основе оценочных данных, приведенных в публикации Fink (2022).

Вектор инновационной деятельности постоянно изменяется благодаря решениям государственных и частных заинтересованных сторон, стремящихся оптимизировать частные и социальные выгоды от инноваций в различных областях и отраслях, и благодаря взаимодействию между ними. В следующем разделе рассматривается, как эти заинтересованные стороны взаимодействуют в рамках сложной экосистемы, определяя вектор инновационной деятельности.

Вставка 1.1

Рисунок 5. Сравнение социальных и частных выгод от разработки вакцин против COVID-19

Глобальный масштаб пандемии COVID-19 и ее долгосрочные экономические последствия заставляли предположить, что производство вакцины принесет значительную выгоду частному сектору и обществу. Но насколько значительную?

Согласно приведенным в публикации Fink (2022) расчетным показателям, полученным исходя из данных о ценах на вакцины, которые были успешно введены в коммерческий оборот, и из предположения, что вакцинация постепенно охватит 75 процентов населения мира, общий доход частного сектора должен составить 130,5 млрд долл. США. Хотя точные затраты на научные исследования и разработки (НИОКР) пока неизвестны, эта цифра свидетельствует о том, что частный сектор получит от инноваций ощутимую выгоду.

Тем не менее социальная выгода от вакцин во много раз выше. Она складывается из ценности спасенных жизней и предотвращенных нарушений здоровья, а также из объема экономических потерь производства, которых удалось избежать благодаря снижению необходимости ограничительных мер, таких как карантины, устанавливаемых правительством для сдерживания пандемии. В исследовании используется гипотетический сценарий эпидемиологического процесса, разработанный с учетом данных о случаях заражения до вакцинации и предположениях о достижении коллективного иммунитета. Затем применяются так называемые оценки стоимости среднестатистической жизни (ССЖ) и глобальные потери производства по сравнению с 2020 г., когда вакцины еще не были разработаны, и оценивается социальная выгода, которая составляет 70,5 трлн долл. США, что в 887 раз выше частной выгоды.

Скорее всего, вакцины против COVID-19 были бы успешно разработаны и без государственного финансирования НИОКР. Однако очень высокая

социальная выгода от успешного производства инновационных вакцин объясняет, почему правительства обеспечили финансирование и помогли координировать клинические испытания и наращивание производственных мощностей.

Кроме того, автор задается вопросом, как на частные и социальные выгоды влияют появление новых штаммов вируса, необходимость бустерных доз вакцины и различные эпидемиологические процессы. Выгоды остаются высокими по сравнению с вероятными объемами инвестиций в НИОКР, при этом социальная выгода всегда превышает частную как минимум в 220 раз.

При расчете социальной выгоды не учитывается ряд социально-экономических факторов, которые с трудом поддаются количественной оценке; часть этих факторов может проявиться только в долгосрочной перспективе. Это, например, ограничение доступа к медицинскому обслуживанию вследствие перегрузки систем здравоохранения в условиях пандемии; снижение качества образования ввиду закрытия школ в течение длительного времени; временная и постоянная потеря работы трудящимися; увеличение отношения государственного долга к ВВП (валовому внутреннему продукту), которое снижает устойчивость государственного бюджета и препятствует другим государственным инвестициям.

Кроме того, имеющиеся данные свидетельствуют о том, что в связи с пандемией количество клинических испытаний, связанных с болезнями помимо COVID-19, сократилось на 5 процентов³. Учитывая угрозу, исходящую от вируса; перераспределение ресурсов на НИОКР приносит выгоду обществу, тем не менее из-за него может замедлиться прогресс в борьбе с другими заболеваниями.

1.2 Взаимодействие в рамках экосистем инноваций

Научные учреждения могут принять решение о влиянии на вектор инновационной деятельности в определенных областях, например путем разработки большего числа прикладных учебных программ для подготовки специализированных инженеров или путем передачи технологии в конкретные отрасли. Промышленность и компании могут принять решение о более интенсивном инвестировании в НИОКР и другую инновационную деятельность. Это делается либо для создания новых технологий или поглощения существующих от других участников инновационной экосистемы, таких как университеты, поставщики или

конкурирующие фирмы⁴. Правительства влияют на вектор инноваций путем выделения людских и финансовых ресурсов с помощью множества инструментов государственной политики. (см. раздел 1.4).

Экосистема инноваций может быть определена как совокупность всех заинтересованных сторон, которые принимают решения, влияющие на результаты инновационной деятельности и, следовательно, на вектор инновационной деятельности. В их число входят различные фирмы, включая как поставщиков специализированных услуг, так и производственные организации и предприятия розничной торговли, удовлетворяющие потребности конечных потребителей, и, как уже упоминалось, учреждения, направленные на научно-техническое развитие, такие как университеты и государственные исследовательские учреждения. Кроме того, в экосистемы могут входить учреждения, чьи основные задачи не относятся к научной и технической сфере, например, государственные структуры, финансовые учреждения и ведомства интеллектуальной собственности

(ИС). То, насколько сформирована инновационная среда, зависит не только от степени развития соответствующих учреждений, но и от их взаимодействия. Решения в рамках экосистем и взаимодействие между входящими в них учреждениями в значительной степени влияют на вектор инновационной деятельности.

Экосистемы объединяются по географическому положению и тематике

Понятие экосистем инноваций рассматривается в литературе, посвященной экономике и общественным наукам⁵. Заинтересованные стороны экосистем взаимодействуют с нелинейными, тесно взаимосвязанными потоками знаний и идей, которые в конечном счете и используются при разработке инновационных решений.

Установлено, что меньше всего затруднений для распространения инноваций и знаний возникает в случаях, когда они распространяются в определенных географических или тематических областях⁶.

Взаимодействие заинтересованных сторон экосистем инноваций с целью разработки инновационных решений

Рисунок 1.2. Общая информация о взаимодействии заинтересованных сторон в экосистемах инноваций



- Потоки знаний
- Экономические потоки

Источник: по материалам публикаций (Schmookler, 1962a) и (Kline and Rosenberg, 1986).

Примечание: B2C – отношения «бизнес – потребитель»; B2B – отношения «бизнес – бизнес»; B2G – отношения «бизнес – правительство».

Отдельные лица и учреждения, находящиеся в одном городе или регионе, активно взаимодействуют друг с другом – как в формальном, так и в неформальном ключе, – расширяя соответствующие возможности. То же правило применимо к экосистеме инноваций, построенной на общих технологиях или коммерческих связях, например, относящейся к определенной глобальной производственно-сбытовой цепочке. Отдельные лица и учреждения, занимающиеся одними и теми же вопросами в сфере науки, техники или промышленного производства, более активно взаимодействуют и, следовательно, обмениваются знаниями⁷. Так, район в окрестностях Сан-Франциско, известный как Кремниевая долина, с его динамично развивающейся экосистемой инноваций в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), является примером как географической, так и тематической концентрации. Глобальные производственно-сбытовые цепочки автопроизводителей являются примером концентрации не по географическому, а по тематическому признаку; относящиеся к этим цепочкам предприятия – изготовители автозапчастей и заводы по сборке автомобилей в различных частях мира передают друг другу инновации во всех направлениях.

Помимо географической и тематической близости, важна мобильность квалифицированных специалистов, которые являются наиболее эффективными проводниками знаний, особенно «неявных знаний». Талантливые специалисты меняют работу в рамках одной экосистемы, передавая при этом информацию и знания. Однако отсутствие географической или тематической близости не обязательно исключает связь экосистем инноваций с внешними заинтересованными сторонами и другими научно-техническими темами⁸.

Как экосистема задает вектор развития

Взаимодействие между заинтересованными сторонами экосистемы инноваций основано на потоках знаний. Эти знания накапливаются в экосистемах инноваций и влияют на перспективы разработки инноваций, которые есть у заинтересованных сторон, что, в свою очередь, задает вектор инновационной деятельности. На рис. 1.2 представлены эти взаимосвязи, которые подробно рассматриваются ниже.

В экосистемах инноваций каждая заинтересованная сторона способствует формированию и использованию знаний⁹. Преподаватели используют эти знания в образовательных программах университетов и технических учебных заведений, обучая будущих ученых, технических специалистов и предпринимателей, а исследователи дополняют эти знания результатами новых фундаментальных

и прикладных исследований. Инженеры и техники применяют эти знания при работе в компаниях, университетах и государственных учреждениях, и их использование способствует расширению экспериментальной и технической базы. Предприниматели используют эти знания, создавая новые компании, и добавляют новую информацию при разработке нового продукта или процесса.

Чем задается вектор инновационной деятельности, выбранный заинтересованными сторонами? Взаимодействие одновременно происходит в разных направлениях. Первым фактором является любознательность. Именно она побуждает исследователей изучать новые направления науки, а инженеров – экспериментировать с новыми методами и технологиями. Любознательность может проявляться не только в рамках исследовательских программ в университетах и государственных учреждениях. Все больше компаний создают инженерные подразделения или официальные отделы по НИОКР, где работают люди, которыми движет желание узнавать новое в области науки и техники. Проявлять любознательность могут не только сотрудники университетов и лабораторий в частных компаниях. Самоучка и изобретатель электрической лампочки Томас Эдисон (1847–1931 гг.) актриса и изобретательница Хеди Ламарр (1914–2000 гг.) и соучредитель Apple Inc. Стив Джобс (1955–2011 гг.) занимались исследовательской деятельностью вне формальных структур¹⁰.

Компании, предприниматели и правительства выявляют возможности для инноваций на основе прогнозов потенциальной частной и социальной выгоды – то есть потенциальной прибыли для компании или преимуществ для общества.

Компания, у которой появилась идея нового инновационного продукта, проводит оценку, выясняя, какие квалифицированные кадры и какой технический капитал необходимы для его разработки и производства. Иногда необходимые кадры и оборудование уже есть на рынке, а иногда компаниям приходится обучать сотрудников или создавать оборудование с нуля. Из-за рисков и затрат инновационные решения, как правило, разрабатываются быстрее в областях, где необходимые специалисты и оборудование уже доступны. Например, чем больше в экосистеме инноваций квалифицированных ученых в области информатики, инженеров и современного вычислительного оборудования, тем выше вероятность того, что предприниматели и компании будут развивать инновации, связанные с ИКТ.

Но и нехватка капитала или кадров может послужить стимулом для осуществления инновационных проектов. Нехватка современного компьютерного оборудования может стимулировать поставщиков специализированного оборудования в отрасли ИКТ

предлагать инновационные решения, такие как услуги по совместному использованию вычислительных мощностей и хранилищ данных. Высокие затраты на специалистов могут мотивировать предпринимателей, занимающихся производством оборудования, предлагать инновационные решения, заменяющие рабочую силу. Как отмечают ученые, нехватка кадров в США в XIX веке способствовала тому, что меры по внедрению инноваций были перенаправлены на трудосберегающие технологии раньше, чем в Великобритании, которая до этого времени была мировым лидером в промышленности¹¹. Нехватка квалифицированных кадров может также мотивировать университеты и государственные учреждения к разработке новых программ для подготовки специалистов, необходимых конкретным отраслям.

Инновационные решения предлагаются, когда есть возможности получения прибыли, которые, в свою очередь, связаны с размером фактического или потенциального рынка¹². Перспективы роста спроса побуждают предпринимателей и компании инвестировать, поскольку дают уверенность в том, что у них будет возможность окупить затраты на инновации и получить прибыль. В процессе внедрения инноваций также возможна экономия за счет масштаба. Чем больше людей сталкиваются с проблемой, тем выше вероятность того, что будет найдено инновационное решение. Точно так же чем больше людей задумываются над проблемой, тем легче найти талантливых специалистов, которые смогут ее решить. Та же логика применима к конкретным ресурсам и инструментам.

Скорость, с которой компании внедряют инновации в том или ином направлении, во многом зависит от размера рынка и предпочтений; примером тому служат современные рынки компьютеров и мобильных телефонов. Резкий рост объемов использования автомобилей и связанные с ним инновации в начале XX века объяснялся скорее экономическими и социальными изменениями в определенных регионах мира, чем техническими возможностями. Научные знания и технологии, необходимые для производства двигателей внутреннего сгорания и других автомобильных деталей, появились раньше, чем выросли спрос и предложение. Ученые подтверждают, что инновации, связанные с автомобилями, начали развиваться только с появлением в США относительно обеспеченного среднего класса, который мог позволить себе покупку автомобилей¹³.

Рынок – это не только конечные потребители в частном секторе, но и другие компании в цепочке поставок, а также правительства и институты. Нехватка квалифицированных кадров и технологического капитала и затраты на них могут, как уже упоминалось, создавать потенциальные рынки для

компаний, поставляющих новое оборудование или предлагающих специализированное обучение. Такие рынки, функционирующие по принципу «бизнес для бизнеса», также помогают задавать вектор инновационной деятельности. Затраты на кадры могут стимулировать специализированных поставщиков техники и оборудования к разработке инноваций в области робототехники и автоматизации для других отраслей. Затраты на транспорт могут стимулировать инновации в области контейнерных перевозок или технологий трехмерной (3D) печати.

Участие правительства в инновационной деятельности включает финансирование государственных научных исследований и образования; оно также является основным источником спроса на инновационные технологии в стратегически важных отраслях. Многие правительства принимают политику, направленную на стимулирование и финансирование изменений в программах высшего образования, направленные на повышение предложения квалифицированных кадров. Так было с государственными научно-исследовательскими институтами, созданными в Республике Корея в 1960-х и 1970-х годах, такими как Корейский институт передовых наук и технологий (см. главу 2). Начиная с 1990-х годов такие примеры появились и в Китае. В обоих случаях институты способствовали подготовке специализированных кадров для ИТ-индустрии. Области, в которых правительства выступают в качестве основного источника спроса на инновационные технологии, включают оборону, здравоохранение, образование и сельское хозяйство¹⁴.

1.3 Экономические факторы

На вектор инновационной деятельности влияют решения, принимаемые заинтересованными сторонами экосистем инноваций. В данном разделе рассматривается, как они направляют инновации «вглубь» или «вширь».

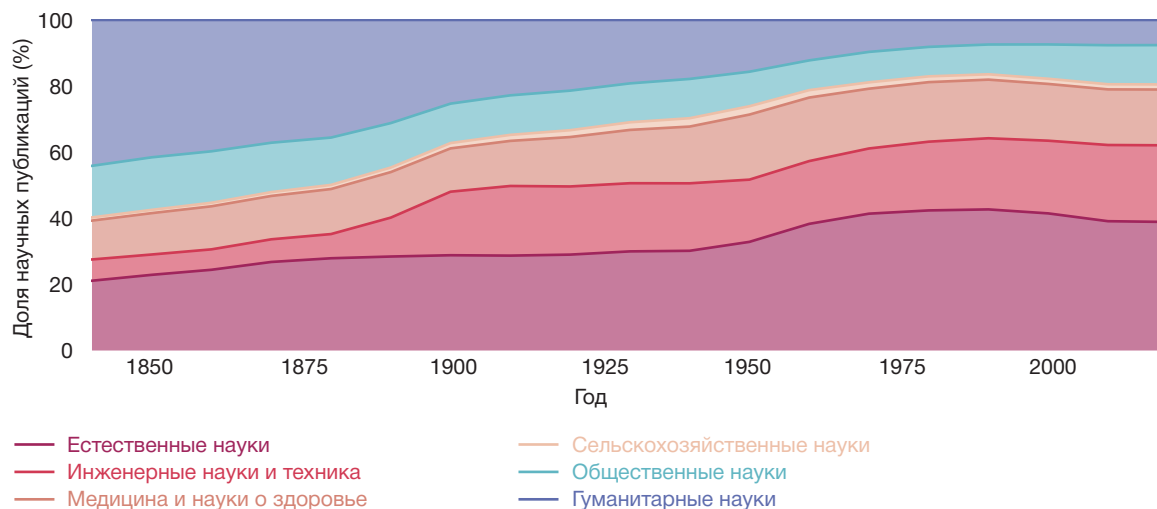
Направление инновационной деятельности «вглубь».

Экономические ресурсы преимущественно направляются на самые рентабельные технологии и использующие их отрасли. В результате такой тенденции дальнейшее развитие получают технические решения прошлого и приоритизируются только самые эффективные инновации и отрасли. Этот механизм способствует развитию уже известных инновационных решений в науке и промышленности, в заметной степени определяющих вектор инновационной деятельности.

Компании или правительства напрямую влияют на вектор инновационной деятельности, направляя

Научная деятельность все больше концентрируется в области точных наук.

Рисунок 1.3 Доля научных публикаций по научным направлениям, 1840–2019 гг.



Источник: Microsoft Academic Graph.

Примечание: научные направления установлены Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР).

наиболее квалифицированных специалистов и большой объем финансовых ресурсов в определенной области или отрасли. Выделение дополнительных научных кадров и оборудования для НИОКР ускоряет темпы научных открытий и инноваций в определенной области техники. Именно это происходило, когда в первой половине XX века предпринимались попытки открыть новые антибиотики и создавались вакцины против COVID-19 (см. главы 2 и 3)¹⁵. Кроме того, увеличение объема ресурсов, выделяемых на инновационную деятельность, приводит к росту объема инноваций, связанных с производственными процессами. Подразделения НИОКР в компаниях могут либо разрабатывать новые идеи, либо адаптировать существующие, так чтобы повышать эффективность производства уже выпускаемых продуктов. Экономические исследования показывают, что те частные компании и отрасли, которые активнее всего инвестируют в НИОКР, в итоге производят больше всего продукции на каждую единицу вложенных денежных средств или затраченного труда¹⁶.

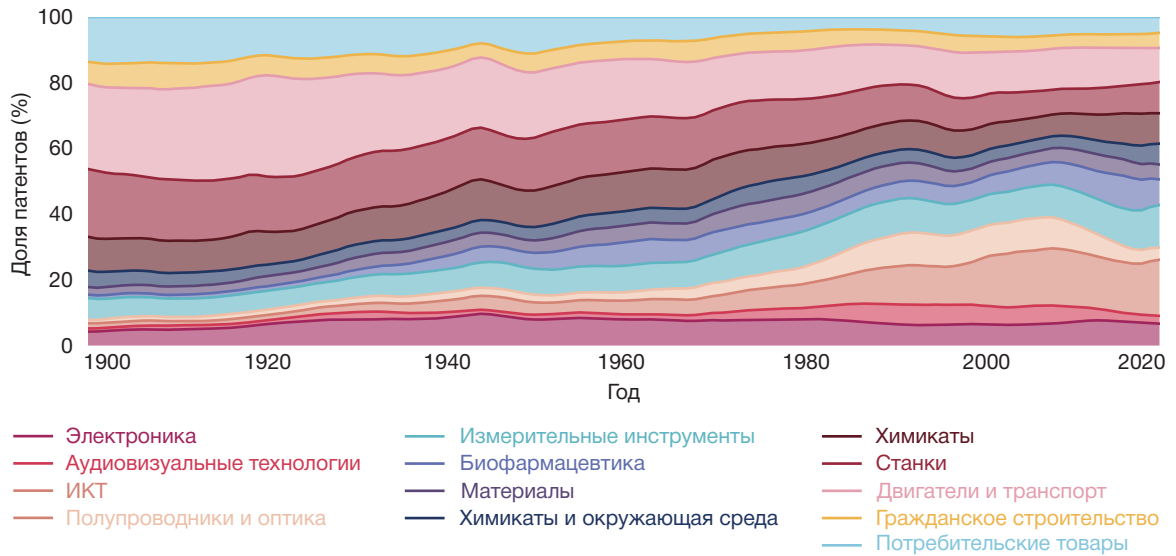
Вектор инновационной деятельности неразрывно связан с распределением ресурсов. Научная, инновационная деятельность и технические изыскания в областях и отраслях, в которых на НИОКР регулярно выделяется больше финансов, приносят более ощутимые результаты, чем в областях, которые финансируются по остаточному принципу. Например, 100 лет назад научный интерес к вирусологии и инвестиции в производство противовирусных вакцин были гораздо ниже, чем сегодня, даже в относительном выражении (т.е. с учетом разного уровня знаний тогда и в настоящее время). Изменение вектора и рост активности

инновационной деятельности в этих областях в последующие десятилетия объясняются не только открытиями, но и оперативным перенаправлением ресурсов на эти сферы и на смежные отрасли. Комплексные многонациональные производственно-сбытовые цепочки в современной автомобильной и авиационной промышленности появились благодаря инновациям, разработанным более века назад практически любителями в независимых и неформальных мастерских. Так, братья Райт, которые считаются создателями первого самолета, оборудованного двигателем, начинали свою профессиональную деятельность в мастерской по ремонту велосипедов. Мобильные телефоны и приложения, работающие с помощью Интернета, до недавнего времени не существовали вообще; теперь же они стали неотъемлемой частью повседневной жизни. Все это примеры того, как правительства и компании всего за несколько десятилетий изменяли отношение к научно-техническим проектам и сначала не вкладывали в них ничего, а впоследствии стали выделять на них огромные объемы человеческих и финансовых ресурсов.

О быстрых изменениях в распределении ресурсов на инновационную деятельность также свидетельствуют ретроспективные данные о научных публикациях (см. рис. 1.3). Доли публикаций в разбивке по научным областям отражают предпочтения участников научной деятельности в этих областях, указывая на фактический вектор развития науки и, в конечном счете, инновационной деятельности¹⁷. Это соотношение серьезно изменилось в период с начала XIX века до второй половины XX века. Общая доля исследований, связанных с точными

Переход от инноваций в области двигателей к инновациям в области ИКТ в течение столетия

Рисунок 1.4. Доли патентов в разбивке по технологическим областям, 1900–2020 гг.



Источник: Глобальная статистическая патентная база Европейского патентного ведомства (ЕПВ) (PATSTAT, октябрь 2021).
Примечания: на основе классификатора технологических областей ВОИС.

науками – науками о здоровье, инженерными и естественными науками – за этот период увеличилась. С начала 1800-х до 2010-х годов доля работ по естественным наукам (например, по математике, физике, химии, биологии) увеличилась с 16 до 36 процентов от общего числа зарегистрированных научных публикаций. За тот же период доля публикаций по инженерным наукам выросла с 7 до 24 процентов, а доля публикаций по здравоохранению и медицинским наукам – с 9 до 16 процентов.

Анализ патентных заявок по областям техники также показывает, какой вектор инновационной деятельности выбирают заинтересованные стороны. Стремительное изменение этого вектора заметно в распределении по техническим областям общего количества первых подач патентных заявок (см. рис. 1.4). Неудивительно, что в течение прошедшего столетия наиболее значительный рост наблюдался в областях, связанных с ИКТ. Неудивительно, что в течение последнего столетия наиболее значительно выросла доля первых подач в технологических областях, относящихся к ИКТ. Самым значительным был рост доли патентов на компьютерные технологии: они превысили 10 процентов всех патентов, поданных в течение десятилетия до 2020 г. Аналогичная ситуация прослеживается в области цифровой связи, телекоммуникаций и полупроводников. Одновременно с ростом доли патентов в области ИКТ сокращалось прежде всего число патентов на «традиционные» технологии, особенно относящиеся к машиностроению, в том числе на станки, инструментальное оборудование и двигатели внутреннего сгорания.

Под влиянием динамики успеха инновации направляются все дальше «вглубь». Ученые и технические специалисты предпочитают строить карьеру в научных областях и отраслях с самой высокой отдачей. Предприниматели и крупные корпорации отдают приоритет проектам, таким как создание новых компаний и разработка новых продуктов, в перспективных отраслях. Постепенно все больше ресурсов, необходимых для инноваций – как человеческих, так и финансовых – естественным образом перенаправляются на сферы и отрасли с максимальной отдачей. Под воздействием этого механизма поддерживаются и углубляются инновации в перспективных научных областях и отраслях.

«Расширение» инновационной деятельности

Отрасли, компании и научно-технические учреждения в рамках экосистемы инноваций регулярно взаимодействуют друг с другом. На инновационной деятельности каждой конкретной компании положительно сказывается инновационная и экономическая деятельность, осуществляемая другими участниками экосистемы. Так, постоянное, систематическое использование технологий прикладными учеными и инженерами положительно сказывается на развитии теоретических научных дисциплин. Новые научные открытия в одной области часто представляют собой всего лишь синтез знаний из разных областей. Научные открытия в области физики влияют на отрасли, связанные с ИКТ, а инновационные решения в области вычислительных мощностей и хранения

данных, разрабатываемые частными компаниями, способствуют повышению эффективности научной работы исследователей и институтов, занимающихся вопросами физики. Лаборатории биологических исследований все чаще используют адаптированные к их потребностям 3D-принтеры для производства лабораторных инструментов и оборудования для конкретных исследований. В то же время инженерно-технические работники, специализирующиеся на трехмерной печати, изучают возможности печати органических тканей, например, с целью создания органов для имплантации, основываясь на открытиях в области фундаментальной биологии¹⁸.

Границы, разделяющие науку и технику, становятся все более размытыми; начало этой тенденции было положено еще в середине 1800-х годов. С одной стороны, современная промышленность служит источником информации, средств и методов, разрабатываемых в научных лабораториях, а с другой – извлекает из них выгоду¹⁹. Особенно характерны такие взаимосвязи для современных высокотехнологичных отраслей, на которые исследования в области фундаментальных наук оказывают наиболее ощутимое влияние²⁰. В лабораториях по НИОКР таких компаний, как Apple, Google, Huawei, Samsung и Tencent, проводятся научные исследования, используемые ими для разработки инновационных решений.

Иногда выделение дополнительных ресурсов на инновации в одной области приводит к увеличению производства в другой. Существует множество примеров распространения инноваций в одной отрасли на другие сферы. Одним из них является паровой двигатель. Он был разработан для откачки воды из затопленных шахт, но впоследствии стал основным источником энергии для железнодорожного и морского транспорта. Ряд химических предприятий, которые разрабатывали синтетический каучук для удовлетворения запроса автомобильной промышленности на резиновые шины, в итоге полностью интегрировались в автомобильную промышленность и прекратили деятельность в качестве химических концернов.

Отрасли, использующие аудиовизуальные, биологические и управленческие технологии, получили толчок к развитию благодаря революции в области ИКТ. В течение длительного времени развитие аудиовизуальных отраслей шло параллельно с развитием фото- и видеоаппаратуры и аналоговых технологий записи. Но за последние три десятилетия благодаря появлению цифровых технологий записи информации и обмена ей отрасль радикально изменилась. Расширилось и использование цифровых технологий – как для аппаратного, так и для программного обеспечения – в лабораториях фармацевтических предприятий

и в административных подразделениях на предприятиях всех отраслей. Выросла доля патентных заявок в таких областях, как аудиовизуальные технологии, методы ИТ в области управления и (в меньшей степени) анализ биологических материалов. Данные по патентам показывают, что это может быть обусловлено внедрением ИКТ (см. рисунок 1.5).

В значительной степени вектор инновационной деятельности определяют знания, которые предприятия получают на собственном опыте или через цепочки поставок²¹. Это особенно наглядно иллюстрируют примеры машиностроительных и станкостроительных предприятий, где разрабатываются новые изделия производственного назначения для других отраслей промышленности²². Применение инновационных инструментов и станков – самый простой способ повышения производительности и модернизации других отраслей. Так, постоянная модернизация токарных и фрезерных станков оказала большое влияние на производительность большинства отраслей обрабатывающей промышленности. Появление инновационных методов пастеризации и модернизация холодильного оборудования сыграли решающую роль в развитии пищевой промышленности.

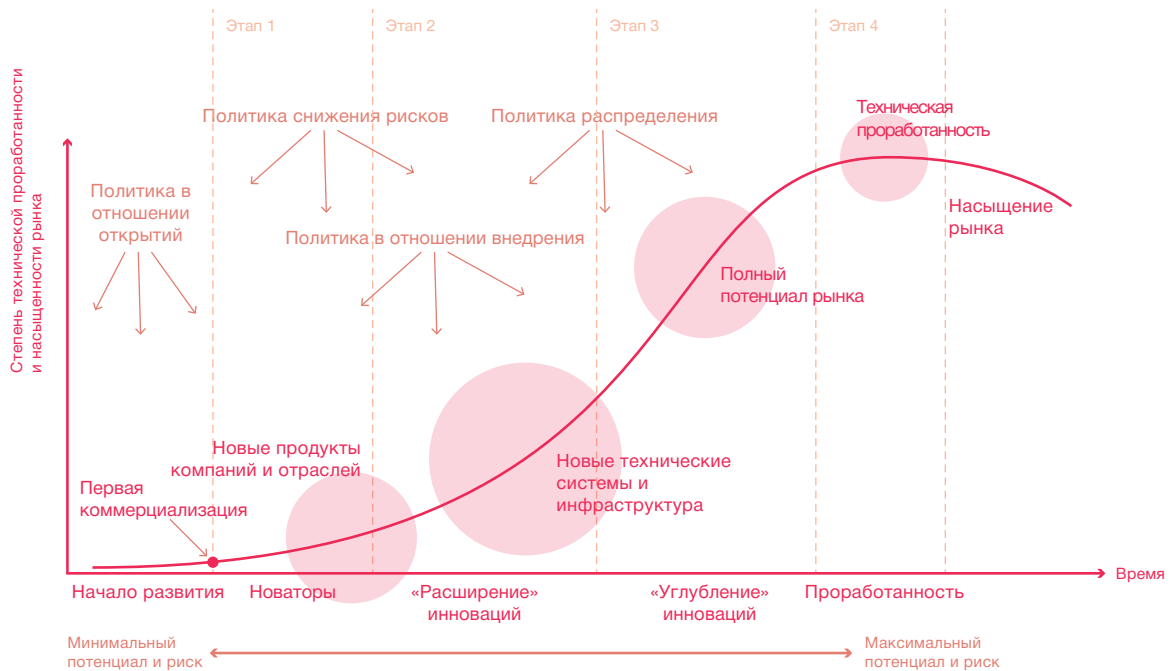
Потоки знаний и инноваций мотивируют ученых, инженеров и предпринимателей работать в новых сферах и отраслях, применяя уже освоенные ими технологии. В отличие от «углубления», при «расширении» ресурсы НИОКР и инноваций могут эффективно перенаправляться в области с меньшей конкуренцией и более широкими возможностями. Механизм «расширения» заключается в том, что определенная технология применяется в новых областях и отраслях; при этом происходит перераспределение финансовых и человеческих ресурсов, что в конечном счете влияет на вектор инновационной деятельности.

Результаты зависят от уровня проработанности технологии

Успешная инновация – новый продукт или новый процесс – развивается путем поэтапной доработки базовой технологии, которые накапливаются с течением времени. В накоплении улучшений участвуют различные заинтересованные стороны. В начале развития инновационного решения в разработке и совершенствовании технологии участвует лишь небольшое число предпринимателей и еще меньше компаний. Постепенно усовершенствования начинают накапливаться быстрее, при этом в соответствующую область или отрасль приходят изобретатели, новаторы и имитаторы (именно в этой последовательности) (см. рис. 1.5).

На разных этапах разработки эффективного инновационного решения число заинтересованных сторон и масштаб риска варьируются

Рисунок 1.5. Краткая концепция развивающейся экосистемы инноваций при создании новой технологии



Источник: По материалам Perez (2003).

Приход новых предпринимателей и новаторских фирм ведет к тому, что и у существующих фирм появляются новые технические знания и идеи. Фирмы, использующие инновации, шире используют технологии и расширяют производство. Появляется все больше компаний, стремящихся не только совершенствовать технологии, но и адаптировать их к конкретным ситуациям. Со временем эти новые компании приходят на смену старым. Этот процесс принято называть «созидательным разрушением», когда наиболее новаторские – то есть более изобретательные и коммерчески успешные – компании занимают место старых²³.

Новые фирмы, которым удалось удержаться на рынке, задают вектор инновационной деятельности в соответствующем секторе и на всех этапах. На последующих этапах происходит «углубление» ставшей уже привычной траектории развития технологий, в основном за счет постепенного роста числа инноваций и имитации.

На разных этапах инновационная экосистема реагирует по-разному. Степень проработанности конкретной технологии влияет на последовательность развития решений и на то, кто определяет вектор их развития: так, на стадии «расширения» вектор инновационной деятельности задают небольшие и молодые фирмы, в то время как на стадии «углубления» это делают крупные, устоявшиеся компании²⁴.

Почему так происходит? На разных этапах совершенствования технологий объем частной и социальной выгоды существенно различается. Перспективы частной выгоды на разных этапах зависят не только от отрасли или сферы, но и от степени проработки самой технологии.

На первых этапах развития технологии частная выгода от инноваций, как правило, невелика, поскольку риск неудачи по сравнению с существующими конкурирующими технологиями намного выше. При этом если работа над технологией продолжится, в перспективе она может принести масштабную социальную отдачу²⁵. Фирмы-новаторы могут потерять свое место на рынке – например, в связи с банкротством, потерей рабочих мест и так далее – что приведет к социальным и частным издержкам; но в долгосрочной перспективе создание и доработка новой технологии и появление более эффективных компаний принесет обществу выгоду. В США в первом десятилетии XX века сотни мелких частных автопредприятий выпускали множество моделей автомобилей. Несколько десятилетий спустя потребителям стало доступно меньшее число моделей, которые, однако, были более надежными и производились ограниченным числом компаний. Эти усовершенствованные модели автомобилей стали широко использоваться в промышленности, принося пользу всему обществу, а не только производителям и потребителям.

Никто не знает точно, когда новая технология принесет выгоду и произойдет ли это вообще. Иногда вначале кажется, что проект может принести частную выгоду, но в ходе его осуществления выясняется, что эта цель более труднодостижима либо же достижима в более отдаленной перспективе, чем предполагалось. Например, технология солнечных батарей использовалась в космической промышленности задолго до того как она стала коммерчески рентабельным оборудованием для бытового энергоснабжения (см. главу 3)²⁶.

Чем шире перспективы получения частной выгоды, тем больше компаний выходят на конкретный рынок и тем масштабнее становится воздействие частного сектора на вектор инновационной деятельности. Со временем прибыль частных компаний становится достаточно высокой, чтобы стимулировать все новые и новые предприятия внедрять усовершенствованные технологии и выходить на рынки.

Системные потрясения и универсальные технологии

Порой предпочтения и приоритеты заинтересованных сторон в экосистемах меняются под влиянием масштабных, непредвиденных системных потрясений, таких как новые революционные технологии, эпидемиологические кризисы и войны. Они приводят к масштабным изменениям, затрагивающим множество заинтересованных сторон; и меняют восприятие частной и социальной выгоды от инноваций.

Крайне редко появляются революционные технологии, которые широко распространяются в разных отраслях и в то же время постоянно дорабатываются в исходной области или отрасли. В экономической литературе они называются «универсальными технологиями» и могут одновременно развиваться «вглубь» и «вширь». Они служат основой для передовых разработок в своих отраслях, но при этом становятся фундаментом для инноваций и в других сферах (см. рис. 1.6). Новые компании и предприниматели перенимают эту технологию, задавая долговременную тенденцию к ее совершенствованию²⁷.

Для разных моментов истории характерно развитие и распространение разных взаимодополняющих технологий. Отличительной чертой таких технологий является то, что они не только используются во многих отраслях, но и применяются при обучении специалистов в новых областях техники и новых направлениях прикладной науки. Упомянутые выше революционные инновационные решения, такие как паровые двигатели, электричество, двигатель внутреннего сгорания в прошлом

и ИКТ сегодня, оказали опосредованное влияние не только на все области науки и техники, но и на промышленность и рынки.

Универсальные технологии трансформируют основные группы технологий в беспрецедентных масштабах²⁸. Их широкое использование создает конкуренцию за финансовые и человеческие ресурсы между секторами, в которых они разрабатываются, и отраслями, в которых они применяются на практике. Так происходит с технологиями ИКТ, применяемыми в других областях, таких как биотехнологии. В этой сфере ИКТ применяются для разработки методов управления и анализа биологических материалов; сектор развивается, и параллельно с его ростом увеличивается число патентов на исходные решения с применением ИКТ, разрабатываемые в секторах цифровой коммуникации и компьютерных технологий. Одним из примеров межсекторальной конкуренции является высокий спрос на квалифицированных специалистов в сфере ИТ и на полупроводниковые материалы (например, слитки, полупроводниковые пластины, интегральные схемы и т.д.) в обеих отраслях. Проблему такой конкуренции можно решить с помощью новых образовательных программ и инвестиций в расширение производства.

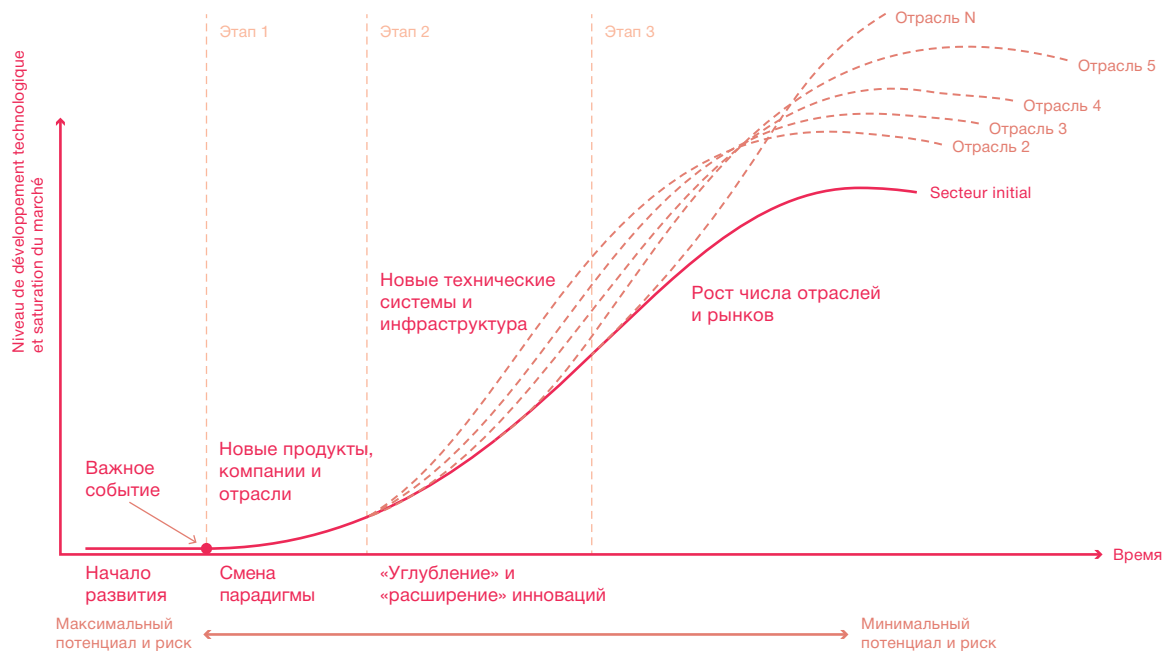
Системные потрясения трансформируют основную технологическую базу существующей экосистемы инноваций. В большинстве случаев нам известен «момент озарения», с которого начинается путь той или иной инновации – например, создание транзистора, открытие пенициллина или технологии редактирования генома CRISPR-Cas9²⁹, но на то, чтобы открытие превратилось в полноценную, применимую на практике технологию, уходят годы, в течение которых распространяются знания и накапливаются усовершенствования.

Системные потрясения не всегда относятся к сфере науки и техники³⁰. Инвестиции в НИОКР могут наращиваться под влиянием определенных внешних ситуаций, таких как пандемия COVID-19 или Вторая мировая война. Направленность деятельности в области техники может резко меняться в зависимости от потребностей экономики и социально-экономических концепций.

Потрясения могут быть следствием стихийных бедствий, таких как землетрясения, цунами, лесные пожары, наводнения или пандемии. Эти бедствия меняют то, как общество воспринимает важность той или иной природоохранной или сельскохозяйственной технологии. Есть и потрясения, которые идут вразрез с национальными интересами стран, такие как вооруженные конфликты, геополитические события и торговые войны. Они влияют на то, как общество приоритизирует инновации

Универсальные технологии способствуют как «углублению», так и «расширению» инновационной деятельности

Рисунок 1.6. Краткая концепция циклов развития универсальных технологий



Источник: По материалам Perez (2003).

в сфере обороны, например, освоение космоса. Другие социальные явления – такие как культурные и религиозные взгляды – также могут изменять направление инновационной деятельности, например, влиять на то, какие аспекты медицинских инноваций считаются приемлемыми с точки зрения морали. Экономические события, такие как финансовые кризисы и инфляция, также могут влиять на приоритеты в инновационной деятельности; наиболее важными могут становиться технологии, позволяющие сокращать расходы или оказывать социальную помощь.

В условиях потрясений, меняющих приоритеты, от правительств и директивных органов обычно требуются решительные действия. Правительства традиционно перенаправляют исследования в конкретные области, такие как здравоохранение, сельское хозяйство и безусловно оборона. Одним из самых ярких примеров системных потрясений, влияющих на приоритеты в области инноваций во всех сегментах экосистемы, являются войны. Во время Второй мировой войны правительство США мобилизовало экосистему инноваций на разработку технологий для использования в военных целях. При этом оно содействовало развитию коммуникационных и медицинских технологий, которые получали непосредственное применение на рынках, не связанных с войной (см. главу 2)³¹.

1.4 Как политика может формировать вектор инновационной деятельности?

Экономические ресурсы ограничены и направляются на разные научные области и отрасли в разных объемах. Распределение финансовых ресурсов и кадров влияет на то, как формируется вектор инновационной деятельности в экосистемах³². В конечном счете этот вектор определяют лица, принимающие решения о том, на какие технические инициативы в первую очередь будут направляться ресурсы. Для определения приоритетов разрабатываются меры политики в области инноваций.

В начале этого раздела рассматриваются общие категории инструментов политики, которые применяются для стимулирования инноваций. Затем обсуждается вопрос о том, что такое нейтральность политики в области инноваций, и освещается роль инструментов политики, призванных стимулировать спрос на определенные технологии.

Инструменты политики в области инноваций

Существует ряд инструментов политики, которые директивные органы могут использовать с целью формирования вектора инновационной деятельности. В данном подразделе они рассматриваются в целом и в сопоставлении с этапами цикла

В конечном счете вектор инновационной деятельности определяют те, кто решает, каким техническим инициативам отдается приоритет при распределении ресурсов. Эти приоритеты задают меры политики в области инноваций

развития инновационного решения, показанными на рис. 1.5. Речь идет об инструментах политики в области инноваций, направленных на стимулирование открытий, снижение рисков и ускорение внедрения и распространения решений.

Политика, стимулирующая открытия

В условиях, когда неопределенность и риск, связанные с инновациями, наиболее велики, необходима политика стимулирования научных и технических открытий. Типичным примером такой политики являются финансируемые государством исследования, проводимые в научных учреждениях и государственных исследовательских организациях. С помощью этого инструмента правительства могут серьезно влиять на потенциальную направленность инновационной деятельности, приоритезируя конкретные области. Но для появления открытий, которые в перспективе могут оказаться рентабельными, они иногда вынуждены финансировать программы в течение многих лет. Прежде чем выделять ресурсы, директивным органам и

научному сообществу необходим диалог о том, в каком направлении двигаться.

Более простой подход – государственные закупки. Например, правительства регулярно используют прямые закупки, чтобы стимулировать развитие оборонных и аэрокосмических технологий. Могут заключаться различные контракты, призванные обеспечить конкуренцию либо наладить сотрудничество между различными участниками инновационной деятельности. Один из вариантов такого сотрудничества – объединение специализированных компаний и университетов в консорциумы для создания требуемого инновационного продукта. Но для применения этого инструмента правительство должно располагать обширными техническими знаниями о конкретном продукте и уметь не только работать с технически сложными контрактами, но и обеспечивать последующее соблюдение требований.

Премии для ученых, такие как Нобелевская премия, и патенты также могут косвенно стимулировать открытия. Но, поскольку патенты выдаются и премии присуждаются только после совершения открытия или изобретения, эти факторы практически не влияют на направленность открытий.

Рассмотренные ниже инструменты политики также могут стимулировать открытия, хотя обычно их воздействие в основном ощущается на поздних этапах цикла развития инновационного решения.

Политика снижения рисков и стимулирования первых пользователей

Существует мнение, что политика снижения рисков может использоваться на протяжении всего цикла развития инновационного решения. Но наибольшую эффективность она имеет на первых этапах развития, сразу после того как сделано открытие. Стандартными инструментами политики снижения рисков являются субсидии на НИОКР, льготные кредиты – беспроцентные или с процентными ставками ниже рыночных – и налоговые льготы на НИОКР. Одним из примеров являются субсидии на НИОКР, предоставленные компаниям, разрабатывающим вакцины против COVID-19 (см. главу 3).

Политика стимулирования первых пользователей направлена не только на снижение риска, связанного с инновациями, но и на увеличение числа компаний, использующих конкретную технологию. Даже если технология достаточно перспективна – то есть имеет низкий риск внедрения – связанные с ней затраты могут препятствовать внедрению. В начале цикла развития новые технологии обычно производятся в небольших масштабах и

неэффективно, что увеличивает издержки и ограничивает потенциальную прибыль для тех, кто их внедряет. Правительства могут принимать меры по стимулированию производства технологии и тем самым обеспечить достаточные масштабы для того, чтобы сделать ее рентабельной. Например, во время Второй мировой войны правительство США предоставляло фармацевтическим компаниям, не решавшимся инвестировать в разработку антибиотика, который на тот момент был инновационным, субсидии и льготные кредиты, необходимые для расширения мощностей по производству пенициллина (см. главу 2). Субсидии, льготные кредиты и налоговые льготы также являются инструментами политики, стимулирующими внедрение инноваций, которые могут применяться на стороне предложения, чтобы напрямую стимулировать компании к внедрению новых технологий для использования в НИОКР или в составе оборудования.

С другой стороны, правительства могут снижать риски и стимулировать внедрение необходимых инноваций, побуждая население потреблять содержащие эти инновации товары и услуги. Меры по косвенному стимулированию внедрения включают государственные субсидии производителям для снижения розничных цен и субсидии потребителям, побуждающие их к покупке. Так, правительство Германии предоставляет финансовую помощь производителям солнечных батарей, кроме того, многие государства субсидируют покупку электромобилей, чтобы сделать их более привлекательным товаром для потребителей (см. главу 3).

Правительства также могут влиять на внедрение технологий через финансируемые государством образовательные программы в университетах и технических учебных заведениях. Эти программы влияют на стоимость и наличие квалифицированных кадров и способствуют развитию предпринимательства в отдельных областях. Благодаря университетам с программами в области ИТ был обеспечен приток в Кремниевую долину квалифицированных и при этом обходившихся дешевле ученых и инженеров. Такие учебные заведения подтолкнули поколение предпринимателей Кремниевой долины к созданию многих современных крупнейших ИТ-компаний.

Еще одним элементом политики, стимулирующим внедрение инноваций, являются инструменты ИС. Патенты позволяют отделить открытие инновационного решения от его внедрения. Изобретателям не нужно создавать компанию, чтобы применить определенную технологию – для этого существуют другие специалисты. Таким образом в инновационной деятельности формируется механизм специализации, при котором изобретатели продолжают выполнять свою работу, продавая свои изобретения опытным предпринимателям.

Правительства располагают различными инструментами, не только стимулирующими открытия, но и содействующими внедрению инноваций. Одним из них является лицензирование. Государственные исследовательские организации, работающие в рамках государственных контрактов, могут применять схемы лицензирования к конкретным отраслям или компаниям, чтобы снизить для них затраты на внедрение. Американское космическое агентство НАСА предлагает подрядчикам различные условия лицензирования, включая разный размер лицензионного сбора; например, оно часто предоставляет бесплатные лицензии стартапам, возникшим в результате разработки проектов НАСА.

Кроме того, стимулом для внедрения могут служить товарные знаки и промышленные образцы, позволяющие компаниям – первым пользователям технологий – получать прибыль благодаря своей смелости³³. Например, такой подход применяют производители смартфонов, в частности, компании Apple и Samsung, которые обеспечивают себе прочное положение на рынке за счет надежной конструкции своей продукции и узнаваемости брендов, а также инновационных наработок.

Политика распространения технологий

Технология успешно распространяется, если большинство компаний принимают ее в качестве отраслевого стандарта. Если это универсальная технология, то ее начинают внедрять и в других отраслях. Правительства могут влиять на распространение технологий через обучение кадров, субсидии, займы, налоговые льготы и прямые закупки. Как правило, распространение технологий, успешно зарекомендовавших себя в «родительской» отрасли, сопряжено с меньшим риском и меньшими затратами на внедрение. Заинтересованные стороны в частном секторе с большей вероятностью будут вкладывать финансовые средства в такие технологии.

Может ли политика в области инноваций быть рыночно нейтральной?

Рассматривая вопросы политики в области инноваций с точки зрения экономики, специалисты часто исходят из того, что получение знаний является общественным благом, поскольку знания перенимаются без особых затруднений и масштабных затрат³⁴. Но такой подход затрудняет для частных компаний и отдельных лиц получение прибыли от инновационных решений, поскольку другие могут воспользоваться приобретенными знаниями, не оплатив расходы на их получение.

Компании-новаторы могут приносить пользу общей экосистеме инноваций благодаря тому, что знания, полученные ими, распространяются среди других компаний, включая поставщиков и конкурентов. Но компании, не потратившие средств на разработку новой, успешно внедренной технологии, будут конкурировать с ними и могут даже обойти их. Экономисты считают, что такая ситуация может устранять экономические стимулы для инвестиций в инновации, что создает ситуацию «несостоятельности рыночного механизма» и заставляет принимать корректирующие меры на уровне политики.

В исследованиях и обсуждениях политики в области инноваций часто приводится аргумент о необходимости устранения ситуаций несостоятельности рыночного механизма. Но при этом практически не высказываются предложения о том, на что должны направляться инвестиции в инновационную деятельность. Ряд экономистов утверждают, что государственная политика не регулирует направленность инноваций; по их мнению, она должна быть рыночно нейтральной³⁵.

Рыночно нейтральная политика в области инноваций предполагает стимулирование производства новых знаний и технологий без искажения существующей структуры рынка; она не должна менять рыночную конъюнктуру и ставить в более выгодное положение тех или иных участников³⁶. Например, пытаясь обеспечить нейтральность политики, авторы предусматривают в ней возможность финансовой поддержки научно-технических исследований в университетах и государственных исследовательских организациях и отказывают в такой поддержке частным компаниям. Решения о том, какие технические проекты перспективны, остаются на усмотрение фирм. На практике, однако, трудно добиться того, чтобы государственная политика была полностью рыночно нейтральной. Обусловленные политикой изменения в направлении научно-технических исследований могут менять вектор инновационной деятельности.

Более того, и в «нейтральной» политике в области инноваций существует негласная предвзятость. Частные компании предпочитают инновационные проекты, которые приносят им прибыль быстрее и с меньшими рисками. Как уже упоминалось, рынок чаще отдает предпочтение хорошо зарекомендовавшим себя и отработанным технологиям, а не новым, потенциально революционным технологиям, сопряженным с неопределенностью и рисками. Поэтому можно предположить, что принятие нейтральной политики, подразумевающей, что вектор инновационной деятельности определяет рынок, снизит разнообразие и горизонт инвестиций до нежелательных с точки зрения общества показателей. Этот перекокс благоприятствует дальнейшим инновациям в области технологий, которые уже

принесли прибыль, и препятствует дальнейшим инновациям в новых сферах, поддерживая тем самым консервативную динамику³⁷.

В заключение следует отметить, что рыночно нейтральная политика в области инноваций расходится с общепринятой практикой. Ряд наиболее промышленно развитых стран – США, страны Западной Европы, Япония и Китай – традиционно направляли значительную часть государственных инвестиций на НИОКР с целью разработки или стимулирования разработки конкретных технологий и создания дополнительных рынков в таких областях, как национальная оборона, здравоохранение и сельское хозяйство³⁸. В последние годы директивные органы чаще проявляли заинтересованность в оказании прямой финансовой поддержки важным для национальной безопасности секторам, где проводятся масштабные НИОКР, например, полупроводниковой промышленности³⁹.

Поэтому все больше исследователей полагают, что меры политики в области инноваций должны быть ориентированы на поддержку или формирование рынка, а не просто на устранение проблем⁴⁰. Но недостоверная информация, например, неточные, неполные или ошибочные данные и высокая степень неопределенности, с которой сопряжена инновационная деятельность, ограничивают возможности правительств менять вектор инновационной деятельности так, чтобы удовлетворять потребности общества.

Политика на стороне спроса, ориентированная на выполнение конкретных задач

Политику в области инноваций на стороне спроса принято считать политикой, ориентированной на выполнение конкретных задач. Ее основными чертами являются централизованное принятие решений и концентрация ресурсов на конкретной цели. Иными словами, вектор инновационной деятельности задается государством, которое выступает в качестве основного источника спроса на конкретную инновацию⁴¹.

Самыми яркими примерами программ, ориентированных на выполнение конкретных задач, являются медицинские исследования, проводимые Управлением научных исследований и разработок США (OSRD), созданным для мобилизации гражданской науки во время Второй мировой войны, и космическая программа НАСА по высадке на Луну. Эти примеры, более подробно рассмотренные в главе 2, показывают, как целенаправленные, ориентированные на конкретные задачи инициативы правительств могут облегчить внедрение инноваций и создать благоприятные условия для

разработки конкретных технических решений. Эти инициативы имели ясно поставленные достижимые цели и национальный масштаб и затрагивали ряд конкретных отраслей. Так, разработка технологий, необходимых для освоения космоса, была сопряжена с чрезвычайно высокими затратами, и задача правительства заключалась в изыскании соответствующих средств. Эти затраты были обусловлены грандиозными масштабами проектов и длительностью разработки не имеющих аналогов технологий с узкой и высокоспециализированной сферой применения⁴².

Некоторые ученые-экономисты считают, что инструменты политики на стороне спроса также можно использовать для решения крупномасштабных и комплексных социальных, экологических и экономических проблем, стоящих перед миром⁴³. Эти проблемы считаются крупномасштабными и комплексными, поскольку они тесно взаимосвязаны друг с другом и носят повсеместный характер, но, что более важно, их решение требует неотложных и скоординированных действий⁴⁴. Например, глобальные экологические проблемы не могут быть решены без международной, межотраслевой и междисциплинарной координации. Национальным правительствам необходимо договориться о глобальных решениях, компаниям следует установить стандарты и внедрить передовую практику по всей производственно-сбытовой цепочке, а научные и технические специалисты в разных областях (энергетика, биоразнообразие, метеорология и др.) должны вырабатывать новые решения совместно (см. главу 3).

Для решения серьезных мировых проблем недостаточно принятия мер политики, направленность которых определяют правительства⁴⁵. Экономисты, специализирующиеся на вопросах инноваций, считают, что необходимы не только целевые меры политики⁴⁶. Нужны масштабные, финансируемые в достаточных объемах инициативы, в которых государственная политика используется как один из элементов решения, но при этом признается необходимость согласованных усилий различных заинтересованных сторон экосистемы инноваций⁴⁷. Чтобы переломить ситуацию, нужно привлекать частные компании, университеты и исследовательские институты, гражданское общество, частных лиц и международное сообщество. Чтобы все эти элементы были эффективными в комплексе, необходим механизм (или ряд механизмов), помогающий координировать приоритеты и распределять ресурсы отдельных инициатив.

К сожалению, пока нет ни одного примера успешного решения серьезной мировой проблемы только за счет политики в области инноваций. Тем не менее шаги, предпринимаемые в рамках

международного сотрудничества и соглашений, указывают на необходимость согласованных международных усилий. Например, Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН) и инициативы Международной организации гражданской авиации (ИКАО) по устойчивому авиационному топливу демонстрируют приверженность всего мира достижению целей по сокращению выбросов углерода и решению проблемы изменения климата.

1.5 Вектор инновационной деятельности в развивающихся странах

В развивающихся странах с низким и средним уровнем дохода, как и в странах других экономических категорий, существует два основных пути развития инноваций: адаптация иностранных технологий и создание технологий на местном уровне. Но экономика развивающихся стран, особенно имеющих низкий уровень дохода, отличается от экономики развитых. Перед ними стоят отдельные проблемы, для решения которых нужны инновации. Способность развивающихся стран внедрять или генерировать технологические решения для удовлетворения конкретных социально-экономических потребностей зависит от их собственных экосистем инноваций и от того, насколько они связаны с глобальными инновационными системами⁴⁸.

Как рыночные, так и внерыночные субъекты не всегда имеют достаточный местный инновационный потенциал как для поиска, освоения и изучения новых технологий, разработанных в других странах, так и для самостоятельной разработки инновационных решений. Низкая покупательная способность может затруднять доступ к глобальным инновациям, удовлетворяющим их потребности. В условиях, когда основные объекты инфраструктуры, такие как дороги, системы энергоснабжения и медицинского обслуживания, и важные государственные структуры, такие как финансовый сектор, неэффективны или отсутствуют, использование тех или иных зарубежных технологий может оказаться нецелесообразным. В таких ситуациях нужно внедрять инновации, не требующие высококвалифицированных специалистов, как правило, маломасштабные и ориентированные на население конкретных районов и конкретные регионы.

В других случаях заинтересованные стороны экосистемы инноваций могут не иметь равных возможностей использовать инновационный потенциал. Ряд стран, преимущественно страны со средним уровнем дохода, имеют возможности использовать свой научный потенциал, технологический капитал

Способность развивающихся стран осваивать или генерировать технологические решения для удовлетворения своих конкретных социально-экономических потребностей зависит от их местной инновационной экосистемы и от того, насколько она связана с глобальными инновационными сетями

и квалифицированные кадры для сокращения технологического разрыва с наиболее развитыми странами. Так было с ИТ-индустрией во многих странах Восточной Азии (о чем подробнее говорится в главе 2), которые сумели полностью интегрироваться в глобальную экономику и стали важнейшими и активными участниками международных производственно-сбытовых цепочек⁴⁹. Некоторые из них, включая Китай и Индию, стали крупными поставщиками инновационных решений в ряде технологических областей и активно участвуют в глобальных инновационных сетях, предоставляя научные знания, технологии и передовые товары и оборудование⁵⁰.

Адаптация зарубежных технологий

Адаптация зарубежных технологий к потребностям рынков развивающихся стран, как правило, происходит очень малыми темпами, путем поэтапной доработки исходной технологии. Но не все зарубежные технологии можно с легкостью внедрить в развивающихся странах.

Не все зарубежные инновации соответствуют их потребностям. Новаторские решения из стран с высоким уровнем инноваций, преимущественно Западной Европы, Северной Америки и Восточной Азии, предназначены для стран с более капиталоемкой экономикой, что обусловлено более высокой заработной платой работников, наличием квалифицированных кадров для внедрения и использования инновационных решений, массового производства, в котором задействована высококачественная инфраструктура, и более высокой покупательной способностью потребителей⁵¹. Как уже отмечалось, многие развивающиеся страны не испытывают нехватки в рабочей силе, но испытывают нехватку квалифицированных кадров и имеют крайне неоднородные потребности, располагают неудовлетворительно функционирующей инфраструктурой или вовсе не имеют ее, а потребители в этих странах имеют достаточно низкую покупательную способность. Из-за этих особенностей передовые технологии зачастую непригодны для удовлетворения потребностей стран с низким уровнем дохода⁵².

Сложности можно проиллюстрировать на примере внедрения средств автоматизации в швейной промышленности Южной Африки. Южноафриканские швейные компании начали переход к капиталоемкому производству; тем не менее технологии автоматизации вводятся в стране лишь в ограниченных масштабах. В числе ограничивающих факторов – отсутствие доступа к капиталу, непостоянный объем заказов, недостаточная государственная поддержка, низкая рентабельность производства и низкая прибыльность отрасли в целом⁵³.

Для многих стран передовые инновационные решения являются слишком дорогостоящими. Для адаптации передовых технологий с целью сделать их доступными с финансовой точки зрения необходимы обширные технические знания. Поскольку цена является одним из основных ограничений, большинство усилий, связанных с инновациями, направлены на снижение затрат – либо за счет использования менее дорогих ресурсов, например, местного сырья для замены исходного, либо за счет отказа от ряда характеристик технологии, с сохранением только самых необходимых. Экономисты называют такие решения «экономными», или инновациями «в

основании пирамиды»; для них также используется термин «джугад» (этот термин используется для обозначения альтернативных инноваций в Индии), поскольку они разрабатываются с учетом потребностей и покупательной способности местного населения⁵⁴.

Одним из примеров «экономных» инноваций является китайская компания Transsion – производитель мобильных телефонов и поставщик услуг, расположенный в Шэньчжэне, который адаптировал мобильные телефоны для рынка Африки. В Китае эта компания не пользуется большой известностью, однако в Африке она заняла более 40 процентов рынка мобильных телефонов, опередив такие компании, как Apple, Huawei, Nokia, Samsung и Xiaomi, особенно в бюджетном сегменте⁵⁵. Эта китайская компания смогла удовлетворить спрос многих африканских потребителей: им необходимы были недорогие мобильные телефоны, в которых использовались бы технологии, помогающие, в частности, решать проблемы слабого сигнала и покрытия сети, перебоев в доступе к электричеству. Transsion разработала недорогие телефоны с эффективным приемом сигнала, длительным временем автономной работы и приложениями, разработанными с учетом предпочтений местного рынка⁵⁶.

Экономика развивающихся стран весьма неоднородна; между странами со стремительно развивающейся экономикой и наименее развитыми существует большой разрыв. Хотя технологии из развивающихся стран могут быть распространены на другие государства, успешная передача технологий зависит от того, насколько потребности и навыки страны назначения схожи с потребностями и навыками страны-источника.

Так, предполагалось, что сельскохозяйственная техника, разработанная в Бразилии – развивающейся стране, известной своим сельскохозяйственным производством и инновациями, – будет актуальной и пригодной для других развивающихся стран. Директивные органы ряда стран Африки и группы влиятельных представителей отрасли хотели внедрить бразильские тракторы, которые были особенно хорошо приспособлены к обработке больших площадей сельскохозяйственных угодий, и простые ручные сеялки «матрака», которые можно использовать на необработанных землях и на небольших и разрозненных участках. Однако попытка внедрения тракторов, которые требуют серьезного технического обслуживания и могут использоваться только подготовленными операторами, не увенчалась успехом, а вот сеялки «матрака» прижились. Эти результаты объясняются особенностями растениеводства в Африке. Оно осуществляется на небольших участках, с использованием многочисленной

низкоквалифицированной рабочей силы, местных материалов, ресурсов и знаний⁵⁷.

Решения должны вырабатываться с учетом местной специфики

Все приведенные выше примеры показывают, что для решения местных проблем необходимо принимать решения с учетом условий на местах. Это, например, отсутствие доступа к финансированию, нехватка энергетической, транспортной и телекоммуникационной инфраструктуры и квалифицированных кадров и пр. Чтобы инновации в развивающихся странах отвечали местным потребностям, необходимо также привлекать субъектов, не относящихся к рынкам, таких как научно-исследовательские институты, государственные учреждения и неправительственные организации (НПО).

Примером успешного инновационного решения, адаптированного к местным социальным потребностям, является M-PESA, кенийский поставщик услуг мобильных платежей для людей, не имеющих доступа к банковской системе, многие из которых работают в неформальном секторе⁵⁸. Поставщик использует службу коротких текстовых сообщений (СМС) для обеспечения возможности выполнять безопасные электронные денежные переводы практически на всех мобильных телефонах. Быстрое распространение системы M-PESA было обусловлено тем, что инновационный проект был адаптирован к требованиям местного рынка и потребителей, желающих получить доступ к финансовой системе⁵⁹. Это частно-государственное партнерство, включающее иностранную компанию, местную дочернюю компанию, местную микрофинансовую организацию и известный восточно-африканский банк, было создано по результатам консультаций с участниками рынка и субъектами, не относящимися к рынку, такими как микрофинансовые организации, НПО и отраслевые регуляторы. Решающую роль в обеспечении законности платформы и содействии ее распространению сыграла Комиссия по коммуникациям Кении, регулирующей орган страны в сфере ИКТ⁶⁰.

Во многих странах с развивающейся экономикой отсутствуют государственные учреждения, способствующие и содействующие развитию инноваций, поэтому такой деятельностью занимается неформальный сектор⁶¹. Но возможности для расширения инновационных решений, созданных в неформальном секторе, могут быть ограниченными. Такие инновации редко описываются в научных статьях, технических бюллетенях или патентах, из-за чего их чрезвычайно трудно воспроизводить и распространять. Они редко оказываются в сфере внимания органов, разрабатывающих политику

в области инноваций, поскольку почти никогда не попадают в стандартную статистику по инновациям, например, касающуюся инвестиций в НИОКР, численности квалифицированных работников, научных публикаций и патентов. Именно поэтому такие местные инновации часто называют «невидимыми» инновациями⁶².

Адаптацию к местным потребностям не следует считать снижением качества инновации. Адаптация зарубежных технологий может привести к выработке инновационных решений, которые будут не менее ценны для промышленно развитых стран. Такие решения принято называть «обратными инновациями». Когда американская компания GE адаптировала свои аппараты для электрокардиографии и ультразвуковые приборы для сельских потребителей в Индии и Китае, она возложила задачу сделать устройства более компактными и дешевыми на свои индийские и китайские дочерние компании. Результат оказался настолько удачным, что GE начала продавать эти адаптированные устройства потребителям в странах с высоким уровнем дохода⁶³. Среди других примеров – автомобиль Renault Dacia Logan, созданный для рынков Восточной Европы с низким уровнем дохода и затем успешно продававшийся во Франции; и недорогая сухая лапша Maggi с низким содержанием жира компании Nestlé, изначально разработанная для продажи в сельских районах Пакистана и Индии, которая затем успешно поставлялась на рынки Новой Зеландии и Австралии.

1.6 Вектор инновационной деятельности в будущем

Безусловно инновации могут помочь в решении самых серьезных мировых проблем или как минимум в смягчении их последствий. Это, в частности, изменение климата, неравенство, необходимость наращивания производства пищевой продукции и улучшения доступа к воде, здравоохранению и образованию. Тем не менее повышения общих темпов технического прогресса может быть недостаточно. Решение части этих проблем является общественным благом, и поэтому частный сектор вряд ли сможет выделить достаточно ресурсов на инновации для их преодоления. Например, вести борьбу с изменением климата невозможно лишь усилиями частного и государственного секторов в отдельных странах. Политика в области инноваций, связанная с изменением климата, принесет пользу всем странам, но она не будет эффективной, если будет применяться лишь небольшим числом стран. Та же логика применима и к инвестициям в инновации для решения любой из серьезных проблем. Вышесказанное служит убедительным аргументом в пользу разработки

международной и многосторонней политики в области инноваций, в которой будут заданы основные ориентиры⁶⁴.

Появляется все больше данных, показывающих, что цифровые технологии станут новым поколением универсальных технологий. Это вселяет надежду. Можно предположить, что четвертая промышленная революция, в основу которой лягут эти технологии, поможет повысить производительность в широком спектре отраслей. Цифровые технологии могут стать отправной точкой для разработки предоставляемых частными и государственными субъектами технических решений проблем здравоохранения, образования и изменения климата. Кроме того, они могут изменить методы разработки политики в области инноваций и предоставления государственных услуг в этих областях. Более подробно эти вопросы рассматриваются в главе 3.

Примечания

- 1 Как указано в публикации Acemoglu (2011) технический прогресс отличается низким разнообразием, потому что компании не инвестируют в альтернативные технологии, даже когда вероятность успеха предсказуема. Теоретические исследования, выполненные автором, показывают, что компании используют инновации для получения краткосрочной выгоды, при этом не учитывая выгоды от альтернативных инноваций в будущем, поскольку проработанные инновационные решения настоящего, скорее всего, будут «углублены» до того как удастся выгодно продать альтернативные технологии.
- 2 Роль правительства в разных отраслях заметно различается. См. обсуждение в работе Nelson (2011).
- 3 См. Agarwal and Gaule (2021).
- 4 В публикации Cohen and Levinthal (1990) рассматривается двойственность НИОКР частных компаний с точки зрения инновационного вклада и потенциала освоения. См. Crepon et al. (1998), где представлено эмпирическое исследование взаимосвязи потенциала освоения, ресурсов и результатов НИОКР и производительности.
- 5 Это в значительной степени совместимые механизмы, относящиеся к комплексной среде, включающей заинтересованные стороны, связанные с инновациями. См. Edquist (1997), Carlsson et al. (2002), Bikar et al. (2006), Godin (2006) и Sharif (2006), где представлены исчерпывающие обзоры литературы, касающейся инновационной среды. Основные концептуальные механизмы описаны в публикациях: «National Innovation System» (Pavitt, 1984; Freeman, 1995; Lundvall, 1988; Nelson, 1993); «Knowledge-based Economy» (David and Foray, 1995; Foray, 2018); «New Production of Knowledge» (Gibbons et al., 1994); и «Triple Helix» (Leydesdorff and Etzkowitz, 1996). Создатели подходов «национальная система инноваций» и «экономика, основанная на знаниях» выявили много общего (см. Foray and Lundvall, 1996), если отложить в сторону споры об интуитивном и кодифицированном знании (Cowan et al., 2000; Cowan and Foray, 1997; Johnson et al., 2002). Авторы концепции «тройной спирали» считают, что она имеет аналитическое сходство с подходами «национальная система инноваций» и «экономика, основанная на знаниях», в то же время претендуя на более высокую степень обобщенности (Etzkowitz and Leydesdorff, 2000; Leydesdorff и Meyer, 2006).
- 6 Взаимосвязь между географией и инновациями рассматривается в Докладе о положении в области ИС в мире за 2019 г. (ВОИС, 2019, глава 1). В концепциях «региональная инновационная система» (Cooke, 1992) и «локальная инновационная система» (Breschi and Lissoni, 2001) предлагается новый взгляд на инновационную среду, географически привязанную к субнациональным уровням.
- 7 В концепциях «секторальная инновационная система» (Breschi and Malerba, 1997; Malerba, 2002) и «система технологических инноваций» (Carlsson, 1997; Carlsson and Jacobsson, 1997) предлагается новый взгляд на инновационную среду: она сводится к одним и тем же отраслям, включая международные цепочки поставок, и группам смежных технологий. Аналогичным образом в Докладе о положении в области ИС в мире за 2017 г. (WIPO, 2017) исследуется динамика движения нематериальных активов (включая знания и инновации) в рамках глобальных производственно-сбытовых цепочек.
- 8 В Докладе о положении в области ИС в мире за 2019 г. описываются глобальные инновационные сети, в которые объединяются пункты с наибольшим объемом инноваций по всему миру (ВОИС, 2019, глава 1). В отдельных концепциях отдельно рассматривается международный аспект инноваций (см. Amable et al., 1997; Barnard and Chaminade, 2012; Carlsson, 2006).
- 9 В публикации Kline and Rosenberg (1986) это понятие определяется как «накопленные знания», включающие «известные достижения науки» и «хранящиеся знания». Этот термин охватывает «доступные знания, которыми уже обладают сотрудники организации, выполняющие работу». В публикации Schmookler (1962a) утверждается, что «термин "актуальные знания" относится не только к науке и технике, но и к любым другим направлениям мысли, например, искусству и религии, влияющим на восприятие человеком материальной вселенной».
- 10 Хеди Ламарр была изобретательницей и одновременно успешной голливудской актрисой. В 1941 г. она оформила патент на одно из них под именем Марки Хеди Кислер, который был выдан в 1942 г.
- 11 В работе Acemoglu (2010) дается ссылка на утверждения Хабаккука о взаимосвязи

- между дефицитом кадров и трудосберегающими технологиями в XIX веке. И Хикс, и Маркс были согласны с мыслью, что стоимость рабочей силы и капитала – факторов производства – может стимулировать инновации (Antonelli, 2009; Dosi and Nelson, 2010).
- 12 См. Scherer (1982) и Schmookler (1962a, 1962b).
- 13 См. Schmookler (1962a).
- 14 См. анализ в Nelson (2011).
- 15 См. также Sampat (2015) и Доклад о положении в области ИС в мире за 2015 г. (ВОИС, 2015, глава 2).
- 16 В публикации Griliches (1980) описывается стойкая и последовательная связь между инвестициями американских компаний в НИОКР и различными показателями производительности фирм. По результатам исследования Griliches and Lichtenberg (1984) был выявлен аналогичный результат в 193 отраслях в США.
- 17 К оценке направления развития науки с помощью крупных цифровых коллекций научных публикаций, таких как Microsoft Academic Graph, следует подходить с осторожностью. В частности, в этих коллекциях нет полной географической, языковой и научной представленности. Что касается последнего, стоит отметить, что различия между разными научными областями 200 лет назад были не столь значительны. В 1800-х гг. в публикациях крупных специалистов с легкостью смешивались концепции из современных естественных и гуманитарных наук. Таким образом, эти данные следует интерпретировать как общие тенденции и использовать с осторожностью.
- 18 См. главу 3 Доклада о положении в области ИС в мире за 2015 г. (WIPO, 2015), в которой рассказывается об инновациях в области трехмерной печати.
- 19 См. комментарии Куна к публикациям Siegel (1962) and Multhauf (1959) о беспрецедентной и растущей близости науки и технологий с 1860-х годов.
- 20 См. Dosi and Nelson (2010), Kline and Rosenberg (1986) и Pavitt (1984).
- 21 См. Pavitt (1984).
- 22 В публикации Carlsson (1984) показано, что эта деятельность оказывает большое влияние на производительность в обрабатывающей промышленности.
- 23 Концепция «созидательного разрушения» подробно рассматривается в публикации Joseph Schumpeter (1942).
- 24 Процесс «расширения» соответствует раннему тезису Йозефа Шумпетера о новых отраслях, которые формируются из малых предприятий и новых компаний. Именно так происходило в период становления автомобильной промышленности, когда зарождающаяся отрасль развивалась в небольших, почти ремесленных мастерских, конкурирующих между собой за право выпускать свою продукцию. Концепция «углубления» соответствует его более позднему тезису о тех же отраслях, когда, например, в той же автомобильной промышленности преобладали крупные устоявшиеся компании. В публикации Malerba эти процессы характеризуются как уровень I по Шумпетеру и уровень II по Шумпетеру (см. Breschi and Malerba, 1997; Malerba and Orsenigo, 1993).
- 25 «[П]роизводство новых знаний создает ощутимое внешнее влияние, которое трудно приписать конкретным субъектам, что создает большой разрыв между социальными и частными выгодами от изобретательской деятельности. Такой разрыв, в сочетании с острым риском и угрозой морального ущерба при финансировании НИОКР, приводит к системному недостатку инвестиций в эту деятельность и, как следствие, к более низким темпам инноваций, чем необходимо обществу, и соответственно к более медленному экономическому росту» (Trajtenberg, 2011).
- 26 Использование солнечных батарей в космической промышленности рассматривается в главе 2.
- 27 В публикации Perez (2003) исследуется последовательное развитие траекторий развития технологий с точки зрения экономики в течение длительного времени по типу «цикла Кондратьева».
- 28 Универсальные технологии подробнее рассматриваются в публикации Bresnahan (2010).
- 29 Результаты исследований Дженнифер Дудны и Эмманюэля Шарпантье по созданию последовательностей CRISPR (коротких палиндромных повторов, регулярно расположенных группами) ДНК для белка Cas9 легли в основу системы редактирования генома, которая произвела революцию в биологических исследованиях. За свое открытие они получили Нобелевскую премию по химии в 2020 г.
- 30 В исследовании Schumpeter (1939) рассматривалась сложность внешних факторов, влияющих на взаимодействие промышленных систем и производственных циклов. Его соображения соответствуют концепции системных потрясений, описанных в данном разделе.
- 31 См. Gross and Sampat (2020).
- 32 Количество и качество ресурсов НИОКР, инвестированных в различные виды деятельности, определяют характеристики функционирования системы

- инноваций. Неотъемлемой частью концепции системы инноваций является то, как организуются и регулируются ресурсы, выделяемые на развитие знаний и идей (Nelson, 2011).
- 33 Этот механизм стимулирования первых пользователей носит гораздо менее целенаправленный и определенный характер. См. Доклад о положении в области интеллектуальной собственности в мире за 2013 г. (WIPO, 2013).
- 34 См. работу Arrow (1962) и Доклад о положении в области интеллектуальной собственности в мире за 2011 г. (WIPO, 2011).
- 35 «В последние 30 лет в исследованиях и обсуждениях, посвященных политике, преобладает мнение, что необходимо устранять сбои рынка, чтобы добиться желаемого уровня инвестиций, но не следует решать с помощью политики, во что должны вкладываться деньги. Будет гораздо лучше, если решение возникнет из «волшебного хаоса», как в книге «Слепой часовщик». Сейчас в политических дискуссиях, особенно на крупных международных политических форумах, а также в Европейской комиссии, запрещено использовать любое понятие, относящееся к политике специализации или стратегическим инициативам, основанным на принципе "сверху вниз"» (Foray, 2011).
- 36 В публикации Ergas (1987) рыночно нейтральная политика определяется как «ориентированная на распространение» и противопоставляется политике, ориентированной на решение конкретных задач, которая рассматривается в следующем подразделе.
- 37 Ergas (1987: 1).
- 38 См. Foray (2011), Foray *et al.* (2012), Mowery and Nelson (1996) и Ergas (1987).
- 39 Например, Закон США об инновациях и конкуренции, принятый в 2021 г. (USICA) и Закон о создании полезных стимулов для производства полупроводников (CHIPS) для Америки, принятый в 2021 г.
- 40 В публикации Mazzucato (2018) предлагается альтернативный инструментарий для разработки инновационной политики, с использованием подхода, когда с помощью программ, ориентированных на решение конкретных задач, формируются существующие рынки и «совместно создаются» дополнительные рынки, а не устраняются сбои.
- 41 Ergas (1987).
- 42 Hertzfeld (2002).
- 43 В публикации Mazzucato (2018) делаются выводы из осуществления инновационной политики, ориентированной на решение конкретных задач. В публикациях Edquist and co-authors (Edquist and Hommen, 1999; Edquist and Zabala-Isturriagoitia, 2012) указывается на важность государственных закупок технологий. В публикации Acemoglu (2011) прогнозируется, что директивные органы, оптимизирующие социальные выгоды от инноваций, должны будут стимулировать диверсификацию портфеля инноваций, чтобы обеспечить более высокие темпы роста, чем при рыночном распределении.
- 44 См. Mazzucato (2018).
- 45 Different strands of economic thought arrive at a similar conclusion when addressing issues relating to the grand challenges. But they differ on how to approach the matter. См. Aiginger and Rodrik (2020), Rodrik and Stantcheva (2021), Mowery (2012), Schot and Steinmueller (2018) и Mazzucato (2018).
- 46 См. Diercks *et al.* (2019), Mowery (2012), Mowery *et al.* (2010), и Schot and Steinmueller (2018).
- 47 См. Mowery *et al.* (2010).
- 48 Archibugi и его соавторы (1999) утверждают, что концепции национальных инновационных систем и глобализации инновационной деятельности должны анализироваться вместе, даже если они были разработаны независимо друг от друга. См. также WIPO (2019).
- 49 Вопрос о том, как в менее развитых странах был сформирован потенциал по разработке и освоению инновационных решений, также рассматривается в публикациях WIPO (2017) и Kaplinsky (2011).
- 50 См. Fu and Gong (2011), Kaplinsky (2011) и WIPO (2019, глава 2).
- 51 См. Eckaus (1987), Emmanuel (1982), Kaplinsky (2011) и Stewart (1978).
- 52 См. Acemoglu *et al.* (2002) и Stewart (1978).
- 53 Parschau and Hauge (2020).
- 54 Понятия «экономных» инноваций, инноваций типа «джугад» и инноваций «в основании пирамиды» частично пересекаются. Но существуют нюансы в определениях этих типов инноваций. Ученые определяют «экономные» инновации как инновации, произведенные с использованием местных и более дешевых ресурсов, «джугад» – инновации, призванные удовлетворить основные потребности бедных слоев населения, а инновации «в основании пирамиды» адаптированы к более низкой покупательной способности развивающихся стран. Инновация типа «джугад» – это, по сути, «экономная» инновация, в которой присутствует социальное измерение. Более подробную информацию см. в публикациях Fu (2020), Kaplinsky (2011) и Martin (2016).

- 55 См. IDC (2020) и Deck (2020).
- 56 Qumer and Purkayastha (2019).
- 57 См. Cabral *et al.* (2016).
- 58 M-PESA – это словосочетание, составленное из слова на суахили, обозначающего наличные деньги, Pesa, и буквы «М» – мобильный.
- 59 Система M-PESA действует в Кении с марта 2007 г. В первый же месяц было зарегистрировано более 20 000 клиентов. Два года спустя ей пользовались 8 млн абонентов, и она функционировала с помощью сети из 13 000 агентов. За эти два года через платформу было переведено более 3,7 млрд долл. США.
- 60 Инициатива по созданию M-PESA исходила от британской телекоммуникационной компании Vodafone. Она была частью программы корпоративной социальной ответственности, направленной на достижение Целей развития тысячелетия, сформулированных Организацией Объединенных Наций. Финансирование инициативы было обеспечено в 2003 г. с помощью государственного гранта, выданного фондом Financing Deepening Challenge Fund Министерства международного развития
- Великобритании (DFID). Компания Vodafone получила грант в размере 1 млн фунтов стерлингов, который также покрывал затраты на персонал. См. подробнее в публикациях Hughes and Lonie (2007) и Onsongo (2019).
- 61 По оценкам MOT (2018), более 85% занятости в Африке приходится на неформальный сектор.
- 62 Fu (2020).
- 63 См. Chandran Govindaraju and Wong (2011) и Immelt *et al.* (2009).
- 64 См. Foray (2011).

Литература

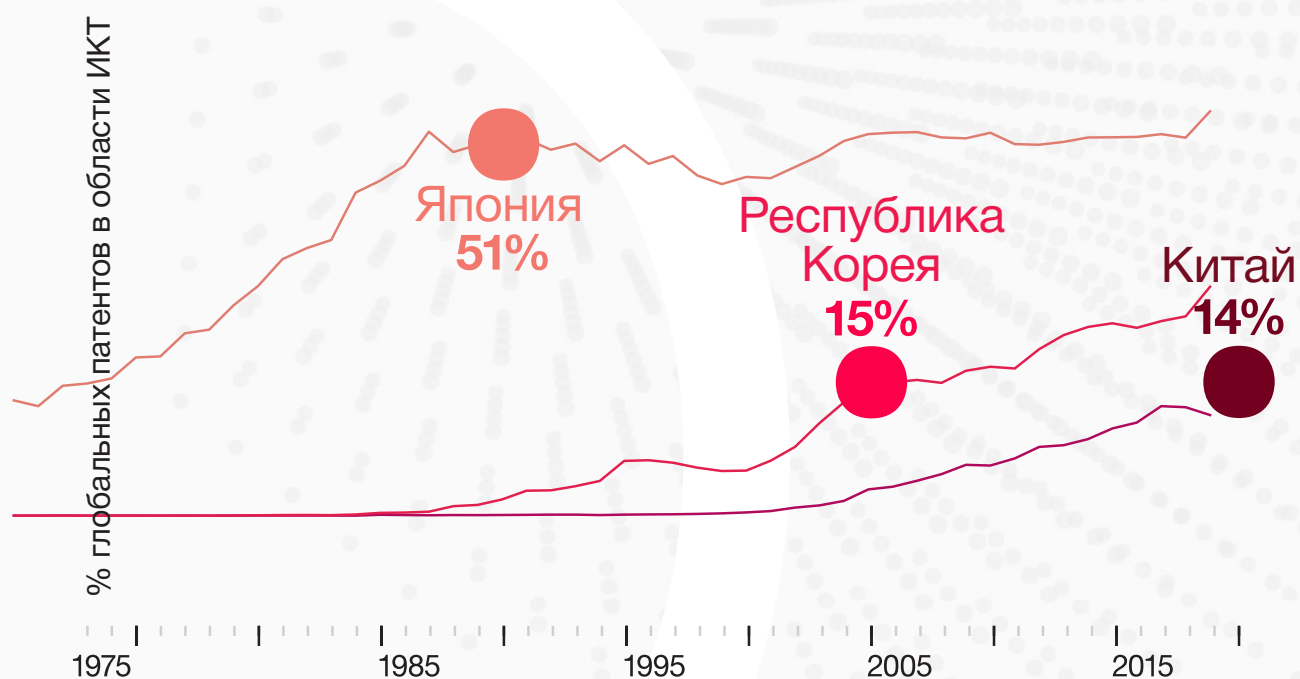
- Acemoglu, D. (2010). When does labor scarcity encourage innovation? *Journal of Political Economy*, 118(6), 1037–1078. DOI: <https://doi.org/10.1086/658160>.
- Acemoglu, D., Aghion, P. and F. Zilibotti (2002). Distance to frontier, selection, and economic growth. *Working Paper no. w9066*. National Bureau of Economic Research. DOI: <https://doi.org/10.3386/w9066>.
- Acemoglu, D. (2011). Diversity and technological progress. In Lerner, J. and S. Stern (eds), *The Rate and Direction of Inventive Activity Revisited*. University of Chicago Press, 319–356. Available at: <http://www.nber.org/chapters/c12358>.
- Agarwal, R. and P. Gaule (2021). What Drives Innovation? Lessons from COVID-19 R&D. *IZA Discussion Paper*, no. 14069. Institute of Labor Economics (IZA). Available at: <https://ftp.iza.org/dp14079.pdf>.
- Aiginger, K. and D. Rodrik (2020). Rebirth of industrial policy and an agenda for the twenty-first century. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 20, 189–207. DOI: <https://doi.org/10/ghbtcc>.
- Amable, B., R. Barré and R. Boyer (1997). *Les systèmes d'innovation à l'ère de la globalisation*. Paris: Economica.
- Antonelli, C. (2009). The economics of innovation: From the classical legacies to the economics of complexity. *Economics of Innovation and New Technology*, 18(7), 611–646.
- Archibugi, D., Howells, J. and J. Michie (1999). Innovation systems in a global economy. *Technology Analysis & Strategic Management*, 11(4), 527–539. <https://doi.org/10/cfhphh>
- Arrow, K.J. (1962). The economic implications of learning by doing. *The Review of Economic Studies*, 29(3), 155–173. DOI: <https://doi.org/10.2307/2295952>.
- Barnard, H. and C. Chaminade (2012). Global Innovation Networks: Towards a taxonomy. *CIRCLE Working Papers*, no. 2011/04. Lund University.
- Bikar, V., H. Capron and M. Cincera (2006). An integrated evaluation scheme of innovation systems from an institutional perspective. In *DULBEA Working Papers*, no. 06-09.RS. ULB – Université Libre de Bruxelles. Available at: <https://ideas.repec.org/p/dul/wpaper/06-09rs.html>.
- Breschi, S. and F. Lissoni (2001). Knowledge spillovers and local innovation systems: A critical survey. *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 975–1005.
- Breschi, S. and F. Malerba (1997). Sectoral innovation systems: Technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, 130–156.
- Bresnahan, T. (2010). General purpose technologies. In Hall, B.H. and N. Rosenberg (eds), *Handbook of the Economics of Innovation: Volume 2*. North-Holland, 761–791. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169721810020022>.
- Cabral, L., A. Favareto, L. Mukwereza and K. Amanor (2016). Brazil's agricultural politics in Africa: More food international and the disputed meanings of “family farming”. *World Development*, 81, 47–60. DOI: <https://doi.org/10/gmprks>.
- Carlsson, B. (1984). The development and use of machine tools in historical perspective. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 5(1), 91–114. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-2681\(84\)90028-3](https://doi.org/10.1016/0167-2681(84)90028-3).
- Carlsson, B. (1997). *Technological Systems and Industrial Dynamics*. Springer.
- Carlsson, B. (2006). Internationalization of innovation systems: A survey of the literature. *Research Policy*, 35(1), 56–67.
- Carlsson, B. and S. Jacobsson (1997). Diversity creation and technological systems: A technology policy perspective. In Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, 266–294.
- Carlsson, B., S. Jacobsson, M. Holmen and A. Rickne (2002). Innovation systems: Analytical and methodological issues. *Research Policy*, 31(2), 233–245.
- Chandran Govindaraju, V.G.R. and C.-Y. Wong (2011). Patenting activities by developing countries: The case of Malaysia. *World Patent Information*, 33(1), 51–57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2010.01.001>.
- Cohen, W.M. and D.A. Levinthal (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152.
- Cooke, P. (1992). Regional innovation systems: Competitive regulation in the new Europe. *Geoforum*, 23, 365–365.
- Cowan, R. and D. Foray (1997). The economics of codification and the diffusion of knowledge. *Industrial and Corporate Change*, 6(3), 595–622.
- Cowan, R., P.A. David and D. Foray (2000). The explicit economics of knowledge codification and tacitness. *Industrial and Corporate Change*, 9(2), 211–253.
- Crepon, B., E. Duguet and J. Mairesse (1998). Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2), 115. DOI: <https://doi.org/10.1080/10438599800000031>.

- David, P.A. and D. Foray (1995). Assessing and expanding the science and technology knowledge base. *STI Review*, 16. Paris: OECD.
- Deck, A. (2020, June 23). Africa's phone phenom: Your guide to Transsion. *Rest of World*. Available at: <https://restofworld.org/2020/transsion-from-china-to-africa>.
- Diercks, G., H. Larsen and F. Steward (2019). Transformative innovation policy: Addressing variety in an emerging policy paradigm – ScienceDirect. *Research Policy*, 48(4), 880–894. DOI: <https://doi.org/10/ggpsk2>.
- Dosi, G. and R.R. Nelson (2010). Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes. In Hall, B.H. and N. Rosenberg (eds), *Handbook of the Economics of Innovation: Volume 1*. North-Holland, 51–127. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01003-8](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01003-8).
- Eckaus, R.S. (1987). Appropriate technology: The movement has only a few clothes on. *Issues in Science and Technology*, 3(2), 62–71.
- Edquist, C. (ed.) (1997). *Systems of Innovation*. Routledge.
- Edquist, C. and L. Hommen (1999). Systems of innovation: Theory and policy for the demand side. *Technology in Society*, 21(1), 63–79. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0160-791X\(98\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0160-791X(98)00037-2).
- Edquist, C. and J.M. Zabala-Iturrigagoitia (2012). Public procurement for innovation as mission-oriented innovation policy. *Research Policy*, 41(10), 1757–1769. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.022>.
- Emmanuel, A. (1982). *Appropriate or Underdeveloped Technology?* J. Wiley.
- Ergas, H. (1987). Does technology policy matter. In Guile, B.R. and H. Brooks (eds), *Technology and Global Industry: Companies and Nations in the World Economy*. Washington D.C.: National Academies Press, 191–245.
- Etzkowitz, H. and L. Leydesdorff (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123.
- Fink, C. (2022). Calculating private and social returns to COVID-19 vaccine innovation. *WIPO Economic Research Working Paper No. 68*. World Intellectual Property Organization.
- Foray, D. (2011). Why is it so difficult to translate innovation economics into useful and applicable policy prescriptions? In Lerner, J. and S. Stern (eds), *The Rate and Direction of Inventive Activity Revisited*. University of Chicago Press, 673–678. Available at: <http://www.nber.org/chapters/c12378>.
- Foray, D. (2018). *L'économie de la connaissance: Vol. 3^e éd.* La Découverte. DOI: <https://doi.org/10.3917/dec.foray.2018.01>.
- Foray, D. and B.A. Lundvall (1996). The Knowledge-Based Economy: From the Economics of Knowledge to the Learning Economy. In Neef, D. et al. (eds), *The Economic Impact of Knowledge*, 115–122.
- Foray, D., D.C. Mowery and R.R. Nelson (2012). Public R&D and social challenges: What lessons from mission R&D programs? *Research Policy*, 41(10), 1697–1702.
- Freeman, C. (1995). The ‘national system of innovation’ in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5–24. <https://doi.org/10/gdk2vr>.
- Fu, X. (2020). *Innovation under the radar: The nature and sources of innovation in Africa*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: [10.1017/9781316869482](https://doi.org/10.1017/9781316869482).
- Fu, X. and Y. Gong (2011). Indigenous and foreign innovation efforts and drivers of technological upgrading: Evidence from China – ScienceDirect. *World Development*, 39(7), 1213–1225.
- Gibbons, M.R., C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott and M. Trow (1994). *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. Sage Publications Ltd.
- Godin, B. (2006). The knowledge-based economy: Conceptual framework or buzzword? *Journal of Technology Transfer*, 31(1), 17–30.
- Griliches, Z. (1980). Returns to research and development expenditures in the private sector. In Kendrick, J.W. and B.N. Vaccara (eds), *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*. University of Chicago Press (for the National Bureau of Economic Research), 419–462. Available at: <http://www.nber.org/books/kend80-1>.
- Griliches, Z. and F. Lichtenberg (1984). R&D and productivity growth at the industry level: Is there still a relationship? In Griliches, Z. (ed.), *R&D, Patents, and Productivity*. University of Chicago Press, 465–502. Available at: <http://www.nber.org/chapters/c10062>.
- Gross, D.P. and B.N. Sampat (2020). Organizing Crisis Innovation: Lessons from World War II. *Working Paper no. 27909*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. DOI: <https://doi.org/10.3386/w27909>.
- Hertzfeld, H.R. (2002). Measuring the economic returns from successful NASA life sciences technology transfers. *The Journal of Technology Transfer*, 27(4), 311–320. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1020207506064>.

- Hughes, N. and S. Lonie (2007). M-PESA: Mobile money for the “unbanked” turning cellphones into 24-Hour tellers in Kenya. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 2(1–2), 63–81. DOI: <https://doi.org/10/bknh2f>.
- IDC (2020, March 16). East Africa smartphone market records strong growth but global COVID-19 outbreak looks set to hit shipments. *IDC: The Premier Global Market Intelligence Company*. Available at: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prMETA46136320>.
- ILO (2018). *Women and men in the informal economy: A statistical picture, third edition*. Geneva: ILO. Available at www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_626831/lang--en/index.htm.
- Immelt, J.R., V. Govindarajan and C. Trimble (2009, October 1). How GE is disrupting itself. *Harvard Business Review*. Available at: <https://hbr.org/2009/10/how-ge-is-disrupting-itself>.
- Johnson, B., E. Lorenz and B.A. Lundvall (2002). Why all this fuss about codified and tacit knowledge? *Industrial and Corporate Change*, 11(2), 245–262.
- Kaplinsky, R. (2011). Schumacher meets Schumpeter: Appropriate technology below the radar. *Research Policy*, 40(2), 193–203. DOI: <https://doi.org/10/c2nv7k>.
- Kline, S.J. and N. Rosenberg (1986). An overview of innovation. In Landau, R. and N. Rosenberg (eds), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. National Academies Press, 275–305.
- Leydesdorff, L. and H. Etzkowitz (1996). Emergence of a Triple Helix of university–industry–government relations. *Science and Public Policy*, 23(5), 279–286.
- Leydesdorff, L. and M. Meyer (2006). Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems: Introduction to the special issue. *Research Policy*, 35(10), 1441–1449.
- Lundvall, B. A. (1988). Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the national system of innovation. In G. Dosi (ed.), *Technical Change and Economic Theory*, 349–369.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31(2), 247–264.
- Malerba, F. and L. Orsenigo (1993). Technological regimes and firm behavior. *Industrial and Corporate Change*, 2(1), 45–71. DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/2.1.45>.
- Martin, A. (2016). Concepts of Innovation for and from Emerging Markets. *Working Papers of the Chair for Innovation Research and Technology Management*, no. 9-1. Technische Universität Chemnitz. Available at: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/148341/1/87292632X.pdf>.
- Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 803–815. DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/dty034>.
- Mowery, D.C. (2012). Defense-related R&D as a model for “Grand Challenges” technology policies. *Research Policy*, 41(10), 1703–1715. DOI: <https://doi.org/10/ghs2vv>.
- Mowery, D.C. and R.R. Nelson (1996). The US corporation and technical progress. In Kaysen, C. (ed.), *The American Corporation Today*. Cambridge, MA: MIT Press, 187–241.
- Mowery, D.C., R.R. Nelson and B.R. Martin (2010). Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won’t work). *Research Policy*, 39(8), 1011–1023. DOI: <https://doi.org/10/bqjwxh>.
- Multhauf, R.P. (1959). The scientist and the “improver” of technology. *Technology and Culture*, 1(1), 38–47. DOI: <https://doi.org/10.2307/3100786>.
- Nelson, R. R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. USA: Oxford University Press.
- Nelson, R.R. (2011). The Moon and the Ghetto revisited. *Science and Public Policy*, 38(9), 681–690. DOI: <https://doi.org/10.3152/030234211X13070021633404>.
- Onsongo, E. (2019). Institutional entrepreneurship and social innovation at the base of the pyramid: The case of M-Pesa in Kenya. *Industry and Innovation*, 26(4), 369–390. DOI: <https://doi.org/10/gf3w94>.
- Parschau, C. and J. Hauge (2020). Is automation stealing manufacturing jobs? Evidence from South Africa’s apparel industry. *Geoforum*, 115, 120–131. DOI: <https://doi.org/10/ghc4c7>.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), 343–373. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0).
- Perez, C. (2003). *Technological Revolutions and Financial Capital*. Edward Elgar Publishing.
- Qumer, S.M. and D. Purkayastha (2019). TECNO Mobile’s growth strategies in Africa. In CEIBS Case Center (ed.), *China-Focused Cases: Selected Winners of the CEIBS Global Case Contest*. Springer Singapore, 81–102.

- Rodrik, D. and S. Stantcheva (2021). Economic Inequality and Insecurity: Policies for an Inclusive Economy. *Report prepared for Commission Chaired by Olivier Blanchard and Jean Tirole on Major Future Economic Challenges, Republic of France*. Available at: <https://drodrik.scholar.harvard.edu/publications/economic-inequality-and-insecurity-policies-inclusive-economy>.
- Sampat, B.N. (2015). Intellectual property rights and pharmaceuticals: The case of antibiotics. *WIPO Economic Research Working Papers No. 26*. World Intellectual Property Organization – Economics and Statistics Division. Available at: <https://ideas.repec.org/p/wip/wpaper/26.html>.
- Scherer, F.M. (1982). Demand-pull and technological invention: Schmookler revisited. *The Journal of Industrial Economics*, 30(3), 225–237. DOI: <https://doi.org/10.2307/2098216>.
- Schmookler, J. (1962a). Changes in industry and in the state of knowledge as determinants of industrial invention. In *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton University Press, 195–232.
- Schmookler, J. (1962b). Economic sources of inventive activity. *The Journal of Economic History*, 22(1), 1–20.
- Schot, J. and W.E. Steinmueller (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554–1567. DOI: <https://doi.org/10/gd56ww>.
- Schumpeter, J.A. (1939). *Business Cycles* (Vol. 1). Cambridge University Press. Available at: <http://journals.cambridge.org/production/action/cjoGetFulltext?fulltextid=5262972>.
- Schumpeter, J.A. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Routledge.
- Sharif, N. (2006). Emergence and development of the National Innovation Systems concept. *Research Policy*, 35(5), 745–766.
- Siegel, I.H. (1962). Scientific discovery and the rate of invention. In *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton University Press, 441–458. DOI: <https://doi.org/10.2307/j.ctt183pshc.20>.
- Stewart, F. (1978). *Technology and Underdevelopment* (2nd ed.). UK: Palgrave Macmillan. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-349-15932-1>.
- Trajtenberg, M. (2011). Can the Nelson-Arrow Paradigm still be the beacon of innovation policy? In Lerner, J. and S. Stern (eds), *The Rate and Direction of Inventive Activity Revisited*. University of Chicago Press, 679–684. Available at: <http://www.nber.org/chapters/c12379>.
- WIPO (World Intellectual Property Organization) (2011). *World Intellectual Property Report 2011: The Changing Face of Innovation* [WIPO Economics & Statistics Series]. Geneva: WIPO. Available at: <http://ideas.repec.org/b/wip/report/2011944.html>.
- WIPO (2013). *World Intellectual Property Report 2013: Brands, Reputation and Image in the Global Marketplace*. Geneva: WIPO – Economics and Statistics Division. Available at: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=384>.
- WIPO (2015). *World Intellectual Property Report 2015: Breakthrough Innovation and Economic Growth*. Geneva: WIPO. Available at: <https://ideas.repec.org/b/wip/report/2015944.html>.
- WIPO (2017). *World Intellectual Property Report 2017: Intangible Capital in Global Value Chains*. Geneva: WIPO. Available at: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4225&plang=EN>.
- WIPO (2019). *World Intellectual Property Report 2019: The Geography of Innovation: Local Networks, Global Hotspots*. Geneva: WIPO. Available at: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4467&plang=EN>.

Новые технологии могут стимулировать развитие и появляться в местных экосистемах инноваций



Вектор инновационной деятельности. Уроки истории

За прошедшее столетие, в особенности в период после Второй мировой войны, вектор инновационной деятельности не раз резко изменялся. В этой главе рассматриваются три конкретных примера, которые отражают следующие периоды преобразований: медицинские исследования во время Второй мировой войны, «космическая гонка» и первые этапы развития отраслей, связанных с информационными технологиями (ИТ), в Восточной Азии.

Благодаря большому количеству доступных данных и подробной информации по этим трем примерам, а также тому, что с тех пор прошло много времени, можно сравнить вектор инновационной деятельности до и после этих периодов. Также можно изучить прогнозируемость вектора инновационной деятельности. Если исследователи, работавшие над созданием пенициллина в 1930-х годах, могли иметь представление о его огромном потенциале, то ученым, разрабатывавшим солнечные панели для программ пилотируемых полетов в космос в 1960-х годах, было бы сложнее предсказать их широкое применение в будущем.

Как говорилось в главе 1, вектор инновационной деятельности могут определять экономические факторы. Глубина и сила человеческой любознательности и научных знаний служат ориентирами для определения перспективных направлений. Кроме того, решающую роль в стимулировании продвижения по определенным технологическим путям играет рыночный спрос. Все эти факторы могут влиять на решения о финансировании и распределении ресурсов.

Вышеописанные факторы влияли и на ситуации, описанные во всех приведенных ниже примерах, хотя их соотношение может варьироваться. В этой главе приводится справочная информация об описываемых ситуациях, описываются задействованные в них экосистемы инноваций и роли различных заинтересованных сторон – правительств, компаний, частных лиц и университетов – в определении вектора инновационной деятельности. Как показывают исторические примеры (Вторая мировая война и «космическая гонка»), рассмотренные в этой главе, инновационные решения, несмотря на их огромное влияние, не всегда защищались правами интеллектуальной собственности

(ПИС) по различным причинам, таким как нормы соответствующего времени, безопасность и конфиденциальность. В первом примере рассматриваются инновации во время Второй мировой войны, в частности, в области медицины, и их дальнейшее значение. Во втором примере изучается развитие космической отрасли со времен Второй мировой войны до наших дней. В третьем примере рассматривается развитие ИТ-индустрии в отдельных странах Восточной Азии.

Важно отметить, что эти примеры различаются по охвату и масштабу рассматриваемых в них инноваций. Тем не менее все они наглядно демонстрируют множество факторов, которые влияют на вектор инновационной деятельности, и их взаимодействие.

2.1 Вторая мировая война¹

Соединенные Штаты поставили науку на военные рельсы

Спустя более 70 лет после окончания Второй мировой войны различные инновационные решения в области медицины, разработанные для удовлетворения потребностей, возникших в условиях боевых действий, вошли в стандартную врачебную практику. Разработка пенициллина (см. вставку 2.1), создание противомаларийных препаратов и переливание крови – примеры медицинских инноваций, появление которых было необходимо для удовлетворения потребностей вооруженных сил, но со временем они стали доступны гражданскому населению и спасли миллионы жизней.

Не каждый кризис может быть разрешен с помощью инноваций, однако они могут помочь в таких

ситуациях, как стихийные бедствия, войны и пандемии². Также огромное значение имеет то, с какой скоростью разрабатываются решения. Кризисы и их последствия могут выйти из-под контроля, если не принять срочные меры³. Активные поиски ответов исследователями, а также острота проблем, для решения которых допускается принятие повышенного риска, создают благоприятные условия для научно-технического прогресса в связанных с кризисом областях и даже для возникновения новых технологий. Но такие чрезвычайные ситуации могут привести к тому, что внимание и ресурсы не будут направлены на области, не связанные с кризисом; как следствие, техническое развитие в этих областях замедлится или остановится.

В данном примере подробно рассказывается о том, как правительство США мобилизовало гражданскую науку для решения задач военного времени путем создания и финансирования Управления научных исследований и разработок (OSRD). В частности, здесь рассказывается о мерах, принятых одним из подразделений OSRD – Комитетом по научным медицинским исследованиям (CMR). Несмотря на то, что в декабре 1947 г. OSRD было расформировано, оно ощутимо повлияло на инновационную политику США. Исследовательские проекты времен Второй мировой войны дали начало созданию и расширению ряда учреждений, существующих и в настоящее время, например, Национального научного фонда (NSF) и Национальных институтов здравоохранения (NIH). Результатами этих усилий стало появление таких технических решений, коренным образом изменивших мир, как радар, атомная бомба, ракетная техника, реактивная тяга и радиосвязь. Наконец изучение представленного примера позволяет сделать общие выводы о том, как инновационные решения разрабатываются во времена кризисов.

Для ведения войны требовались передовые технологии

Правительство США ясно понимало, что Вторая мировая война – это битва технологий и что без передовых военных технологий у США и союзных держав нет шансов на победу. OSRD был создан в июне 1941 г., за несколько месяцев до официального вступления США в войну; его задача заключалась в мобилизации государственного и частного секторов и научного сообщества для того, чтобы обеспечить военным доступ к передовым технологиям и знаниям⁴.

Руководителем OSRD был назначен Ванневар Буш⁵, президент Вашингтонского института Карнеги и бывший вице-президент и декан инженерного факультета Массачусетского технологического института (MIT). Он собрал небольшую

группу выдающихся ученых для изучения проблем, связанных с разработкой, производством и использованием «механизмов и устройств» ведения войны. По окончании войны сфера интересов этой группы значительно расширилась, а ее бюджет вырос с 6,2 млн долл. США в 1940 и 1941 г. до 160–170 млн долл. США в 1944 и 1945 г. (в долларах 1945 года)⁶. По сегодняшним меркам бюджет был небольшим, но для того времени он был беспрецедентным: выделенная сумма почти в 100 раз превышала суммы, которые правительство США инвестировало в науку до этого. К концу войны OSRD потратила более 536 млн долл. США на НИОКР более чем по 2500 контрактам⁷.

Вставка 2.1 Пенициллин

Самое знаменитое достижение медицинских исследований Второй мировой войны – массовое производство пенициллина. В начале его разработки CMR преимущественно выполнял функцию координатора. Его роль заключалась в том, чтобы убедить скептически настроенные фирмы, обладающие соответствующими возможностями, начать процесс коммерческого производства, организовывать встречи между фирмами и исследователями в Северной региональной исследовательской лаборатории Министерства сельского хозяйства США (NRRL) – организацией, которая играла основную роль в разработке пенициллина, – осуществлять обмен информацией и урегулировать возникающие конфликты⁸. Затем CMR начал координировать клинические и полевые испытания. На закупку пенициллина для испытаний он потратил почти 2 млн долл. США, что составило около 8 процентов от общего бюджета. В одних случаях необходимые производственные объекты строило правительство, в других – частные фирмы, уверенные в гарантированном наличии большого рынка. Правительственные ведомства, включая Совет по военному производству (WPB), созданный для надзора за производством на военные цели в США, помогали обмениваться информацией и преодолевать технические сложности в производстве⁹. В течение 25 лет после войны¹⁰ антибиотики оставались самым продаваемым медицинским препаратом и легли в основу разработки десятка последующих инноваций. В течение войны CMR финансировал параллельную программу химического синтеза пенициллина, чтобы избежать необходимости использовать органический пенициллин, который производился лишь в очень небольших объемах. Несмотря на то, что усилия не увенчались успехом, полученные

знания, как утверждает в публикации Swann (1983), «использовались при осуществлении общего синтеза пенициллина в 1950-х годах в целях разработки полусинтетического пенициллина, который стал основой для важнейших лекарственных препаратов»¹¹.

Изначально CMR не входил в состав OSRD. Он был включен в число его подразделений позже, и, хотя его финансирование составляло одну десятую от общего бюджета OSRD, он выполнял важнейшую функцию. CMR состоял из нескольких подразделений, которые занимались вопросами медицины, хирургии, авиационной медицины, физиологии, химии и борьбы с малярией (см. вставку 2.2), которая оказалась «скрытым врагом» во время Первой мировой войны: эта болезнь широко распространилась среди солдат и мирного населения¹². Комитету было предоставлено право устанавливать «необходимость и характер контрактов, которые будут заключаться с университетами, больницами и другими учреждениями, проводящими медицинские исследования» и рекомендовать такие контракты для финансирования¹³.

Широкомасштабная федеральная поддержка медицинских исследований была радикальной идеей для своего времени. Честер Кифер, который за свою работу по регулированию распределения нового лекарства среди мирных жителей в военное время стал известен как «царь пенициллина», писал, что CMR представляет собой «новый эксперимент в американской медицине, поскольку запланированные и скоординированные медицинские исследования никогда не проводились в таких масштабах». CMR координировал и поддерживал массовое производство пенициллина, создание и производство вакцин (см. вставку 2.3), разработку заменителей крови (см. вставку 2.4), исследования гормонов (см. вставку 2.5) и разработку многих других медицинских технологий. Эти усилия открыли возможности для исследований и разработок в области медицины, которые продолжали применяться и после Второй мировой войны.

Вставка 2.2

Противомалярийные препараты

CMR инвестировал основную долю своего бюджета в поиск лекарств против малярии, которая, как и во время Первой мировой войны, была серьезной угрозой во многих районах боевых действий, в особенности, в южной части Тихоокеанского региона. Фонд Рокфеллера и Национальный исследовательский совет (НИС), курирующий вопросы науки и техники в правительстве США, проводили исследования, посвященные малярии, в 1930-х годах. Поскольку лекарственные препараты, которые производились в США в попытке воссоздать немецкий противомалярийный препарат атабрин, вызывали ряд побочных действий, таких как тошнота и диарея, основное внимание в стране уделялось поиску его заменителя. В Совет по координации малярийных исследований, учрежденный в 1942 г., входили военные и гражданские ученые. Поскольку требовалось изучить тысячи соединений, CMR должен был координировать исследовательскую работу отдельных фирм и академических лабораторий, так чтобы предотвратить избыточное дублирование действий, но не допускать серьезных пробелов. Как и в случае с пенициллином, он пытался способствовать обмену информацией и сотрудничеству без ущерба для собственных интересов. В итоге было принято решение вернуться к использованию атабрина. Исследования показали, что он «относительно нетоксичен». Прорыв в исследовании одной из молекул, хлорохина, произошел слишком поздно, и использовать его результаты во время военных действий не удалось, но в последующие годы хлорохин стал революционным средством от малярии. Исследования этого и других опасных химических соединений, открытых во время войны, продолжались и после ее окончания¹⁴. Кроме того, во время войны были получены такие соединения, как примакин, мефлохин и Малярон. Спрос на эти вещества со стороны армии США оставался высоким и во время конфликтов в Корее и Вьетнаме, хотя в то время малярия уже перестала быть первоочередной проблемой здравоохранения в США.

Инновационные решения, внедренные в военное время, оставались актуальными еще длительное время.

Роль правительств

В условиях внезапно начавшегося кризиса правительства могут сыграть основополагающую роль, мобилизуя силы, перенаправляя финансирование и координируя усилия государственного и частного секторов. Даже если они разрабатывают политику в области инноваций для удовлетворения конкретных потребностей, ее воздействие может продолжаться и после урегулирования кризиса. Например, OSRD финансировал определенные отрасли промышленности, чтобы получить техническое и военное преимущество. Тем не менее результаты этих инноваций до сих пор приносят пользу гражданскому населению в США и других странах.

Оперативность реагирования правительства на новую кризисную ситуацию обычно зависит от его готовности принимать меры. Ход борьбы с кризисом могут изменить заблаговременно принятая политика в области инноваций, готовность организаций, наличие каналов связи и координации между различными органами – государственными, частными и научными. До Второй мировой войны правительство США не проводило систематической политики в области инноваций. Национальный институт здравоохранения был создан в 1930-х годах, но он имел небольшой бюджет и проводил исследования лишь в небольшом количестве областей. В достаточно высоких объемах из федерального бюджета финансировались только научные исследования в области сельского хозяйства. Тем не менее новизна и малые масштабы деятельности OSRD стали преимуществом, позволившим ему избежать затяжных бюрократических процедур. Правительство США предоставило ему полную свободу в размещении финансового и человеческого капитала и в координации взаимодействия на местном уровне – между армией и американскими фирмами и университетами, – а также на международном уровне – с учеными из союзных стран. Благодаря централизованному и скоординированному подходу потребности, возникавшие на фронте, доводились непосредственно до сведения ученых, и они получали мгновенную обратную связь о результатах своей работы.

Резюмируя, можно сказать, что основные функции OSRD заключались в финансировании в первую очередь прикладных исследований, направленных на урегулирование кризиса, определении приоритетов в тесном сотрудничестве с армией и в разработке мер политики (в том числе в

отношении патентов) для привлечения наиболее перспективных ученых. Другой примечательной особенностью Управления была готовность финансировать деятельность конкурентов в случаях, когда было неизвестно, что поможет решить ту или иную задачу. Так было, например, во время исследований малярии и разработки пенициллина. Деятельность OSRD не ограничивалась обеспечением гарантированных поставок и заключением авансовых контрактов. Управление координировало децентрализованные меры в области НИОКР, содействуя не только исследованиям, но и последующему производству и внедрению продукции и приоритизируя оперативность в поиске решений, а не экономию. Помимо деятельности внутри страны, OSRD отвечало за международное сотрудничество, например, за сотрудничество между британскими и американскими учеными в исследовании пенициллина.

Как уже отмечалось, влияние OSRD на инновационную деятельность в США сохранялось еще долго после окончания Второй мировой войны. Исследования показывают, что после войны общий объем патентования американских изобретателей в технологических категориях, которые финансировало OSRD, был на 50-60 процентов выше, чем в секторах, в которых поддержка не оказывалась. Финансировались исследования в таких направлениях, как разработка ядерных и рентгеновских установок, средств коммуникации (например, для радиолокации и радионавигации), полупроводниковых устройств (например, транзисторов), компьютерного оборудования и программного обеспечения¹⁵. При этом во Франции и Соединенном королевстве, где такой подобной государственной поддержки не было, такая тенденция в отношении патентования в послевоенное время отсутствует. Очевидно, что Вторая мировая война стала причиной существенного изменения вектора инновационной деятельности в США.

Вставка 2.3 Вакцины

Еще до начала Второй мировой войны правительство США (с помощью Управления начальника военной медицинской службы США и других ведомств) начало исследования с целью разработки вакцин против ряда инфекционных заболеваний, включая грипп. В конце Первой мировой войны от особо вирулентного штамма гриппа умерли миллион солдат и гражданских лиц – больше, чем за все четыре года войны. Военные провели фундаментальные исследования и заложили основу для создания нескольких вакцин, в том числе против

гриппа и пневмококковых инфекций, которые могут привести к пневмонии, сепсису или менингиту. Научные исследования в целях разработки вакцин финансировались из Фонда Рокфеллера. К моменту основания OSRD было подготовлено научное обоснование нескольких потенциальных вакцин. Оставалось найти методы наращивания производства и оценить безопасность и эффективность вакцин¹⁶. CMR заключил контракты с учеными и промышленностью с целью повышения выхода продукта, стандартизации концентраций и расширения производства. Он помогал предприятиям наладить производство достаточного количества вакцины для испытаний, а затем финансировал испытания, в том числе на местах. Основная функция правительства заключалась в координации работы по выявлению серотипов, наиболее распространенных среди военнослужащих, а также по разработке, наращиванию производства и испытанию вакцины, содержащей эти серотипы. Передовые системы учета, принятые в армии, и высокая заболеваемость в контрольных популяциях стали идеальными условиями для испытания вакцин. В публикации Hoyt¹⁷ подсчитано, что деятельность в военное время помогла усовершенствовать или разработать вакцины от 10 из 28 выявленных в XX веке заболеваний, которые можно предотвратить с помощью вакцин, в том числе от столбняка и ботулотоксикоза, японского энцефалита и желтой лихорадки. Но часть из них, например, вакцина против японского энцефалита (вирусного инфекционного заболевания, поражающего мозг), оказались нерентабельными ввиду низкой распространенности болезней в Северной Америке.

Роль частного сектора

Частные фирмы, особенно в электротехнической, химической и фармацевтической промышленности, с самого начала вносили ощутимый вклад в инновационную деятельность военного времени. OSRD и CMR разрабатывали политику и составляли контракты так, чтобы они обеспечивали финансирование, снижали риски инвестиций и способствовали развитию коммуникационных связей между частными фирмами, что делало их привлекательными для последних. OSRD давало фирмам разрешение регистрировать и держать патенты на проекты, которые не носили настолько конфиденциального характера, что информацию о них нельзя было публиковать, но нередко с условием, что при необходимости они должны были предоставлять лицензии на их использование государственным учреждениям.

Тем не менее в критических ситуациях, особенно в начале кризисов, масштабы и границы проблем могут быть неопределенными и быстро меняться. Высокий уровень неопределенности может препятствовать участию частных субъектов. Представители частного сектора могут не решаться брать на себя расходы на сложные НИОКР и выделять физический и человеческий капитал без гарантии рентабельности инвестиций. Но такие факторы, как альтруизм или возможность повысить репутацию, могут побуждать частный сектор к действиям. Во время Второй мировой войны часть фирм активно стремилась участвовать в работе из чувства патриотизма¹⁸.

Вклад в инновационную деятельность в военное время мог принести большую пользу частному сектору. Компании получали «неявные знания», и предприятия, которым удавалось сохранить или получить соответствующие ПИС, продолжали получать выгоду от полученных знаний и после войны. Массовое производство пенициллина было бы невозможным без инновационных производственных процессов, внедренных такими компаниями, как Merck, Squibb, Lilly и Pfizer¹⁹.

В послевоенные десятилетия исследования в отношении пенициллина легли в основу разработки фармацевтическими компаниями антибиотиков. Еще до Второй мировой войны, в 1910-х и 1920-х годах, компания Pfizer, которой тогда принадлежали химические предприятия, разработала метод ферментации лимонной кислоты, основного ингредиента безалкогольных напитков. В 1940-х годах компания подписала договор об оказании помощи в расширении производства пенициллина на основе этого метода ферментации. Результатом ее успешного участия в программе стало открытие в 1950 г. одного из первых антибиотиков, окситетрациклина²⁰. Широкое применение антибиотиков привело к резкому снижению смертности от бактериальных инфекций и общему увеличению продолжительности жизни²¹. Открытие окситетрациклина и изменения в стратегии компании стали предпосылками для превращения Pfizer в крупную фармацевтическую компанию. В 2020 г. она была в числе фирм, которые сыграли главную роль в разработке вакцины против COVID-19, направленной на сдерживание пандемии коронавируса.

Процесс отбора кандидатов на получение поддержки от OSRD был очень тщательным

Таблица 2.1. Десять университетов, с которыми OSRD заключила контракты на самые крупные суммы, в разбивке по сумме контрактов, 1941–1947 гг.

Университет	Сумма контракта (в долл. США)	%
Массачусетский технологический институт	106,8	23,1
Калифорнийский технологический институт	76,6	16,6
Гарвардский университет	29,1	6,3
Колумбийский университет	27,1	5,9
Калифорнийский университет	14,6	3,2
Университет Джона Хопкинса	10,8	2,3
Университет Джорджа Вашингтона	6,9	1,5
Чикагский университет	5,7	1,2
Принстонский университет	3,6	0,8
Университет Пенсильвании	2,9	0,6
Всего	284,0	61,5

Источник: Gross and Sampat (2020b).

Примечание: в процентах измеряется доля каждого университета в общих расходах OSRD на исследования.

Роль научных кругов

Научные исследования во время Второй мировой войны в основном носили прикладной характер и были направлены на решение конкретных задач. Тем не менее открытия, сделанные в военное время, были бы невозможны без фундаментальных исследований, проведенных ранее в университетах, исследовательских лабораториях и больницах. Например, именно отсутствие таких исследований практически лишило CMR возможности разработать эффективную вакцину против сибирской язвы, которая могла быть использована в качестве биологического оружия. При этом к моменту начала войны в 1939 г. британский бактериолог Александр Флеминг вместе с группой исследователей из Оксфордского университета уже несколько лет занимался исследованиями пенициллина. Флеминг открыл пенициллин в 1929 г. В 1930-х годах попытки группы исследователей выделить чистую молекулу пенициллина в достаточно больших количествах для испытания на людях не принесли результатов, но они заложили основу для результативной работы во время войны. Говард Флори, один из исследователей из Оксфорда, приехал в США и объединил усилия с CMR²². Другой пример – группа исследователей под руководством специалиста по физической химии из Гарвардской медицинской школы Эдвина Козна, которая взяла на себя ведущую роль в исследованиях по переливанию крови (см. вставку 2.4).

Вставка 2.4

Заменители крови

Для замены потерянной в результате ранений, кровоизлияний, ожогов или хирургического вмешательства крови были жизненно необходимы кровь или заменители крови²³. Необходимо было обеспечить возможность хранить заменители крови и перевозить их на большие расстояния²⁴. Исследования по переливанию крови возглавила группа ученых под руководством химика Эдвина Козна. В начале 1941 г. лаборатория Козна получила очищенный человеческий сывороточный альбумин и провела его испытания. В декабре того же года, к моменту нападения на Перл-Харбор, он уже использовался для лечения раненых²⁵. Методы, усовершенствованные во время войны, впоследствии широко использовались в ходе восстановления пациентов после операций, для поддержания объема крови при шоке, когда кровяное давление резко падает, увеличения свертываемости крови и многих других медицинских процедур, в том числе при лечении кори.

Еще одним выдающимся деятелем был Чарльз Дрю, американский врач-исследователь. Он разработал и усовершенствовал методы хранения крови, благодаря чему к 1940 г. в Великобритании были созданы крупные банки крови.

OSRD очень тщательно подходил к отбору организаций для сотрудничества и взаимодействовал только с лучшими университетами. Например более трети финансов было выделено всего двум учреждениям: Массачусетскому технологическому институту (MIT) и Калифорнийскому технологическому институту (см. таблицу 2.1). CMR также преимущественно сотрудничал лишь с узким кругом престижных университетов (см. таблицу 2.2).

CMR сотрудничал лишь с узким кругом престижных университетов

Таблица 2.2. Лучшие университеты и больницы, заключившие контракты на осуществление проектов по пенициллину и малярии, 1941-1947 гг.

Пенициллин	Малярия
Больница Massachusetts Memorial (66,6%)	Чикагский университет (15,8%)
Корнельский университет (6,8%)	Колумбийский университет (11,0%)
Университет Джона Хопкинса (4,7%)	Университет Нью-Йорка (9,7%)
Университет штата Мичиган (4,1%)	Университет Джона Хопкинса (8,7%)
Университет Пенсильвании (3,67%)	

Источник: Gross and Sampat (2020b).

Примечания: в процентах выражена доля каждого учреждения в общих расходах на исследования по проектам.

Вставка 2.5. Гормоны

Еще до Второй мировой войны начались исследования, посвященные получению, производству и применению гормонов для лечения ряда заболеваний и нарушений – от запоров до ожирения²⁶. CMR расширил исследования гормонов коры головного мозга, с помощью которых стало возможным лечить высотную болезнь у летчиков, справляться с истощением после боя, лечить травмы в условиях боевых действий и выполнять операционные вмешательства²⁷. После войны гормональная терапия стала использоваться все шире, и в послевоенные десятилетия кортизон завоевал славу чудодейственного препарата. Последующие исследования показали, что гормоны коры головного мозга могут уменьшать воспаление и облегчать боли при артрите, а также лечить аллергические реакции.

Выводы из конкретных примеров

Такие кризисы, как войны, пандемии и стихийные бедствия, могут стать катализаторами технических, рыночных и политических изменений, способствующих развитию инноваций. Они являются потрясениями для систем инноваций и влияют на различные параметры технических экосистем. Влияние инноваций, разработанных во время кризисов, может быть долгосрочным, если спрос сохраняется, а решения остаются актуальными. В противном случае по окончании кризиса исчезает и их влияние.

OSRD входило в число организаций, созданных для борьбы с кризисами, но у него была одна особенность: его единственным заказчиком была армия. OSRD использовало административно-командный, централизованный подход, привлекая лишь небольшое число наиболее выдающихся ученых, престижных фирм и университетов. Но есть кризисы, например, пандемии, при которых услуги могут потребоваться широкому кругу потребителей. В этих случаях целесообразнее использовать децентрализованный подход и привлекать более широкий круг партнеров²⁸.

Институциональный и административный подход OSRD к инновациям продолжил развиваться и в послевоенной системе инноваций США. Так, принцип заключения контрактов OSRD, при котором финансы направлялись на НИОКР, а не на закупку конкретной продукции, будучи революционной для своего времени идеей, стал основой для формирующейся программы грантов на внебюджетные исследования в НИЗ²⁹. Послевоенная система экспертной оценки НИЗ также была смоделирована на основе подхода CMR. CMR привлекал ученых-медиков из NRC для экспертизы и подготовки технико-экономического обоснования проектов, представляющих интерес для военных, и финансирования наиболее перспективных из них³⁰.

Медицинские открытия в сферах, представлявших интерес для CMR, основывались на результатах исследований, проведенных до войны. В последующие десятилетия медицинские инновации развивались по тому же принципу, поскольку для них находилось все больше применений в гражданских целях. Несмотря на то, что открытие пенициллина, антибиотиков, гормональной терапии и других подобных инновационных решений произвело революцию в своей сфере, процесс инноваций, приведший к ним, был поэтапным и поэтому в какой-то степени поддавался прогнозированию (см. главу 1).

2.2 Космическая промышленность³¹

Наглядный пример инноваций, ориентированных на решение конкретных задач

Период 1950-х – 1960-х годов ознаменовался быстрым экономическим ростом и опасениями по поводу национальной безопасности. Геополитическая напряженность между США и Советским Союзом привела к военному и техническому соперничеству. Стремление первыми отправить человека на Луну в знак влияния и первенства в авиации и космонавтике побудило

страны начать реализацию космических программ. Несмотря на то, что мотивация стран была схожей, их экосистемы инноваций различались. В данном примере рассматривается экосистема США. Холодная война привела к расширению НИОКР, финансируемых из федерального бюджета США, при этом в самых больших объемах финансировались инновации, связанные с целевыми НИОКР (например, с полетом на Луну)³². Несмотря на то, что финансирование имело решающее значение, оно было не единственным необходимым компонентом для разработки инновационных решений в рамках космической программы страны. Также необходимы были технические и организационные возможности в сочетании с политической волей и тесным сотрудничеством между государственными, частными и научными структурами.

Инновации в космической деятельности были направлены на достижение двух целей. Во-первых, выход человека в космос, а во-вторых, обеспечение ему возможности функционировать в космическом пространстве. Технологии, созданные для полета человека на Луну, должны были решить особые задачи, в первую очередь три из них. Во-первых, необходимо было уменьшить массу (как вес, так и объем) (см. вставку 2.6); во-вторых, необходимо было вырабатывать и хранить энергию (см. вставку 2.7); и наконец, нужно было защитить людей и оборудование в суровых условиях. Многие из разработанных в то время технологий впоследствии нашли применение в гражданских целях и стали предшественниками совершенно новых технологий. Примерами таких технологий являются солнечные батареи, искусственный интеллект (ИИ), компьютерное оборудование и программное обеспечение (см. вставку 2.8). Эти технологии также являются примерами непредвиденных изменений направленности инноваций (см. главу 1). Они появились как побочные продукты предусмотренных планами (целевых) инноваций, а затем развивались так, как невозможно было предугадать.

В данном докладе рассматриваются важнейшие космические технологии и то, как их развитие начиная с 1980-х годов, открыло возможности для участия частного сектора в освоении космоса. В нем представлены примеры инноваций в области хранения энергии, цифровой обработки, компьютеров, ИИ и композитных материалов из углеродного волокна. Наконец в нем предлагаются возможные направления инновационной деятельности на будущее.

Вставка 2.6.

Углеродное волокно

Изначально углеродное волокно и пластик, армированный углеродным волокном (CFRP) разрабатывались для аэрокосмической промышленности. Впервые углеволокно было использовано в рамках научно-исследовательских работ Министерства обороны США (DoD) и Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA), которым были необходимы материалы с низкой (как по весу, так и по объему) массой для изготовления корпусов космических аппаратов. Поскольку для преодоления земного притяжения и выхода в космос требуется огромное количество энергии, легкие материалы были и остаются важнейшим компонентом оптимизации двигательной установки ракет и отправки в космос как можно большего количества груза.

Высокая стоимость углеродного волокна была обоснована его уникальными механическими свойствами (прочностью, электропроводностью и легкостью). Легкий вес делает его энергоэффективным. Также углеродному волокну можно придать практически любую форму. Каждая пресс-форма может быть разработана таким образом, чтобы в одной пресс-форме можно было изготавливать несколько деталей и тем самым значительно сокращать количество деталей, необходимых для построения космического аппарата. Это свойство позволило уменьшить время изготовления узлов и сборки аппаратов и снизить затраты. Помимо этого, углеродное волокно обеспечивало дополнительные преимущества при освоении космоса, например, повышенную теплозащиту и устойчивость к воздействию солнечной радиации³³. Для изготовления теплового экрана спускаемой капсулы корабля «Аполлон», вышедшего в космос в 1969 г., использовалось стекловолокно – один из первых композитных материалов в мире. Со времен запуска «Аполлона» технологии углеродного волокна продолжают развиваться и применяются в ракетах-носителях, космических челноках, спутниках, космических телескопах и на Международной космической станции (МКС)³⁴. Но углеродное волокно – хрупкий, не поддающийся изгибу материал, который производится по высокоспециализированной технологии, что ограничивает сферу его применения.

В настоящее время спрос на эту специализированную продукцию по-прежнему невысок. Ведутся исследования в целях замены традиционных стеклопластиковых лопастей

в ветровых турбинах на оптимизированные лопасти из углеродного волокна. За счет использования углеродного волокна можно увеличить размер лопастей и при этом снизить их массу, благодаря чему можно будет производить больше энергии. В будущем технологии, используемые в гражданских целях, будут совершенствоваться, и использование углеродного волокна будет становиться все более экономически эффективным.

Космическая гонка

После окончания Второй мировой войны между Соединенными Штатами и Советским Союзом началась ожесточенная конкуренция. Одной из сфер, в которых конкурировали две державы, была разработка мощных ракет, преимущественно для военных целей. В конце 1957 г. Советский Союз удивил мир, первым запустив спутник (Спутник-1) на низкую околоземную орбиту. В ответ на это Соединенные Штаты через год создали НАСА. Это новое гражданское ведомство отвечало за мирное исследование космоса в научных целях. В 1961 г. президент США Джон Ф. Кеннеди выступил в Конгрессе со своей знаменитой речью, в которой объявил о начале осуществления программы, целью которой был полет человека на Луну к концу десятилетия. Благодаря масштабным политическим обязательствам, крупному бюджету, а также техническому потенциалу НАСА и научного и инженерного сообщества в октябре 1969 г. цель была достигнута.

Но когда цель была достигнута, правительство США начало перенаправлять федеральное финансирование от крупномасштабных программ по освоению космоса человеком и сократило бюджет НАСА. НАСА было поручено разработать и запустить новый космический корабль «Спейс шаттл», который можно было бы повторно использовать для обеспечения доступа в космос людей и роботов. В 1972 г.³⁵ президент США Ричард Никсон утвердил проект корабля. Это позволило продолжать осуществление программы пилотируемых космических полетов. Она стала символом лидерства США в космической отрасли и использовалась в интересах национальной безопасности. Но основной причиной одобрения проекта стала перспектива регулярных полетов и снижения затрат.

В конце 1960-х – в 1970-х годах другие страны также развивали космический потенциал. В 1975 г. Европейская организация по космическим исследованиям объединилась с Европейской организацией по развитию запусков и создала Европейское космическое агентство (ЕКА). Кроме того, в

середине 1970-х годов Канада начала сотрудничать с американской космической программой; и важнейшим результатом их совместной работы стал Canadarm – роботизированный манипулятор, который использовался для маневрирования полезной нагрузкой ракет. К 1980-м годам многие страны разработали телекоммуникационные спутники; большинство из них активно участвовали в работе Intelsat, межправительственной организации, чья задача состоит в расширении использования космических телекоммуникаций в мире.

К концу века благодаря космическим программам появились телекоммуникационные спутниковые технологии и расширилось участие коммерческих компаний в космической деятельности. Важным элементом всех космических программ, реализуемых в США и других странах, становится конкурентоспособный коммерческий космический сектор, в котором действуют новые субъекты коммерческой деятельности в космосе. В первом десятилетии XXI века различные компании и отрасли начали вкладывать средства в космические технологии и стали все шире использовать эти технологии, в первую очередь услуги в области телекоммуникаций. Разрабатываемые для космических систем информационные технологии, средства дистанционного зондирования изображений, данные систем PNT (позиционирования, навигации и синхронизации) и другие решения играют все более заметную роль в экономике развитых индустриальных держав.

Кто контролирует ситуацию?

Роль правительств

Почти все страны с самого начала считают космические программы вопросом национальной безопасности и символом технического прогресса. Вектор инновационной деятельности задают три основных фактора; два из них – политическая воля и финансирование, которые в первую очередь зависят от правительств. Третий фактор – технический потенциал и достижения ученых и инженеров в частном секторе и научных кругах. Многие инновации в космической отрасли появились благодаря различным государственным структурам США, включая НАСА, Министерство обороны и Министерство энергетики (DoE). Например, глобальная спутниковая система определения местоположения (GPS), использующаяся в огромном количестве устройств для гражданских целей, представляет собой систему PNT. Она принадлежит Министерству обороны США, которое разработало и эксплуатирует эту систему. Если НАСА было создано для осуществления космических проектов для гражданских целей, то Управление перспективных исследовательских

проектов (ARPA), позже переименованное в Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA), было учреждено в феврале 1958 г. для разработки космических и других технологий военного назначения. Многие другие космические устройства, например, спутники дистанционного зондирования, в частности, использующиеся для дистанционного сбора информации о Земле, также были разработаны для удовлетворения потребностей в сфере обороны. В прошлом основным заказчиком

космических программ были правительства, но уже давно появились и частные заказчики таких программ. Например, в 1962 г. был запущен частный телекоммуникационный спутник Telstar, который находился в собственности компании AT&T и эксплуатировался ею. У спутника даже была частная страховка, и он был настолько известен, что ему была посвящен музыкальный альбом в стиле популярной музыки. В последние годы появились новые частные и коммерческие рынки продукции космического назначения.

Вставка 2.7

Хранение энергии

Для совершения космических миссий требуются надежные, стабильные и безопасные источники энергии. Благодаря технологиям и инновациям в сфере энергетики открылись и расширились возможности для исследований дальнего космоса, полетов человека в космос и деятельности наземных служб космического базирования. Ниже приводится краткое описание двух технологий в сфере энергетики.

Солнечная энергетика

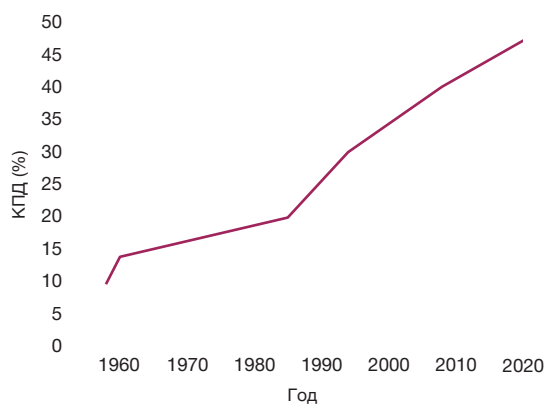
Предшественники современных солнечных батарей были разработаны в 1953 г. физиками из Лабораторий Белла в США. Тем не менее из-за высокой стоимости кремниевые солнечные батареи не получали практического применения до тех пор, пока в 1958 г. американские военные не решили, что они станут идеальным источником энергии для спутников, находящихся на земной орбите³⁶. После этого солнечные батареи поэтапно дорабатывались, так чтобы увеличить количество солнечного света, которое они могут преобразовать в энергию. Процент преобразования солнечного света известен как КПД солнечных батарей (см. график ниже).

Солнечные батареи повсеместно используются в космическом оборудовании, но имеют ряд недостатков. Эти системы не вырабатывают энергию, находясь в тени, и их генерирующая способность снижается по мере увеличения расстояния от Солнца. Если для полета требуется постоянное, бесперебойное поступление энергии, более целесообразным может быть использование сочетания различных источников энергии. Однако в случаях, когда допустимы перерывы в обеспечении энергии, периодические отключения и режим гибернации, солнечные батареи могут стать превосходным долговечным источником энергии. В 2003 г. был запущен робот-вездеход Opportunity, одна из самых успешных программ НАСА по

исследованию Марса, с ожидаемым сроком службы 92 (земных) дня. Из-за пыли, скапливающейся на его солнечных панелях, он неоднократно отключался. Однако сильные ветры на Марсе регулярно сдували эту пыль, благодаря чему марсоход успешно проработал более 14 лет, что в 57 раз превысило его первоначально определенный срок службы³⁷.

Совершенствование солнечных энергетических установок в космическую эру

Рисунок 2.1. КПД солнечных энергетических установок в процентах, 1960–2020 гг.



Источник: Министерство энергетики.

Примечание: эти данные показывают КПД, достигнутый в идеальных лабораторных условиях. Фактический КПД современных солнечных батарей в космосе составляет около 30 процентов.

Атомная энергетика

С 1950-х годов атомная энергия рассматривалась как потенциальный источник энергии для освоения космоса. Эффективность и надежность этого источника, как представлялось, обеспечивали надежную основу для разработки будущих вариантов использования. Тем не менее полноценно используются далеко не все технологии в области ядерной энергетики. Работа над несколькими проектами была прекращена из-за проблем с бюджетом и безопасностью. Исключением являются

радиоизотопные энергетические системы (РЭС), которые с 1961 г. широко применяются в космосе³⁸. РЭС преобразуют тепло, выделяемое при естественном распаде радиоактивного изотопа плутония-238 в электроэнергию³⁹. Европейский космический союз, Китайская Народная Республика, Российская Федерация и Соединенные Штаты продолжают новаторские разработки в области технологий РЭС, совершенствуя их конструкцию и используемые материалы в целях повышения их эффективности и безопасности⁴⁰.

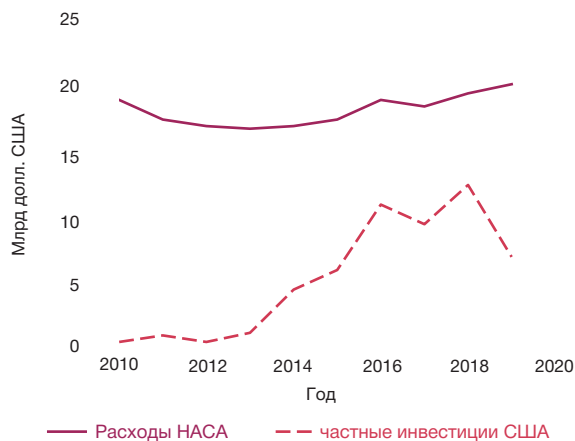
Роль частного сектора

Частные компании в США всегда активно участвовали в разработке космических инноваций. С начала реализации космической программы на оплату контрактов с промышленными предприятиями было потрачено около 80 процентов финансирования НАСА. Тем не менее, как уже отмечалось, частные компании начали вкладывать средства в космические системы и активно эксплуатировать их лишь недавно. В XXI веке объем частного финансирования резко возрос (см. рис. 2.2), но с важной оговоркой, касающейся инвестиций частного сектора в космические технологии и разрабатываемых им инновационных решений в сфере космонавтики. Успешные космические компании нового поколения редко работают исключительно с частным сектором. Многие из них не могли бы существовать без государственных закупок. В начале 2000-х годов компания Space Exploration Technologies Corp. (SpaceX), которая в настоящее время разрабатывает, производит и запускает современные ракеты и космические аппараты, получила мощную финансовую поддержку в рамках программы НАСА «Коммерческие услуги в области орбитальных перевозок». Сотни миллионов долларов из этой суммы были выделены на разработку новой ракеты-носителя для пополнения запасов МКС – совместной международной космической станции, находящейся на низкой околоземной орбите. Компании SpaceX удалось заключить крупные долгосрочные государственные контракты как с НАСА, так и с Министерством обороны. Кроме того, у компании много частных клиентов. Но без госзаказа она вряд ли смогла бы осуществить достаточное количество запусков, чтобы иметь достаточно средств на разработку своей продукции.

Летом 2021 г. в северном полушарии состоялись частные полеты в космос компаний SpaceX, Virgin Galactic и Blue Origin, у каждой из которых есть спонсоры-миллиардеры. Несмотря на ажиотаж в СМИ, пока рано говорить о том,

Частные инвестиции в космические технологии растут, но пока не сравнялись с объемом государственного финансирования сектора.

Рисунок 2.2 Расходы НАСА и частные инвестиции США в космический сектор, 2010–2019 гг.



Источник: ВОИС по материалам Доклада президента о положении в экономике, подготовленного правительством США (2021), рис. 8.1, стр. 229.

что это начало эпохи частного космического туризма, потому что из-за огромной стоимости такие путешествия пока могут совершать только сверхбогатые люди.

Роль научных кругов

В декабре 1958 г., вскоре после создания НАСА под его контроль перешла Лаборатория реактивного движения (JPL), организация-подрядчик при Калифорнийском технологическом институте. Университетские лаборатории уже много лет являются одними из главных партнеров НАСА. Например, можно сказать, что «предки» современных персональных компьютеров появились в лабораториях Массачусетского технологического института (см. вставку 2.8). Кроме того, университеты являются основными центрами подготовки астронавтов НАСА: около 40 астронавтов – выпускники университетов Пердью, Стэнфорда и Массачусетского технологического института⁴¹.

На большинство инноваций, разработанных НАСА, не сразу появился гражданский спрос, который можно было бы преобразовать в коммерческий

Вставка 2.8

Цифровая обработка, компьютеры и искусственный интеллект (ИИ)

История первых компьютеров тесно связана с историей космических полетов. Именно в рамках осуществлявшейся с 1961 года программы «Аполлон», призванной обеспечить достижение цели, поставленной Кеннеди, – полететь на Луну, – стали использоваться компьютеры, микрочипы и автоматические устройства.

Микропроцессорные технологии

Для решения таких задач, как навигация и управление при освоении космоса, начали применяться компьютеризированные системы, заимствованные из авиации. Из-за высокой стоимости выхода в космос возникла необходимость в более компактных и легких компонентах для бортовой техники. Наиболее подходящими для космических аппаратов стали интегральные схемы, широко известные как микрочипы. Они значительно меньше традиционных электрических схем, потребляют меньше энергии, увеличивают скорость работы и позволяют снижать удельные затраты на выполнение функций электронного оборудования⁴².

Вычислительная машина системы навигации и управления корабля «Аполлон»

НАСА хотело, чтобы корабль был оборудован автономной системой для решения возможных проблем навигации и управления полетом. Инструментальная лаборатория MIT стала главным исполнителем работ по проектированию, разработке и сборке аппаратных и программных систем вычислительной машины навигации

и управления (AGC) корабля «Аполлон»⁴³. До этого компьютеры ни разу не использовались непрерывно на всех этапах пилотируемого космического полета. AGC стала первой вычислительной машиной на кремниевых микрочипах. Для их производства лаборатория MIT заключила договор о партнерстве с компанией Fairchild Semiconductor. Решение использовать кремниевые микрочипы было рискованным, поскольку технология еще не прошла широкомасштабные испытания⁴⁴. AGC успешно использовалась в полетах на орбиту Земли, во всех полетах на Луну, в полетах орбитальной станции «Скайлэб» и в реализованном в 1975 г. совместном советско-американском проекте «Союз-Аполлон». После AGC, при создании которой использовались различные инновационные технические решения, в том числе в области аппаратного, программного обеспечения и микросхем, радикально изменились не только бортовые компьютеры, устанавливаемые на космических аппаратах, но и потребительский рынок вычислительной техники на следующие полвека.

Искусственный интеллект

ИИ в широком понимании можно описать как алгоритмы, способные выполнять задачи, для решения которых раньше требовался человеческий мозг. НАСА разработало ИИ, чтобы он мог заменить сотрудников центра управления космическими полетами на Земле, поскольку задержка в телекоммуникациях между Землей и Марсом делает невозможным принятие решений в реальном времени в полетах с использованием робототехники⁴⁵. Последующие изобретения ускорили компьютерную обработку информации, снизили вес чипов и сделали интегрированное программное обеспечение более специализированным. Теперь ИИ стал частью нашего образа жизни. Навигационные приложения используют ИИ для анализа скорости дорожного движения; умные пылесосы используют его для сканирования размеров помещений, распознавания препятствий и определения наиболее эффективных маршрутов. ИИ необходим для управления автономными транспортными средствами⁴⁶.

Выводы по результатам исследования конкретного случая

Космическая программа в США – классический пример инноваций, ориентированных на решение конкретных задач⁴⁷. Такие проекты имели свои особенности. Основным их заказчиком было правительство или одно из государственных ведомств. НАСА эффективно использовало возможности

частных предприятий и университетов, координируя свои цели и задачи с их исследовательской деятельностью. Несмотря на то, что подход НАСА варьировался по степени участия и свободы действий, предоставляемой подрядчикам, он преимущественно оставался централизованным: НАСА само устанавливало для них конкретные узкие задачи. Космические программы – это комплексные проекты, в которых используются технологии из разных сфер. Роль НАСА заключалась в координации и объединении научных работников различной специализации и представителей разных отраслей для обмена знаниями и достижения единой цели.

В основе инноваций, ориентированных на решение конкретных задач, лежат передовые знания, которые используются для достижения намеченных точных целей в конкретные сроки⁴⁸. Программа НАСА по осуществлению пилотируемого полета на Луну может считаться успешной, поскольку ее цель была достигнута к первоначально намеченному сроку⁴⁹. Особенность подхода НАСА состояла в том, что оно преимущественно формулировало и оговаривало задачи и препятствия для их решения, а не навязывало решения подрядчикам. Более того, оно отдавало предпочтение специалистам, обладающим обширными, но актуальными знаниями, что помогло ему найти комплексные решения, объединяющие разные технологии. Еще одним преимуществом инновационного подхода НАСА был своевременный контроль за согласованием действий и распределением ресурсов, позволяющий избежать отклонения от первоначальной цели. Окажется ли подобный подход эффективным при

решении глобальных проблем современности? В главе 3 будет более подробно рассмотрен вопрос о возможных направлениях политики в области инноваций.

На большинство инноваций, предложенных НАСА, не сразу появился гражданский спрос, который могли бы удовлетворять коммерческие компании. Но они дали толчок развитию различных технологий и отраслей⁵⁰. Многие из этих технологий впоследствии – какие-то раньше, какие-то позже – легли в основу производных технологий, предназначенных для решения задач, не относящихся к сфере обороны. Для создания космического телескопа «Хаббл»⁵¹ – космической обсерватории, выведенной на орбиту в 1990 г., НАСА разработало датчики изображения на основе технологии «приборов с зарядовой связью» – ПЗС-датчики, представлявшие собой матрицы, в плоскости которых были расположены фотодиоды – так называемые «пиксели». Благодаря ПЗС-датчикам, установленным на «Хаббл», удалось получить высококачественные изображения открытого космоса. Производство ПЗС-датчиков, используемых в таких устройствах, как веб-камеры и камеры смартфонов, превратилось в многомиллиардную индустрию. В этом случае появление в результате программы НАСА последующих «гражданских» инноваций не было ее прямым результатом и не могло быть спрогнозировано.

Космические программы США и СССР сформировались исходя из геополитических целей. Но ряд программ, которые осуществлялись впоследствии в других странах, преследовали более практические коммерческие цели и были в первую очередь ориентированы на телекоммуникации, навигацию и спутниковую промышленность. Такие программы осуществляло Европейское космическое агентство, и их направленность, пожалуй, является главным отличием ЕКА от НАСА. В последние годы осваивать космос начали и другие страны, в том числе более 20 стран Африки⁵². Снижение стоимости спутниковых технологий и их бурное развитие открыло новые возможности для небольших развивающихся стран, которые начали использовать эти технологии лишь недавно. Как и в случае с ИТ, они могут сразу начать использовать существующие наработки, не изобретая технологию заново. Ниже описывается конкретный пример ИТ-индустрии в Восточной Азии, который помогает глубже понять описанные выше концепции.

В повестку дня ведущих космических агентств, таких как НАСА и ЕКА, вернулись полеты на Луну. Они преследуют разные технические цели, но вернуться к этим программам их вновь побуждает конкуренция – на этот раз с космической программой Китая. Для реализации новых проектов, таких

**Благодаря короткому
«жизненному циклу»
высокотехнологичных
инноваций и
интервенционистской
политике государств
страны получили
возможность
учиться на чужом
опыте и наращивать
темпы развития**

как полет на Марс или даже строительство на Марсе постоянных человеческих поселений, необходимо тесное сотрудничество между правительствами, частными компаниями и научными кругами. Оно будет необходимо для разработки двигательных установок, совершенствования технологий, обеспечивающих защиту от космического излучения, и для поиска устойчивых источников энергии. Без сотрудничества невозможно реализовать и проекты по производству пищевой продукции на Луне и добыче лунных ресурсов. Существуют разные точки зрения на то, являются ли космические программы эффективным использованием ресурсов НИОКР. Однако результатом новой «космической гонки» между США и Китаем может стать разработка в ближайшие десятилетия инновационных технологий, появление которых сейчас невозможно прогнозировать.

2.3 Развитие ИТ в странах Восточной Азии

Стремительный рост отрасли

Вектор инновационной деятельности в странах Восточной Азии в последние 60 лет тесно связан с их историей и с догоняющим характером их экономического развития. Эти страны обладают мощным научно-техническим потенциалом в ряде отраслей. В последние десятилетия экономическое развитие региона неразрывно связано с появлением в его ИТ-секторе компаний, лидирующих в сфере инноваций, и во многом определяется ими. Например, промышленный подъем Японии тесно связан с активным развитием индустрии бытовой электроники в 1970-х и 1980-х годах. Впоследствии лидерами в сфере производства полупроводниковых устройств и компьютерных мониторов стали Республика Корея и Китайская провинция Тайвань. Развитие Китая в последнее время во многом связано с ростом компаний – производителей технологий и оборудования для коммуникаций и Интернета⁵³.

Многие революционные научные открытия были сделаны и многие ИТ-технологии были изначально выведены на рынок в других странах. Тем не менее странам Восточной Азии удалось приобрести знания, необходимые для развития этих технологий, в ускоренном темпе внедрить современные производственные циклы и подключиться к инновационной деятельности на равных с лидерами. Благодаря этому в настоящее время регион играет важную роль в формировании вектора инновационной деятельности в сфере ИТ во всем мире.

Успех Восточной Азии в этом секторе связан с особенностями сектора ИТ. Для него характерны быстрые технологические изменения, короткий

срок эксплуатации продуктов, быстрая окупаемость вложений и высокие прибыли. Из-за частого появления инновационных решений существующие технологии могут быстро терять актуальность а барьеры для входа на рынок для тех, кто приходит в эту сферу позднее, снижаться. Еще одним важным фактором является роль правительств стран Восточной Азии и политика в области развития, которая стала катализатором инноваций в сфере ИТ в регионе.

Ниже приводится краткая справка об истории промышленной политики в регионе, в частности, в материковом Китае, Республике Корея и Китайской провинции Тайвань. Авторы рассматривают механизмы, ставшие катализаторами технологического развития ИТ-индустрии в этих странах. В примере рассказывается о том, как они воспользовались открывшимися возможностями для того, чтобы быстро выйти в лидеры в различных сегментах ИТ-отраслей. Кроме того, в нем освещается роль ИС в развитии технологий в Восточной Азии.

Стремительная модернизация и инвестиции в высокие технологии

В последние несколько десятилетий Восточная Азия бурно развивается, особенно по сравнению с другими регионами, в частности, Латинской Америкой и Африкой. Начавшийся в разные периоды времени устойчивый рост стран региона был обусловлен стремительной модернизацией и инвестициями в высокие технологии. В 1960-х и 1970-х годах, когда Япония начала производить и экспортировать ИТ-продукцию, страны Восточной Азии преимущественно производили и экспортировали трудоемкие в изготовлении, низкосортные потребительские товары, такие как радиоприемники, небольшие аналоговые калькуляторы, телевизоры и холодильники. Однако короткий жизненный цикл инноваций в сфере высоких технологий в сочетании с государственной политикой экономического вмешательства создавали возможности для накопления знаний и опыта и догоняющего развития. В 1980-х годах восточноазиатские страны вышли на рынки персональных компьютеров (ПК), кассетных видео- и аудиомгнитофонов и телекоммуникационного оборудования, такого как стационарные телефонные коммутаторы и факсы. В 1990-х годах появились чипы памяти и беспроводные сотовые телефоны, а в 2000-х – различные цифровые продукты, в том числе цифровые телевизоры, беспроводные телекоммуникационные системы и смартфоны.

Экономисты и историки пытаются объяснить успех Азии с помощью различных парадигм, самая популярная из которых – «парадигма летящих гусей» и модель Best⁵⁴. За экономическим взлетом Японии

в период с 1955 по 1975 гг. последовало бурное развитие Республики Корея и Китайской провинции Тайвань в 1970-х и 1980-х годах В «парадигме летящих гусей» Япония рассматривается как пример для подражания в сфере экономической политики и источник технологий и финансов для трудоемкой, ориентированной на экспорт индустриализации в соседних азиатских странах. Но подъем Китая начиная с 1980 г. не вполне вписывается в эту парадигму. Необходимость использования двух или более парадигм обусловлена размером рынка Китая и разным уровнем развития разных отраслей, а также сложностью отношений между местными и центральными органами власти в стране.

Рассматривая принятый Китаем подход к накоплению знаний и опыта и получению доступа к знаниям зарубежных стран, можно заметить ряд особенностей. Во-первых, акцент делается на так называемом «прямом проектировании», когда новые научно-технические знания сначала приобретаются в университетских лабораториях, а потом применяются в разработке коммерческих продуктов с применением методов «сверху вниз». Ярким примером такого подхода является формирование на базе китайских университетов отдельных компаний, о которых пойдет речь ниже. В Республике Корея и Китайской провинции Тайвань принят «обратный инжиниринг»⁵⁵, когда знания и умения накапливаются по принципу «снизу вверх» и процесс начинается с анализа импортной продукции⁵⁶. Во-вторых, Китай приобретал технологии и бренды путем международных слияний и поглощений⁵⁷. В-третьих, при развитии собственных компаний он учился на опыте компаний, получивших прямые иностранные инвестиции⁵⁸. Эти три составляющих можно считать «пекинской» моделью, поскольку они не были однозначно приняты ни Республикой Корея, ни Китайской провинцией Тайвань⁵⁹.

Несмотря на различия, развитие экономики всех стран Восточной Азии имеет общие черты. Это догоняющее развитие экономики, содействие расширению возможностей частных фирм и отраслей, а также государственные меры по снижению рисков для компаний, начинающих работать в новых отраслях. Это парадигма Best (сокращение, образованное от англоязычных названий Пекина, Сеула и Токио). Правительства создавали благоприятные условия для наращивания потенциала местных компаний по четырем направлениям. Во-первых, с помощью государственных исследовательских институтов и ассоциаций они предоставляли доступ к существующим знаниям и возможности получения новых знаний. Во-вторых, они поощряли экспортное взаимодействие с мировой экономикой как средство получения дополнительных знаний. В-третьих, они выбирали отрасли/технологии для развития и создавали условия для импортозамещения, стремясь чтобы сделать

их рынки менее прибыльными для иностранных компаний. Наконец чтобы компании производили не только низкорентабельную продукцию и продукцию с низкой добавленной стоимостью, правительства содействовали их постоянной модернизации и переходу на производство продукции с более высокой добавленной стоимостью в той же отрасли либо путем перехода в новые отрасли. Например, тайваньские компании перешли от производства электронных калькуляторов на изготовление ноутбуков, потому что первые устарели и их производство более не создавало высокой добавленной стоимости.

Двигаться по заданной траектории или задавать свою?

Компании могут идти разными путями, чтобы выйти на новый уровень в ИТ-секторе. Например, из «изготовителей комплектного оборудования» (ОЕМ), которые производят компоненты для других компаний, они могут превращаться в изготовителей систем собственной разработки (ODM), которые не только производят, но и проектируют продукт. Последний этап – переход на уровень «фирменного производителя» (OBM)⁶⁰. На начальном этапе клиентом обычно бывает зарубежная многонациональная корпорация (МНК), которая заключает с OEM договор субподряда на производство готовой продукции в соответствии с определенными спецификациями. ODM находятся на следующем уровне технологического развития и могут как производить продукт, так и разрабатывать отдельные его элементы. В то время как фирма-заказчик занимается сбытом продукции. В конце 1960-х и 1970-х годов почти все тайваньские компании были OEM и производили комплектующие для телевизионного оборудования. Как только местные инженеры, работавшие в этих компаниях, осваивали навыки проектирования, они увольнялись и открывали собственные компании и создавали продукцию по собственным проектам.

OBM работают под собственными брендами: они разрабатывают и производят новые продукты, выполняют НИОКР и управляют продажами и дистрибуцией. Однако процесс превращения из OEM в ODM, а затем в OBM непрост и не всегда носит линейный характер. Компании могут пропустить какой-то из этапов развития и сразу перейти на следующий. Например, многие корейские ИТ-компании решили начать с создания собственных брендов.

Переход от одного статуса к другому и догоняющий рост могут осуществляться по трем схемам, описанным ниже.⁶¹ Во-первых, существует догоняющий путь развития, когда компания проходит ту же линейную траекторию, что и ее предшественники, но за более короткое

время. Согласно второй схеме, известной как «пропуск этапов», компании движутся по заданной траектории, но пропускают определенные этапы. Третья схема – догоняющее развитие без заданной траектории – заключается в том, что нагоняющие компании задают собственную траекторию технического развития. Например, в 1980-х годах, когда компания Samsung рассматривала возможность производства чипов динамической памяти с произвольным доступом (D-RAM) емкостью в 16 килобит, технология находилась на переходном этапе. Samsung воспользовалась этой возможностью и перешла непосредственно к производству 64-килобитных D-RAM. Тем самым она опередила другие компании, которые в силу собственной инертности еще не начали производство таких чипов.

Как правило, догоняющее развитие предприятий тесно связано с особенностями конкретного сектора. В секторах, где инновации внедряются редко и легко прогнозируемы (чего нельзя сказать об ИТ) частным компаниям может быть достаточно использовать стратегию следования по заданной траектории или пропуска этапов. Но в таких секторах, как ИТ, где технологии развиваются очень динамично, возникают высокие риски и необходимы крупные капиталовложения, для успешного догоняющего развития могут потребоваться сотрудничество государственного и частного секторов и стратегия задания собственной траектории.

Роль правительств

В странах Восточной Азии роль правительств в определении вектора инновационной деятельности определяется интересами развития и этапом догоняющего развития. Они проводят политику, направленную на получение доступа к имеющимся знаниям и снижение уровня неопределенности для местных частных компаний. Например, в Республике Корея частным компаниям в начале деятельности помогали государственные научно-исследовательские институты (ГНИИ), которые предоставляли им бесплатный или недорогостоящий доступ к результатам своих НИОКР. Кроме того, они могли входить в государственно-частные научно-исследовательские объединения, в которых могли реализовать свои масштабные проекты с высоким уровнем риска. В 1989 г. правительство Кореи создало комитет по совместной разработке телевизоров высокой четкости с участием 17 учреждений, в том числе частных компаний, ГНИИ и университетов.

Кроме того, правительства стран Азии выделяли местным частным компаниям экспортные субсидии, чтобы помочь их вхождению в глобальную экономику и дать им возможность получить знания. Еще

одним важным видом государственного вмешательства были целевая помощь развитию конкретных отраслей и технологий и содействие импортозамещению. В частности, правительства регулировали число новых предприятий в определенном секторе, чтобы обеспечить ему стабильную прибыль. Одним из основополагающих принципов промышленной политики Японии был «контроль входа»⁶².

Роль частного сектора

Не менее важную роль в определении вектора инновационной деятельности в Восточной Азии играет частный сектор. Местные ИТ-компании сумели догнать и превзойти западных конкурентов, хотя темпы их развития в разных странах были неоднородными. Частные малые и средние предприятия (МСП) на Тайване преимущественно переходили от статуса OEM в статус ODM в 1980-е годы, когда они занимались производством электронных калькуляторов. В результате такие тайваньские компании, как Acer, вышли на рынок портативных компьютеров и мобильных телефонов (см. выше)⁶³.

Корейские компании Samsung и LG входят в число ведущих технологических компаний мира. Samsung начинала свою деятельность как компания по производству текстиля и сахара-рафинада и вышла на рынок электроники только в 1969 г. Однако, делая акцент на экономии за счет масштаба, вертикальной интеграции и крупных инвестициях в НИОКР, компания стала не только крупным OEM, но и одним из ведущих мировых OBM.

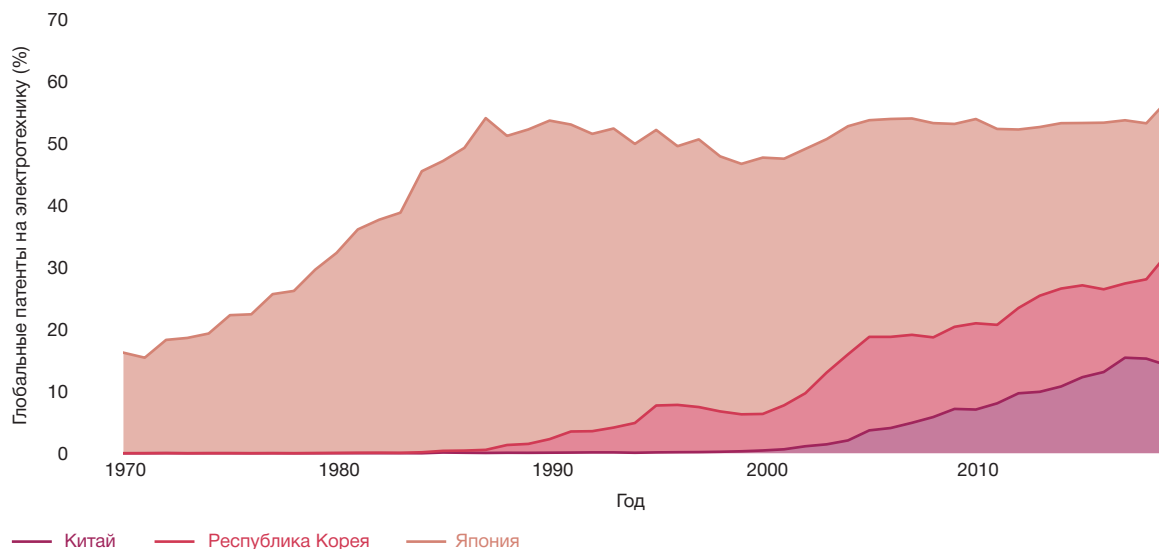
В конце XX века подобная тенденция наблюдалась в Китае: в этот период компании Huawei и ZTE вышли на международный уровень и стали ведущими OBM. В последние годы в Китае появились три крупнейшие компании – разработчика платформ. Это крупные веб-сети пользователей и ресурсов, доступ к которым можно получить по запросу. Благодаря этим компаниям – Baidu, Alibaba и Tencent – Китай входит в эру четвертой промышленной революции, а их статус и объем бизнеса оцениваются наравне с Google, Amazon и Facebook⁶⁴. Выдающиеся показатели их деятельности в сфере разработки платформ и электронной торговли обусловлены тем, что они удачно использовали свои технические возможности и обладали глубоким знанием крупного местного рынка Китая. Иначе говоря, они демонстрируют удивительную гибкость как в разработке передовых технологий, так и в их адаптации к китайской специфике.

Роль научных кругов

В течение многих лет правительства стран Восточной Азии развивали их системы образования

Но за несколько десятилетий страны Азии вышли в мировые лидеры в сфере инноваций в области электротехники

Рисунок 2.3. Доля глобальных патентов на электротехнику, оформленных в отдельных странах Азии, 1970–2018 гг.



Источник: Глобальная статистическая патентная база Европейского патентного ведомства (ЕПВ) (PATSTAT, октябрь 2021 года).
Примечания: На основе классификатора технических областей ВОИС, применительно только к впервые поданным заявкам. Глобальные патенты на электротехнику – это действующие во всем мире патенты в области аудиовизуальной техники, основных процессов коммуникаций, компьютерной техники, электрооборудования, механизмов и энергетики, ИТ-методов управления, полупроводников и телекоммуникаций.

на всех ступенях – от начальной школы до университетов, благодаря чему в промышленность пришло большое количество квалифицированных работников. В самом начале эпохи бурного технического развития правительства этих стран не только финансировали выезд студентов за рубеж для изучения инженерного дела и естественных наук, но и создавали собственные мощные университетские системы. Для этого были необходимы постоянные крупные государственные инвестиции. Например, Китай уделяет огромное внимание развитию науки и формированию фундаментальных научных знаний. Более того, в стране регистрируется «обратная утечка мозгов»: многие китайцы, окончившие ведущие западные университеты, возвращаются в страну, чтобы стать преподавателями университетов и/или создать собственные компании⁶⁵.

При многих китайских университетах существуют собственные предприятия – это не то же, что обычные дочерние компании. Университет не только учреждает их, но и укомплектовывает штатом, финансирует и контролирует их⁶⁶. Примером малого инновационного предприятия при университете является Lenovo, многонациональная технологическая компания, которая была основана в 1984 г. в Пекине группой из 11 инженеров, работавших в Институте вычислительной техники Китайской академии наук. Первая в Китае котируемая на бирже компания по производству программного обеспечения, Dongguan, также является малым

инновационным предприятием при Университете Дунбэй в Шэньяне. Если в Японии и Республике Корея университеты были традиционно взаимосвязаны с промышленностью лишь косвенным образом, то в Китае они взаимодействуют достаточно активно. На ранних этапах экономического развития стран Восточной Азии университеты, научные учреждения и институты играли в нем менее важную роль, чем государственные министерства и частный сектор.

Роль прав интеллектуальной собственности

Права интеллектуальной собственности играют важную роль в развитии ИТ, поскольку многие изделия состоят из компонентов, которые функционируют за счет комплексных технологий. Эти технологии имеют накопительный характер, быстро развиваются и быстро выходят из употребления. В смартфоне, который состоит примерно из 2000 физических деталей, используются разные технологии – от полупроводников, аккумуляторов, устройств памяти и накопителей до камер и датчиков, а также компьютерные и коммуникационные технологии⁶⁷.

Ни одна компания не владеет всеми патентами на эти технологии. Но многие зарекомендовавшие себя на рынке ИТ-компании владеют крупными патентными портфелями, которые позволяют им минимизировать потребность в патентованных

технологиях третьих сторон и увеличить собственные доходы от роялти, которые выплачивают им компании, использующие их запатентованные технологии⁶⁸. Страны Восточной Азии приняли этот подход очень давно и приняли меры к тому, чтобы получить патенты на продукцию своих компаний в период, когда те выходили на мировой ИТ-рынок и завоевывали на нем прочные позиции. Например, в 1980-х годах после судебного процесса Texas Instruments против Samsung по делу о полупроводниках правительство Кореи и Samsung стали активно инвестировать в оформление патентов. Резкий рост объемов патентования в сфере ИТ в странах Восточной Азии показан на рисунке 2.3.

За последние 20 лет на фоне появления новых технологий и развития общих платформ, таких как Интернет, постепенно менялась и география владения патентами, существенными для стандартов (SEP). SEP – это патент, который производитель должен использовать для изготовления изделия, соответствующего стандарту. Владельцы SEP обязуются выдавать лицензии на их использование на основе принципов справедливости, здравого смысла и недискриминационности (FRAND). Кроме того, они могут изготавливать изделия, соответствующие стандартам, в которых используются их собственные SEP⁶⁹.

Страны Восточной Азии вышли на ведущие позиции в области SEP в ряде новых областей ИТ, например, в сфере беспроводных технологий. Уже существуют или появятся в будущем различные технологии, в которых используются 5G – мобильные сети пятого поколения. Например, это беспилотные автомобили, «умные» дома и портативные приборы для контроля состояния здоровья – устройства и объекты, относящиеся к общей категории «Интернет вещей» (ИВ). Среди компаний, обладающих SEP, необходимыми для использования ИВ и 5G, лидируют компании Восточной Азии (например, LG, Samsung, Panasonic, ZTE, Huawei, Haier и NEC), за ними следуют компании из США (такие как Cisco, Microsoft, Google/Alphabet, Microsoft, Qualcomm, Apple и IBM) и европейские компании (Ericsson и Nokia).

Выводы из конкретных примеров

Изучая развитие инноваций в Восточной Азии, другие развивающиеся страны могут получить бесценные знания. Поэтому важно понимать их специфические особенности. Во-первых, несмотря на соперничество и исторические различия между странами Восточной Азии, техническое развитие одной из них послужило катализатором для развития соседних стран. Во-вторых, «догоняющее развитие» экономики этих стран тесно связано с развитием ИТ-индустрии в регионе. Развитие ИТ-технологий имеет специфические

характеристики, которые ускоряют этот процесс. Правительства учитывали эти особенности при разработке мер политики, призванных обеспечить наращивание и укрепление потенциала частного сектора. Само по себе воспроизведение этой политики в других условиях в других отраслях может не дать таких же результатов. Вышеописанные понятия рассматриваются подробнее в главе 1, в которой речь идет о потребностях развивающихся стран.

Парадигма, лежащая в основе развития Восточной Азии, оказала огромное влияние на вектор инноваций во всем мире. Страны Восточной Азии обеспечили мировой рынок недорогими ИТ-продуктами. Кроме того, в процессе производства этих продуктов появлялись различные постепенно развивающиеся инновационные процессы и изделия. Но их вклад в инновационную деятельность гораздо шире. Создавая передовые технологии, страны Восточной Азии задают ориентиры для собственной инновационной деятельности в ходе третьей и четвертой промышленных революций.

2.4 Резюме главы и выводы

На протяжении истории, особенно начиная со второй половины XX века, вектор инновационной деятельности неоднократно менялся. В главе 1 речь шла о различных концептуальных элементах, приведших к этим изменениям. В этой главе рассматриваются три периода, когда изменения были особенно заметными: медицинские исследования во время Второй мировой войны, «космическая гонка» и начало развития индустрии информационных технологий (ИТ в Восточной Азии).

Инновации, появившиеся благодаря усилиям OSRD и CMR, являются классическими примерами кризисных инноваций и имеют определенные черты инноваций, ориентированных на решение конкретных задач, в то время как программа пилотируемых полетов на Луну представляет собой характерный пример инноваций, ориентированных на решение конкретных задач. Развитие ИТ в Восточной Азии – пример развития, ставший классикой. Между подходами и методами, описанными в каждом примере, есть и сходства, и различия. OSRD и НАСА приняли централизованный нисходящий подход к формулированию проблем. Для достижения своих целей они привлекали университеты и частные компании. Они не только обеспечивали человеческий, физический и политический капитал, но и отвечали за объединение, организацию и регулирование различных элементов, находившихся в их распоряжении. Важность этой функции невозможно переоценить. Основная роль правительства в обоих случаях заключалась в накоплении и распространении знаний, то есть в создании

прямых каналов связи между сторонами и их координации, что позволило сократить дублирование усилий и повысить их эффективность.

Основным различием между тремя примерами инноваций является специфика потребностей, на удовлетворение которых они были направлены. И во время Второй мировой войны, и в период «космической гонки» правительство США определяло спрос как первый и основной заказчик. Развитие ИТ в Восточной Азии определялось потребностями крупных коммерческих рынков, как внутренних, так и зарубежных. Основная роль правительств стран Восточной Азии заключалась в содействии отечественным частным компаниям путем проведения политики, снижающей риски и облегчающей доступ к передовым знаниям. Еще одним отличием была скорость удовлетворения потребностей. В условиях войны инновации нужно было разрабатывать оперативно. Скорость была важна и в период, когда Соединенные Штаты и Советский Союз конкурировали в космосе, но как космическая гонка, так и развитие инноваций в сфере ИТ в Восточной Азии были длительными процессами. Различались также специфика и сроки появления последующих инноваций и новых отраслей. Многие инновации, разработанные OSRD и CMR, например, вакцины и пенициллин, были использованы в гражданских целях сразу же после Второй мировой войны. Чтобы коммерческое применение нашли такие передовые инновационные решения, разработанные в рамках космических программ, как искусственный интеллект и солнечные батареи, потребовалось больше времени. Но после этого они оказали огромное воздействие. Многие другие инновации, разработанные для космической программы, имели узкую специфику и практически не применялись напрямую в коммерческих целях в прошлом и не нашли такого применения по сей день. Однако сфера использования инноваций зачастую была настолько широкой, что они оказали долгосрочное влияние на различные коммерческие продукты и услуги.

Сегодня, когда мир сталкивается с проблемой изменения климата и другими серьезными глобальными проблемами, решение которых невозможно без новых идей и инноваций, важно обратить внимание на те моменты в истории, когда ради достижения общественных целей резко ускорялось техническое развитие. Рассмотренные выше конкретные примеры показывают, что существует множество способов взаимодействия между правительствами и рынками, а оно, в свою очередь, может иметь краткосрочные и долгосрочные последствия для вектора инновационной деятельности.

Примечания

- 1 В этом конкретном примере использована информация из публикации Sampat (2022).
- 2 См. Gross и Sampat (2020b).
- 3 См. Gross и Sampat (2020b).
- 4 Ведомство – предшественник OSRD, Национальный комитет оборонных исследований (НКОИ), было создано в июле 1940 г.
- 5 См. Bush (1970).
- 6 См. Gross и Sampat (2021).
- 7 См. Gross и Sampat (2021).
- 8 См. Neushul (1993).
- 9 См. Neushul (1993).
- 10 См. Achilladelis (1993) и ВОИС (2015).
- 11 См. Swann (1983).
- 12 См. Brabin (2014).
- 13 См. Andrus (1948).
- 14 См. Slater (2009).
- 15 Gross и Sampat (2020a).
- 16 См. Hoyt (2006).
- 17 См. Hoyt (2006).
- 18 См. Gross и Sampat (2021).
- 19 См. Agarwal et al. (2021).
- 20 См. Gross и Sampat (2021).
- 21 См. ВОИС (2015).
- 22 См. Gross и Sampat (2021).
- 23 См. Andrus (1948).
- 24 См. Creager (1999).
- 25 См. Creager (1999).
- 26 См. Rasmussen (2002).
- 27 См. Rasmussen (2002).
- 28 См. Gross и Sampat (2021).
- 29 См. Swain (1962) и Fox (1987).
- 30 См. Fox (1987).
- 31 В этом конкретном примере использована информация из публикации Hertzfeld et al (2022).
- 32 См. Smith (2011).
- 33 См. <https://technology.nasa.gov/patent/TOP2-226>.
- 34 См. [https://www.compositesworld.com/articles/composites-in-space\(2\)](https://www.compositesworld.com/articles/composites-in-space(2)).
- 35 См. <https://www.nasa.gov/feature/50-years-ago-president-nixon-directs-nasa-to-build-the-space-shuttle>.
- 36 См. Perlin (1999).
- 37 См. O’Neill (2014) и <https://ru.wikipedia.org/wiki/Оппортьюнити>.
- 38 См. Bennett (2021).
- 39 См. <https://www.energy.gov/ne/office-nuclear-energy>.
- 40 См. Cataldo и Bennett (2011).
- 41 См. <https://www.usnews.com/education/best-colleges/slideshows/12-colleges-that-have-produced-the-most-astronauts>.
- 42 См. Mathematica, Inc. (1976).
- 43 См. “MIT chosen as hardware and software contractor” in Chapter 2 of Computers in Spacelight: The NASA Experience, опубликовано по адресу: <https://history.nasa.gov/computers/contents.html>.
- 44 См. Ceruzzi (2015).
- 45 См. Bluck (2004).
- 46 См. ВОИС (2019).
- 47 См. Mazzucato (2018).
- 48 См. Ergas (1987).
- 49 См. Agarwal et al. (2021).
- 50 См. Moeen и Agarwal (2017).
- 51 См. Roy et al. (2019).
- 52 См. <https://www.economist.com/middle-east-and-africa/2021/06/17/africa-is-blasting-its-way-into-the-space-race>.
- 53 См. Lee (2021).
- 54 См. Lee и Mathews (2010).
- 55 См. Eun et al. (2006). 56 См. Kim (1997).
- 57 См. Huang и Sharif (2015).
- 58 См. Mu и Lee (2005).
- 59 См. Lee et al. (2011).
- 60 См. Hobday (1994).
- 61 См. Lee и Lim (2001).
- 62 См. Johnson (1982).
- 63 См. Amsden и Chu (2003).
- 64 См. Wang (2012).
- 65 См. ВОИС (2017).
- 66 См. Eun et al. (2006).
- 67 См. ВОИС (2017).
- 68 См. Hall и Ziedonis (2001).
- 69 См. https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2015/03/article_0003.html.

Литература

- Achilladelis, B. (1993). The dynamics of technological innovation: The sector of antibacterial medicines. *Research Policy*, 22(4), 279–308.
- Agarwal, R., S. Kim and M. Moeen (2021). Leveraging private enterprise: Incubation of new industries to address the public sector’s mission-oriented grand challenges. *Strategy Science*, 6(4).
- Amsden, A. and W.-W. Chu (2003). *Beyond Late Development: Taiwan’s Upgrading Policies*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Andrus, E.C. (1948). *Advances in Military Medicine, Made by American Investigators*. Little, Brown and Company.
- Bennett, L.G. (2021). Radioisotope power: Historical review. *Encyclopedia of Nuclear Energy*, 174–190. Amsterdam: Elsevier.
- Bluck, J. (2004). NASA develops robust artificial intelligence for planetary rovers. NASA. Available at: https://www.nasa.gov/vision/universe/roboticexplorers/robust_artificial_intelligence_jb.html.
- Brabin, B.J. (2014). Malaria’s contribution to World War One – The unexpected adversary. *Malaria Journal*, 13(1), 1–22.
- Bush, V. (1970). *Pieces of the Action*. Morrow.
- Cataldo, R.L. and G.L. Bennett (2011). US space radioisotope power systems and applications: Past, present and future. In Singh, N. (ed.) *Radioisotopes: Applications in Physical Sciences*. IntechOpen, 473–496.
- Ceruzzi, P. (2015). Apollo guidance computer and the first silicon chips. *Smithsonian National Air and Space Museum*. Available at: <https://airandspace.si.edu/stories/editorial/apollo-guidance-computer-and-first-silicon-chips>.
- Creager, A.N. (1999). What blood told Dr Cohn: World War II, plasma fractionation, and the growth of human blood research. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 30(3), 377–405.
- Ergas, H. (1987). Does technology policy matter. In Guile, B.R. and H. Brooks (eds), *Technology and Global Industry: Companies and Nations in the World Economy*. Washington D.C.: National Academies Press, 191–245.
- Eun, J-H, K. Lee and G. Wu (2006). Explaining the “university-run enterprises” in China: A theoretical framework for university–industry relationship in developing countries and its application to China. *Research Policy*, 35(9), 1329–1346.
- Fox, D.M. (1987). The politics of the NIH extramural program, 1937–1950. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 42(4), 447–466.
- Gross, D.P. and B.N. Sampat (2020a). Inventing the Endless Frontier: The Effects of the World War II Research Effort on Post-war Innovation. *Working Paper Series*, no. 27375. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. DOI: <https://doi.org/10.3386/w27375>.
- Gross, D.P. and B.N. Sampat (2020b). Organizing Crisis Innovation: Lessons from World War II. *Working Paper Series*, no. 27909. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. DOI: <https://doi.org/10.3386/w27909>.
- Gross, D.P. and B.N. Sampat (2021). Crisis Innovation Policy from World War II to COVID-19. *Working Paper Series*, no. 28915. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. DOI: <https://doi.org/10.3386/w28915>.
- Hall, B.H. and R.H. Ziedonis (2001). The patent paradox revisited: An empirical study of patenting in the US semiconductor industry, 1979–1995. *Rand Journal of Economics*, 32(1), 101–128.
- Hertzfeld, H.R., B. Staats and G. Leaua (2022). Innovations in the Exploration of Outer Space, *WIPO Working Paper No. 71*, World Intellectual Property Organization
- Hobday, M. (1994). Export-led technology development in the four Dragons. *Development and Change*, 25(2), 333–361.
- Hoyt, K. (2006). Vaccine innovation: Lessons from World War II. *Journal of Public Health Policy*, 27(1), 38–57.
- Huang, C. and N. Sharif (2015). Global technology leadership: The case of China. *Science and Public Policy*, 43(1), 62–73.
- Johnson, C. (1982). *MITI and the Japanese Miracle: The Growth of Industrial Policy, 1925–1975*. Stanford University Press.
- Kim, L.S. (1997). *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea’s Technological Learning*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Lee, K. (2021). (forthcoming), *China’s Technological Leapfrogging and Economic Catch-up*. Oxford University Press.
- Lee, K. (2022). Unpublished background research commissioned for the *World Intellectual Property Report 2022*. Geneva: World Intellectual Property Organization
- Lee, K. and C. Lim (2001). Technological regimes, catching-up and leapfrogging: Findings from the Korean industries. *Research Policy*, 30(3), 459–483.

- Lee, K. and J. Mathews (2010). From the Washington Consensus to the BeST Consensus for world development. *Asian-Pacific Economic Literature*, 24(1), 86–103.
- Lee, K., M. Jee and J.H. Eun (2011). Assessing China's economic catch-up at the firm level and beyond: Washington consensus, East Asian consensus and the Beijing model. *Industry and Innovation*, 18(5), 487–507.
- Mathematica, Inc. (1976). *Quantifying the Benefits to the National Economy from Secondary Applications of NASA Technology*. US National Aeronautics and Space Administration.
- Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 803–815. DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/dty034>.
- Moeen, M. and R. Agarwal (2017). Incubation of an industry: Heterogeneous knowledge bases and modes of value capture. *Strategic Management Journal*, 38(3), 566–587.
- Mu, Q. and K. Lee (2005). Knowledge diffusion, market segmentation and technological catch-up: The case of the telecommunication industry in China. *Research policy*, 34(6), 759–783.
- Neushul, P. (1993). Science, government and the mass production of penicillin. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 48(4), 371–395.
- O'Neill, I. (2014). Opportunity: The amazing self-cleaning Mars Rover. *Space*, April 2014. Available at: <https://www.space.com/25577-mars-rover-opportunity-solar-panels-clean.html>.
- Perlin, J. (1999). *From Space to Earth: The Story of Solar Electricity*. Earthscan.
- Rasmussen, N. (2002). Steroids in arms: Science, government, industry, and the hormones of the adrenal cortex in the United States, 1930–1950. *Medical History*, 46(3), 299–324.
- Roy, R., C.M. Lampert and M.B. Sarkar (2019). The pre-commercialization emergence of the combination of product features in the charge-coupled device image sensor. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 13(4), 448–477.
- Sampat, B. (2022). World War II and The Direction of Medical Innovation, *WIPO Working Paper No. 70*, World Intellectual Property Organization
- Slater, L. (2009). *War and Disease*. Rutgers University Press.
- Smith, B.L.R. (2011). *American Science Policy since World War II*. Washington D.C.: Brookings Institution Press.
- Swain, D.C. (1962). The rise of a research empire: NIH, 1930 to 1950. *Science*, 138(3546), 1233–1237.
- Swann, J.P. (1983). The search for synthetic penicillin during World War II. *The British Journal for the History of Science*, 16(2), 154–190.
- U.S. Government (2021) *Economic Report of the President*, Figure 8.1, p. 229
- Wang, X. (2012). Foreign direct investment and innovation in China's e-commerce sector. *Journal of Asian Economics*, 23(3), 288–301.
- WIPO (World Intellectual Property Organization) (2015). *World Intellectual Property Report 2015: Breakthrough Innovation and Economic Growth*. Geneva: WIPO. Available at: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=3995>.
- WIPO (2017). *World Intellectual Property Report 2017: Intangible Capital in Global Value Chains*. Geneva: WIPO. Available at: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4225&plang=EN>.
- WIPO (2019). *World Intellectual Property Report 2019: The Geography of Innovation: Local Hotspots, Global Networks*. Geneva: WIPO. Available at: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4467&plang=EN>.

Стремительно развивающиеся цифровые технологии

Патентная деятельность
в 2015–2020 гг.



Вектор инновационной деятельности: решение проблем будущего

В начале третьего десятилетия XXI века появились новые мощные факторы, воздействующие на вектор инновационной деятельности в таких областях, как наука, техника и медицина. Из множества факторов выделяют три основных.

Первый – это пандемия COVID-19, которая сформировала и отчасти усилила спрос на новые технологии борьбы с распространением вируса и лечения инфекции. Научно-техническое сообщество справилось с этой задачей, в рекордно короткие сроки и при значительной государственной поддержке разработав ряд вакцин. Этот глобальный кризис в области здравоохранения серьезно повлиял на работу, путешествия, общение и досуг людей. Пока рано говорить о том, как будет выглядеть «нормальная жизнь» после пандемии, но многие изменения останутся с нами надолго. Пандемия привела к ускорению цифровизации (речь об этом пойдет далее) и разрушила многие табу в отношении работы и социальной жизни. Новаторы начали производить технику, необходимую для поддержки новой среды, и продолжают поставлять ее на рынки в ближайшие годы.

Второй фактор – это борьба с изменением климата, один из самых важных вопросов в современной политической повестке дня. Для достижения масштабных целей по сокращению углеродосодержащих выбросов необходимо разрабатывать и внедрять инновационные технологии. При разработке мер политики и структуры государственного финансирования будут все чаще приоритизироваться инвестиции в новые технологии. Уже есть признаки прогресса, например, падение цен на технологии использования возобновляемых источников энергии, такие как солнечные батареи, которые вселяют надежду. Однако требуется еще больше усилий. Одной из задач новаторов на ближайшие десятилетия станет достижение углеродной нейтральности, когда выделяется и поглощается одинаковое количество углерода.

Наконец третьим фактором является цифровая революция, которую иногда называют четвертой промышленной революцией. Она характеризуется повсеместным внедрением цифровых технологий (цифровизацией); огромными массивами данных

(большие данные) для анализа тенденций и взаимодействия людей; и все усложняющимися процессами автоматизации и искусственного интеллекта. Все это примеры универсальных технологий, то есть технологий, применимых во многих отраслях промышленности и секторах, служащих основой для последующих инноваций (см. главу 1)¹.

Мощь этих новых универсальных цифровых технологий и их сетевая структура могут стать причинами для проблем национальной безопасности, например, из-за потенциальной уязвимости оборонных систем для взлома. Правительства в свою очередь уделяют первостепенное внимание развитию национального технического потенциала, что послужило толчком к появлению во всем мире нового направления промышленной политики, ориентированной на инновации.

Каким будет вектор инновационной деятельности с учетом этих факторов? Большинство инвестиций в инновации имеют четко определенные конечные цели, как, например, в программе полетов на Луну (см. главу 2), что позволяет делать прогнозы относительно технологических изменений, которые произойдут в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Однако фактическая траектория инноваций остается неопределенной: достигнуть одних конечных целей не получится, а другие удастся превзойти. Кроме того, история учит, что долгосрочные изменения вектора инновационной деятельности и их социально-экономические последствия невозможно прогнозировать с уверенностью.

В этой главе подробно рассматриваются все три вышеупомянутых фактора. При этом исследуются изменения в экосистемах инноваций, которые меняют вектор инновационной деятельности. Также ставится вопрос, как с помощью государственной политики можно направить вектор

инновационной деятельности на удовлетворение потребностей общества и на решение серьезнейших мировых проблем.

Глава состоит из четырех частей. В следующих трех разделах представлены конкретные примеры, иллюстрирующие, как экосистемы инноваций помогают решать глобальные проблемы. В разделе 3.1 рассматривается кризис, вызванный COVID-19, и описывается, как в результате согласованных усилий государственного и частного секторов был создан ряд вакцин, обеспечивающих высокую степень защиты от нового вируса. В нем подчеркивается важность наличия продуманной экосистемы инноваций для реагирования на подобные кризисы в будущем. Раздел 3.2 посвящен безотлагательной необходимости борьбы с изменением климата. В нем рассматривается характер этой серьезнейшей проблемы и подчеркивается важнейшая роль всех заинтересованных сторон инновационной деятельности, включая домохозяйства, в ее решении. В разделе 3.3 рассматривается развитие универсальных цифровых технологий и то, как они могут стимулировать инновации, необходимые для решения различных проблем, описанных в этой главе. В разделе 3.4 приводятся важные выводы, обосновывающие необходимость активной роли правительств и директивных органов в поиске решений проблем общества и в то же время действий по смягчению возможных негативных последствий инноваций в таких областях, как трудоустройство². Наконец в разделе 3.5 приводятся основные выводы о мерах политики.

3.1 Опыт, полученный в ходе пандемии COVID-19

Распространение вируса SARS-CoV-2 в первые месяцы 2020 г. стало для мира настоящим потрясением. Из-за вируса моментально переполнились отделения неотложной помощи и интенсивной терапии больниц; за относительно короткий период времени он привел к смерти множества людей. По состоянию на 11 января 2022 г., согласно оценкам Всемирной Организации Здравоохранения, COVID-19 стал причиной смерти почти 5,5 млн человек³. Многие считают этот показатель заниженным.

Правительства ввели меры по сдерживанию и смягчению последствий, чтобы остановить или хотя бы замедлить распространение болезни. Во многих странах были введены карантинные меры: офисы и заводы, за исключением тех, которые предоставляют основные услуги, временно закрылись, а люди были вынуждены оставаться дома. Это негативно сказалось на видах деятельности, требующих физического присутствия, например, в сфере услуг⁴. Многим предприятиям в итоге пришлось закрыться, и множество людей лишились работы. Экономисты Всемирного банка пришли к выводу,

что в 2020 г. из-за кризиса в нищете оказались 97 млн человек⁵.

В 2020 г. объем экономической деятельности в мире сократился на 3,2 процента – возможно, это был самый серьезный экономический кризис со времен Второй мировой войны⁶.

Кризис, связанный с COVID-19, заставил всех участников экосистемы инноваций – правительства, частный сектор, научные учреждения и университеты, международное сообщество и неправительственные организации (НПО), включая благотворительные фонды, срочно искать решения.

Успешное сотрудничество государственного и частного секторов

Благодаря согласованным усилиям участников глобальной экосистемы инноваций за короткий промежуток времени удалось разработать ряд вакцин против COVID-19. Спустя менее двух лет после того, как появилась информация о первом случае заболевания – 31 декабря 2019 г. – в мире уже применялось 20 вакцин против COVID-19, проходили клинические испытания 114 вакцин-кандидатов, и еще 185 находились в стадии доклинической разработки⁷.

Вакцины против COVID-19 были разработаны, испытаны и внедрены с рекордной скоростью. В начале января 2020 г. китайские ученые опубликовали карту генетической последовательности вируса SARS-CoV-2⁸. Три месяца спустя четыре компании и один университет отобрали вакцины-кандидаты. Тридцать первого августа 2020 г. китайские власти одобрили для использования первую вакцину против COVID-19, SinoVac⁹. К началу декабря Агентство по регулированию лекарственных средств и товаров медицинского назначения (MHRA) одобрило для использования в Великобритании вакцину Pfizer-BioNTech (см. ниже).

Успешна разработка вакцин в столь короткие сроки объясняется четырьмя основными факторами.

Во-первых, это масштабы пандемии и тот факт, что она затронула значительную долю населения планеты, что послужило серьезным стимулом для частного сектора при разработке технологических решений. Размер рынка является важным фактором в инновационной деятельности, особенно в области медицины, поскольку, как отмечалось в главе 1, чем масштабнее рынок, тем выше потенциальная прибыль^{10,11}. При оценке целесообразности инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) новаторы должны оценивать вероятные затраты и риски и сравнивать их с ожидаемыми доходами.

Важную роль в поддержке разработки вакцин против COVID-19 сыграло государственное финансирование.

Рисунок 3.1а. Доля финансирования разработки вакцин против COVID-19 по типам в процентах

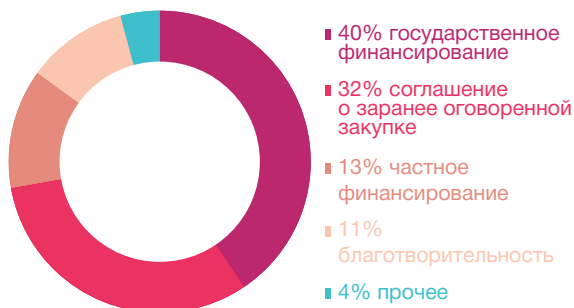
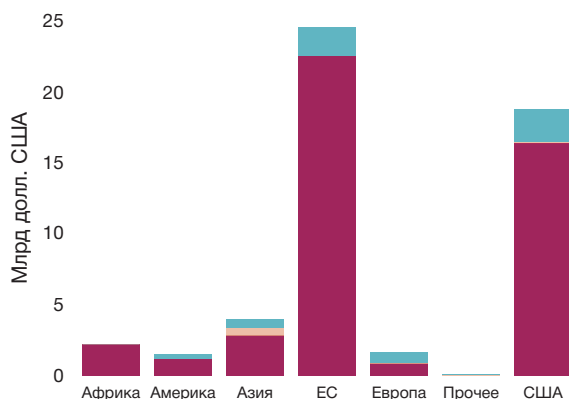


Рисунок 3.1б. Финансирование разработки вакцин против COVID-19 по типам и регионам в млрд долл. США



- Соглашения о заранее оговоренной закупке
- Прочее
- Благотворительность
- Частное финансирование
- Государственное финансирование

Источник: Центр глобального здравоохранения (2021).
Примечание: Эти цифры показывают инвестиции в борьбу с COVID-19 со стороны государственного и частного секторов (помимо фармацевтических компаний), благотворительных организаций и других организаций, предоставляющих финансирование, согласно базе данных Центра глобального здравоохранения. Они основаны на общедоступных данных. Данные по финансированию частного сектора представлены без учета средств, вложенных фармацевтическими фирмами, и поэтому являются неполными. Соглашения о заранее оговоренной закупке и инвестиции в НИОКР могут предполагать расширение производственных мощностей, а также инвестиции в доклинические разработки.

Во-вторых, правительства ряда стран выделили частному сектору крупные суммы, в частности, на проведение клинических испытаний, а разработчики перспективных вакцин-кандидатов получили масштабную финансовую поддержку на значительное наращивание производственных мощностей. Например, Европейская комиссия (ЕК) выделила 137,5 млн евро на НИОКР в области диагностики, терапии и вакцин и 164 млн евро – на деятельность

стартапов и МСП, работающих над решением проблемы кризиса здравоохранения¹². Коалиция по инновациям в области обеспечения готовности к эпидемиям (КИГЭ), глобальное партнерство, созданное в 2017 г. для разработки вакцин с целью остановить будущие эпидемии, выделила на НИОКР для разработки вакцины против COVID-19 1,3 млрд долл. США¹³.

Кроме того, правительства ряда стран обязались приобрести ряд вакцин-кандидатов. Такие соглашения о заранее оговоренной закупке (СЗОЗ) помогли снизить определенные коммерческие риски, связанные с разработкой вакцин-кандидатов. Авансовые платежи по части соглашений были произведены еще до проведения клинических испытаний вакцины-кандидата.

В рамках государственной поддержки борьбы с кризисом также осуществлялись программы, разработанные правительствами стран (например, США и Великобритании), схожие с мерами политики, ориентированными на решение конкретных задач, о которых говорилось в главе 2¹⁴. Целью этих программ были сокращение сроков экспертизы, предусмотренной нормативными актами, и помощь в создании вакцины против COVID-19¹⁵. Раньше даже при самом оптимистичном прогнозе разработка вакцины и ее вывод на рынок занимали не менее 18 месяцев¹⁶. Зачастую же на это требовалось от пяти до 10 лет: много времени занимали поиск перспективных вакцин-кандидатов и получение разрешения контрольно-надзорных органов¹⁷. Во вставке 3.1 рассматривается программа разработки вакцины против COVID-19 в США – Operation Warp Speed, а во вставке 3.2 – деятельность Целевой группы по вакцинам (VTF) в Великобритании.

Вставка 3.1 Operation Warp Speed сократила сроки разработки вакцины

Пятнадцатого мая 2020 г. началась реализация программы Operation Warp Speed (OWS), межведомственного партнерства, которое действовало под руководством Министерства здравоохранения и социального обеспечения США (HHS) и Министерства обороны США (DoD). Ее задача заключалась в координации и финансировании разработчиков вакцин-кандидатов, в основном в частном секторе, и оказании им иных видов помощи с целью ускорить разработку и распространение безопасных и эффективных вакцин, терапевтических и диагностических препаратов для борьбы с вирусом SARS-CoV-2.

Примером для авторов инициативы послужил Манхэттенский проект – программа, ориентированная на решение конкретных задач,

которая осуществлялась с 1942 по 1946 гг.¹⁸. Манхэттенский проект был осуществлен благодаря совместным усилиям ученых и военных и целенаправленным инвестициям в НИОКР с целью создать ядерное оружие в течение двух с половиной лет. В рамках программы OWS, построенной по типу военных операций, для разработки вакцины против COVID-19 также использовался подход, ориентированный на решение конкретных задач, принимались согласованные усилия по НИОКР¹⁹.

Кроме того, разработчики OWS переняли многие из передовых методов, использовавшихся Научно-исследовательским агентством перспективных программ DoD (DARPA)²⁰. Оно было учреждено в 1958 г. для наращивания технологического потенциала США и соперничества с Советским Союзом в «лунной гонке». Ради достижения этих целей оно было готово реализовывать коммерчески рискованные проекты по НИОКР. Агентство разработало ряд важных военных технологий, часть из которых впоследствии нашла и коммерческое применение вне военного сектора (см. главу 2). В рамках OWS использовался портфельный подход, принятый DARPA, и осуществлялись инвестиции в разработку ряда вакцин-кандидатов с использованием различных конкурирующих друг с другом технологий; но на НИОКР выделялись более крупные суммы, а сроки были более сжатыми²¹. Таким образом повышалась вероятность, что на выделенные средства будет разработана хотя бы одна успешная вакцина-кандидат, и снижался риск неудачи. Затем фирмы, разработавшие успешные вакцины, конкурировали друг с другом, стремясь первыми выйти на рынок.

Инновационный аспект инициативы заключался в том, что разработчики вакцины смогли одновременно проводить различные фазы клинических испытаний, не нарушая высокие стандарты безопасности и эффективности, установленные Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA). Как правило, начинать следующий этап разработки вакцин и лекарств можно только тогда, когда они отвечают всем критериям, свидетельствующим о прогрессе. Кроме того, разработчики смогли оперативно начать производство вакцин-кандидатов, клинические испытания которых показали наиболее многообещающие результаты, благодаря тому, что с помощью программы были обеспечены необходимые масштабные производственные мощности²².

В 2021 г. программа была переименована в Countermeasures Acceleration Group.

Вставка 3.2

Проведение клинических испытаний и производство вакцин при содействии Целевой группы

В апреле 2020 г. была создана Целевая группа по вакцинам (VTF), задачей которой было максимально оперативное обеспечение Великобритании доступа к наиболее перспективным вакцинам²³. Это партнерство Министерства бизнеса, энергетики и промышленной стратегии (BEIS) и Министерства здравоохранения и социального обеспечения (DHSC), в руководство которого вошли девять представителей частного сектора.

Как и программа OWS, целевая группа инвестировала средства в портфель перспективных вакцин-кандидатов, разработанных на основе конкурирующих технологий²⁴. Инвестиции осуществлялись в форме финансирования НИОКР и соглашений о заранее оговоренной закупке с разработчиками.

Целевая группа набирала добровольцев для участия в клинических испытаниях через реестр вакцин против COVID-19 Национальной службы здравоохранения²⁵. Кроме того, она помогла разработать стандарты тестирования, позволяющие сравнивать эффективность и уровень защиты разных вакцин-кандидатов. С помощью инициативы было обеспечено финансирование производства вакцин-кандидатов в больших масштабах. Одним из разработчиков вакцин, получивших субсидии на начало производства в рамках этой кампании, стала компания Oxford-AstraZeneca²⁶.

Поскольку Соединенное Королевство не располагало достаточными производственными мощностями для изготовления вакцин, Целевая группа выделила финансовые средства таким разработчикам вакцин, как американская компания Novavax, французская компания Valneva и немецкая Cure-Vac, на создание или расширение производственных мощностей на территории их стран. Эти меры дополнили создание государственного Производственного и инновационного центра по вакцинам, основанного в 2018 г. для повышения готовности к будущим пандемиям²⁷.

В-третьих, быстрой разработке вакцин-кандидатов против COVID-19 способствовали важные достижения в области биомедицины, относящиеся к «золотой эре» вакцин – периоду во время и после Второй

мировой войны (см. главу 2)²⁸. Вирус SARS-CoV-2 был идентифицирован, а его геном – секвенирован в кратчайшие сроки. Секвенирование открыло возможности для испытаний вакцины на основе технологии мРНК, которая, как разъяснялось в главе 1, доставляет в организм часть генетического кода вируса, чтобы стимулировать иммунный ответ и выработку антител. Эта технология может изменить процесс инноваций в биомедицине, сократив время разработки новых вакцин против будущих заболеваний и стимулируя дальнейшие инвестиции в этот подход.

До появления COVID-19 технология мРНК уже разрабатывалась или использовалась в течение как минимум 10 лет. Разработку этой технологии поддерживала американская организация DARPA²⁹. Благодаря этой поддержке исследователи смогли быстро перенаправить усилия на поиск вакцин-кандидатов.

Наконец в-четвертых, было налажено сотрудничество между учеными и исследователями, которые никогда до этого не работали совместно³⁰. Некоторые из них даже переходили в другую научную область, чтобы помочь осуществляемым усилиям. Например, чтобы понять, каким образом распространяется вирус и как сдержать этот процесс, эпидемиологи объединились с социологами и экономистами. Кроме того, исследователи открыто делились своими публикациями еще до коллегиального обзора, чтобы ускорить обмен информацией с другими учеными. Это способствовало быстрому распространению результатов последних исследований.

Инновации в медицине³¹

Пандемия не только заставила исследователей искать эффективную вакцину, но и повлияла на инновации в других областях медицинских исследований и врачебной практики.

Изменение направления медицинских исследований

Как уже отмечалось, разработка вакцин против COVID-19 на основе технологии мРНК, вероятно, послужит стимулом для развития науки и появления изобретений в области фармацевтики в будущем. С середины 2000-х годов исследователи придерживались мнения, что технология изготовления вакцин на основе мРНК стала революционной³². Она заключается в модификации мРНК, гена, который «учит» организм вырабатывать необходимые ему белки. Редактированная мРНК дает иммунной системе организма сигнал вырабатывать антитела для защиты от вируса SARS-CoV-2.

До пандемии эта технология была опробована для защиты от ряда инфекционных заболеваний, включая вызванные вирусами Эбола и Зика. Ее использовали даже при борьбе с раком³³. Но крупные фармацевтические компании рассматривали применение технологии мРНК только в профилактических целях. Дело в том, что фармацевтические компании предпочитают не вкладывать средства в профилактические средства, подобные вакцинам³⁴. Но успешная разработка вакцин против COVID-19 на основе мРНК стала убедительным доказательством того, что использованная в процессе экспериментальная платформа эффективна и может быть использована в других областях. Использование технологии мРНК результативно и безопасно для пациентов³⁵. С точки зрения производителя разработка средств на ее основе дешевле и быстрее традиционных методов, поскольку для перехода от борьбы с одним заболеванием к борьбе с другим требуются лишь незначительные изменения в производственном процессе.

Успех вакцины против COVID-19 на основе мРНК может положить начало новому «золотому веку» в разработке вакцин. Кроме того, стимулом для дальнейших исследований платформы вакцин на основе мРНК является финансирование правительствами США и Великобритании расширения производственных мощностей для этой технологии.

Однако компании все еще сталкиваются с препятствиями для широкомасштабного использования и внедрения этой новой технологии³⁶. Во-первых, для ее создания и внедрения требуются высококвалифицированные кадры и хорошо оборудованные исследовательские лаборатории. Во-вторых, мРНК может легко разрушаться, если условия производства не соответствуют требованиям, что может увеличивать себестоимость препаратов на ее основе. В-третьих, во многих странах мира отсутствует необходимая для транспортировки и хранения мРНК инфраструктура.

Концентрация на новой технологии производства вакцин на основе мРНК может также негативно сказаться на других медицинских исследованиях (см. главу 1, вставка 1.1). В период действия карантинных мер, введенных в связи с COVID-19, многие исследовательские лаборатории уделяли основное внимание COVID-19, перенаправив усилия с других направлений исследований. Ряд учреждений, не работающих над исследованиями COVID-19, были вынуждены либо закрыть лаборатории, либо ограничить свою деятельность. Ряд организаций лишились финансирования. Многим университетам и научно-исследовательским институтам пришлось изменить приоритеты и перераспределить бюджеты.

Ускоренная разработка вакцин-кандидатов против COVID-19 стала возможна благодаря важным достижениям в области биомедицины, появившимся в «золотой век» вакцин – во время и после Второй мировой войны

Но изменение направления исследований – затратный процесс³⁷. На данный момент изменение приоритетов и финансирования скорее задержало прогресс исследований, чем полностью изменило их направленность³⁸. Исследование, в ходе которого сравнивалось число новых клинических испытаний по заболеваниям за 2019 и 2020 гг., показало, что испытания, связанные с COVID-19, проводились в ущерб новым клиническим испытаниям по другим заболеваниям. Но, возможно, это лишь временная ситуация³⁹.

Скорость разработки вакцины против COVID-19 показывает, что новые вакцины и препараты можно оперативно выводить на рынок, обеспечивая при этом их соответствие высоким стандартам безопасности, устанавливаемым регулирующими органами⁴⁰. Благодаря этому прецеденту появились доводы в пользу сокращения сроков разработки лекарственных препаратов, которые на данный момент составляют в среднем от пяти до 10 лет.

Успех программ разработки вакцин в США и Великобритании подтверждает целесообразность продолжения сотрудничества государственного и частного секторов в профилактике и лечении таких заболеваний, как COVID-19. Обе инициативы сыграли основополагающую роль в поддержке разработки революционных технологий на всех этапах – от теории до практики. Для этого средства

вкладывались в портфель конкурирующих, не в полной мере подтвердивших свою эффективность технологий, что помогло создать производственный потенциал для применения этих технологий.

Изменение врачебной практики

Пандемия ускорила внедрение цифровых технологий (см. раздел 3.3) медицинскими специалистами и лечебными учреждениями. В отчете McKinsey & Company за 2021 г. отмечается, что за первые 10 месяцев пандемии COVID-19 в биофармацевтической отрасли было достигнуто больше результатов в области цифровизации, чем за предыдущее десятилетие⁴¹. Медицинские компании перестраивают работу своих систем, чтобы полностью перейти на цифровые технологии и шире использовать данные для оптимизации своей деятельности. Так, в Швейцарии пациенты могут хранить историю болезни на онлайн-медицинском портале и записываться на прием к врачу через тот же портал.

В системе здравоохранения все больше врачей используют цифровые платформы для диагностики и лечения заболеваний⁴². Например, в период действия карантинных мер в 2020 г. врачи проводили консультации с помощью онлайн-платформ видеосвязи. В больницах анализ данных поступающих пациентов используется для более эффективного управления персоналом и использованием коек. Многие из этих нововведений уже были в процессе реализации, но пандемия вызвала острую необходимость скорейшего перехода на цифровые технологии и предоставила возможность провести необходимые мероприятия для совершенствования оперативной работы.

3.2 Важнейшие меры по борьбе с изменением климата⁴³

Сильнее всего на изменение климата, связанное с деятельностью человека, влияет ископаемое топливо, используемое в качестве источника энергии для энергетических и транспортных систем. С 1970 г. выбросы углекислого газа (CO₂) как следствие деятельности человека, особенно в результате сжигания ископаемого топлива и промышленных процессов, составили примерно 78 процентов глобальных выбросов парниковых газов (ПГ)⁴⁴. Эти газы поглощают тепло и возвращают его в атмосферу, влияя на скорость изменения климата. Речь идет о CO₂, метане и закиси азота. Чем быстрее меняется климат, тем масштабнее последствия его изменения, поскольку сокращается время на адаптацию.

Глобальное потепление ставит под угрозу рост мировой экономики и, что еще важнее, устойчивость жизни на Земле. Оно снижает продовольственную

безопасность, затрудняет доступ к чистой воде и приводит к экстремальным погодным явлениям и повышению уровня моря. Кроме того, оно негативно сказывается на росте растений, что снижает способность природных систем регулировать содержание CO₂ в атмосфере. Всемирный банк оценивает ежегодные глобальные затраты на борьбу с последствиями экстремальных погодных явлений, выраженные как утрата благосостояния, в 520 млрд долл. США; эта цифра свидетельствует о том, что от изменения климата в наибольшей степени страдают малоимущие: ежегодно в результате его воздействия в нищете оказывается 26 млн человек⁴⁵.

От правительств требуются все более решительные меры по борьбе с изменением климата. В соответствии с Парижским соглашением 2015 г. 196 стран обязались ограничить повышение температуры в мире до уровня менее двух градусов по шкале Цельсия (2 °C) к концу этого столетия, а желательно, остановить рост на уровне 1,5 °C⁴⁶. Шесть лет спустя в Глазго (Шотландия) подписавшие соглашение страны подтвердили это обязательство, а ряд стран, включая Аргентину, Китай, страны Европейского Союза (ЕС), Южную Африку, Великобританию и США, приняли решение ужесточить существующие требования по ограничению выбросов⁴⁷. Например, ЕС будет стремиться к 2030 г. сократить выбросы парниковых газов как минимум на 55 процентов, тогда

как изначально был предложен показатель в 40 процентов. Многие страны, на долю которых приходится 80 процентов мировой экономики, объявили о цели к 2050 г. достигнуть нулевого уровня выбросов, а страны, на долю которых приходится наиболее крупный объем выбросов, такие как Китай и Индия, озвучили аналогичные цели на 2060 и 2070 гг. соответственно.

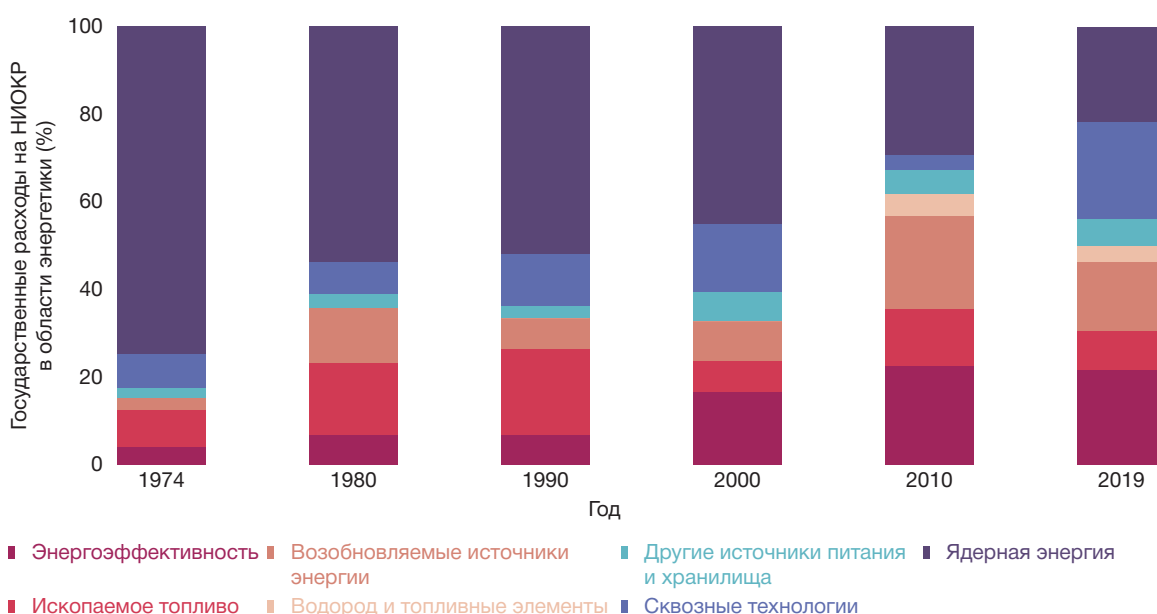
На пути к изменениям

Правительства и частный сектор добились серьезных успехов в переориентации инновационной деятельности на разработку технологий, снижающих негативное воздействие экономической деятельности на окружающую среду. Это, в частности, технологии смягчения последствий изменения климата для энергетики, транспорта и строительства, а также технологии, обеспечивающие рациональную эксплуатацию природных ресурсов, и технологии адаптации, связанные с водными ресурсами.

Технологии смягчения последствий направлены на снижение выбросов парниковых газов, повышение энергоэффективности, рационализацию использования ресурсов, минимизацию отходов и расширение повторного использования и переработки⁴⁸. Они называются низкоуглеродными технологиями, так как выбросы CO₂ при их использовании

Изменение структуры государственного финансирования НИОКР в области энергетики

Рисунок 3.2. Доля государственных расходов на НИОКР в энергетике с разбивкой по технологиям в процентах, 1974–2019 гг.



Источник: МЭА (2020а).

Примечание: Сквозные технологии – это технологии, которые могут применяться одновременно в разных энергетических секторах, такие как ископаемое топливо, другие виды источников энергии и хранилища, и т.д. Управление по науке Министерства энергетики США (DoE) предоставляет информацию о них в отчетах об общих научных исследованиях в области энергетики.

ниже, чем при использовании ископаемого топлива. В сфере транспорта примером таких технологий могут служить электромобили (см. ниже). В производстве энергии это солнечные электростанции, ветряные турбины и угольные электростанции, оснащенные хранилищами для улавливания углерода⁴⁹. Технологии удаления и улавливания углекислого газа, например, хранилища электростанций, позволяют сокращать выбросы CO₂ путем улавливания и хранения газов в резервуарах (подземных, наземных или морских), либо в таких продуктах, как древесина⁵⁰.

Для содействия распространению экологических технологий правительства – в основном в странах с развитой экономикой, но в последнее время и в Китае – используют субсидии, нормы и стандарты. Их принятие побуждает предприятия активнее инвестировать в эти технологии и внедрять их. Важно отметить, что долгосрочная приверженность правительств экологической политике обеспечивает предпринимателям уверенность в том, что и они могут спокойно осуществлять необходимые долгосрочные инвестиции в низкоуглеродные технологии.

Финансирование альтернативных источников энергии

Начиная с 1970-х годов правительства финансируют НИОКР в области альтернативных источников энергии. В рамках программы полетов на Луну (см. главу 2) Соединенные Штаты начали проводить эксперименты по использованию солнечных панелей и ветряных турбин в качестве источников энергии. В то же время резкий рост цен на нефть в 1973 и 1979 гг. создал риск снижения экономического роста в Европе и Северной Америке и вызвал обеспокоенность по поводу энергетической безопасности. Это побудило ряд стран, в частности, Францию и Бразилию, финансировать исследования в области ядерной энергии и этанола соответственно, в то время как Япония начала осуществлять программы в области энергоэффективности.

Правительства помогали снижать риски и неопределенность, связанные с инвестированием в новые, малоисследованные технологии в области альтернативной энергетики. В начале 1990-х годов Германия проводила политику субсидирования и льготных тарифов (см. вставку 3.3), что способствовало росту спроса на солнечные технологии⁵¹. Помимо этого, государственная поддержка сыграла важную роль в разработке новых технологий и демонстрации их практического применения и, следовательно, потенциала для извлечения коммерческой выгоды из их использования.

Исследования показывают, что государственное финансирование инициатив положительно повлияло на темпы и направленность природоохранных инноваций в ЕС и США⁵². Субсидии, предоставляемые странами ЕС, помогли расширить производство солнечной и ветровой энергии за счет снижения затрат компаний на разработку технологий⁵³. По мнению исследователей из Имперского колледжа Лондона, большинство морских ветряных электростанций в Европе к 2025 г. смогут функционировать без субсидий⁵⁴.

На рис. 3.2 показано, как с середины 1970-х годов изменилась структура государственного финансирования НИОКР в области источников энергии в мире и сократились инвестиции в ископаемое топливо. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), за десятилетие, предшествующее 2020 г., государственное финансирование ископаемых видов топлива сократилось почти наполовину, с 13 до 7 процентов от общего объема государственных расходов на НИОКР в области энергетики⁵⁵.

Стандарты, правила и положения

Как уже отмечалось, государственные стандарты, правила и положения играют важнейшую роль в применении экологических технологий как промышленными предприятиями, так и домохозяйствами. Число мер политики, направленных на внедрение и распространение таких технологий, постоянно растет⁵⁶. На местном уровне это, например, субсидии на установку солнечных батарей на крышах, строительство энергоэффективных зданий, в том числе жилых домов, приобретение электрических велосипедов и автомобилей. Благодаря этим мерам население, фермеры, муниципалитеты и производители и домохозяйства, осознающие проблемы окружающей среды, начали переходить на экологические технологии⁵⁷.

Однако влияние таких мер политики варьируется в зависимости от типа применяемого стимула или механизма побуждения (см. вставку 3.3)⁵⁸. На первых этапах разработки технологий (на этапах фундаментальных и/или прикладных исследований) разработчики, как правило, менее уверены в успехе, поэтому для снижения рисков им может потребоваться государственное финансирование⁵⁹. Так, со значительными затратами сопряжены и разработка, и использование технологий удаления углерода. Работоспособность этих технологий уже была подтверждена (в форме так называемой «проверки концепции»), но их внедрение в широких масштабах сопряжено с риском. Тем не менее в 2021 г. было объявлено о создании более 100 новых хранилищ для улавливания углерода при поддержке правительств⁶⁰.

Во вставке 3.3 демонстрируется, как различные механизмы стимулирования влияют на инновации в области низкоуглеродных технологий. Механизмы побуждения – это меры государственной политики, формирующие определенное поведение. Например, в рамках экологической политики субъектов экосистемы инноваций побуждают разрабатывать технологии (как товары, так и процессы), снижающие выбросы углерода, такие как низкоуглеродные технологии и/или технологии смягчения последствий изменения климата (ТСПИК).

Также применяются такие механизмы, как налог на углеродосодержащие выбросы, которые способствуют внедрению экологически чистых технологий и побуждают потребителей снижать использование ископаемого топлива. По данным Всемирного банка, около 45 стран в настоящее время реализуют инициативы, связанные с квотированием выбросов углерода, такие как системы торговли квотами на выбросы, фонды сокращения выбросов, налоги на углеродосодержащие выбросы и пр.⁶¹. Кроме того, как сообщает Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН), около 100 стран мира рассматривают возможность введения квотирования углеродосодержащих выбросов в качестве национальной стратегии сокращения выбросов CO₂⁶².

Вставка 3.3 **Механизмы побуждения и типы инноваций**

Многие исследователи мер политики в области изменения климата сходятся на том, что наиболее эффективны рыночные механизмы побуждения. В качестве примера можно привести меры по квотированию углеродосодержащих выбросов, такие как налог на выбросы и системы торговли квотами на них. Компаниям следует закладывать выплаты за выбросы углерода в производственные затраты, которые вырастут, если они продолжат использовать высокоуглеродные технологии. Такие меры побуждают фирмы инвестировать в низкоуглеродные технологии и отказываться от высокоуглеродных. Инвестиции в низкоуглеродные технологии помогают создавать для них спрос и рынок. Кроме того, правительства зачастую получают доходы от квотирования углеродосодержащих выбросов, особенно от выдачи соответствующих разрешений. Такой подход снижает вероятность внезапной отмены политики квотирования, скажем, по сравнению с субсидиями, которые могут меняться в зависимости от этапов избирательного и бюджетного циклов. Если проводится политика,

в рамках которой компании должны платить за продолжение использования высокоуглеродных технологий, это может указывать на наличие у правительства приверженности делу снижения выбросов углерода в долгосрочной перспективе⁶³.

Но даже осуществление рыночной политики не гарантирует отсутствия проблем. Правительство Германии применяло рыночную политику, чтобы стимулировать инвестиции в технологии солнечных панелей для производства энергии. Первоначально оно использовало «зеленые тарифы», гарантирующие более высокие цены на электроэнергию, вырабатываемую солнечными батареями, чем на электроэнергию, вырабатываемую с помощью традиционного ископаемого топлива⁶⁴.

Однако они имели два основных недостатка. Во-первых, они не позволяли увидеть подлинную стоимость электроэнергии, получаемой от солнечных батарей. Во-вторых, они не могли гарантировать фирмам снижение производственных затрат.

Теперь в дополнение к «зеленым тарифам» регулирующие органы используют аукционы и другие конкурентные механизмы. Например, в рамках системы договоров или тендеров на приобретение электроэнергии в Германии разработчики солнечных электростанций подают заявки на новые проекты по производству электроэнергии и выбираются участники, предлагающие наиболее конкурентные цены. Поскольку выигрывают те, кто предлагает самые низкие цены, у поставщиков и разработчиков есть стимул снижать затраты, что может принести пользу всей производственно-сбытовой цепочке.

Также рыночные стимулы не всегда эффективны применительно к отношениям между арендаторами и собственниками энергоэффективных зданий. Если расходы по оплате счетов за электроэнергию ложатся на арендатора, то у владельца квартиры или дома не будет стимула инвестировать в новые энергосберегающие технологии, такие как теплоизоляция и приборы с низким потреблением энергии. В этом случае стандарты энергоэффективности оказываются более действенным механизмом, побуждающим использовать в зданиях экологичные инновации, чем налоги на электроэнергию⁶⁵.

Источник: Noailly (2022), Popp (2019) и Popp et al. (2010).

ТСПИК, связанные с энергетикой, развиваются быстрее, чем другие экологичные технологии

Рисунок 3.3а. Общее количество патентных заявок в области «чистых» технологий по категориям

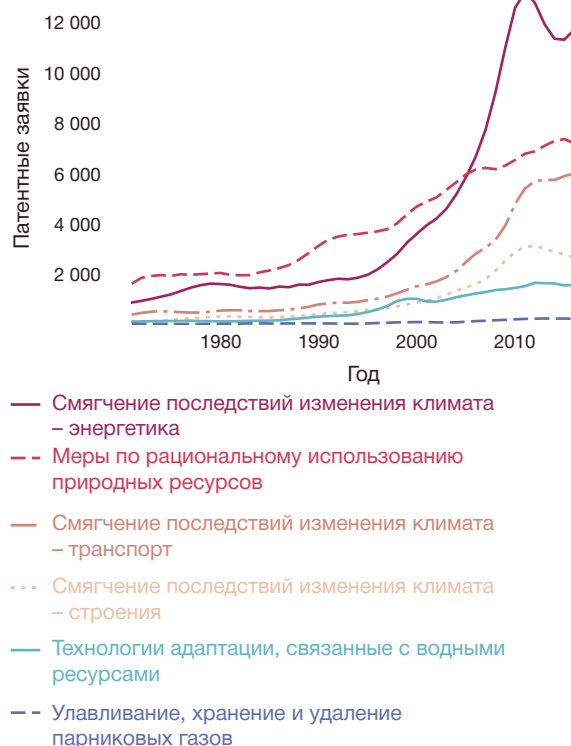
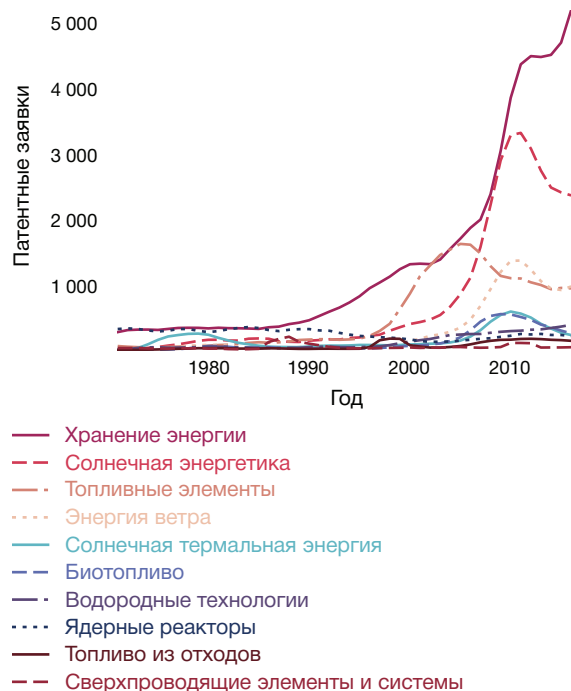


Рисунок 3.3б. Технологии смягчения последствий изменения климата в энергетике по подкатегориям



Источник: ВОИС.

Примечание: Под патентными заявками понимаются патентные документы, поданные как минимум в два ведомства ИС.

Одним из недостатков рыночной политики является то, что она направлена на технологии и инновации, которые находятся на этапе коммерциализации или в ближайшем будущем перейдут на этот этап и уже продемонстрировали свою работоспособность; такая политика не всегда стимулирует новые идеи. Более эффективными механизмами, направленными на широкое внедрение рискованных с коммерческой точки зрения низкоуглеродных технологий (таких как крупные установки по улавливанию углерода) могут оказаться такие меры государственной поддержки, как финансирование экспериментальных проектов для опробования идей или предоставление технической помощи для их разработки. Инвестиции в новые технологии и их развитие, как правило, требуют участия правительств в сотрудничестве с университетами и частным сектором.

Принятые многими странами законы, призванные стимулировать внедрение низкоуглеродных технологий, создало на них спрос. По данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), в период с 2013 по 2018 гг. на частный сектор пришлось 86 процентов общемирового объема инвестиций в возобновляемые источники энергии⁶⁶.

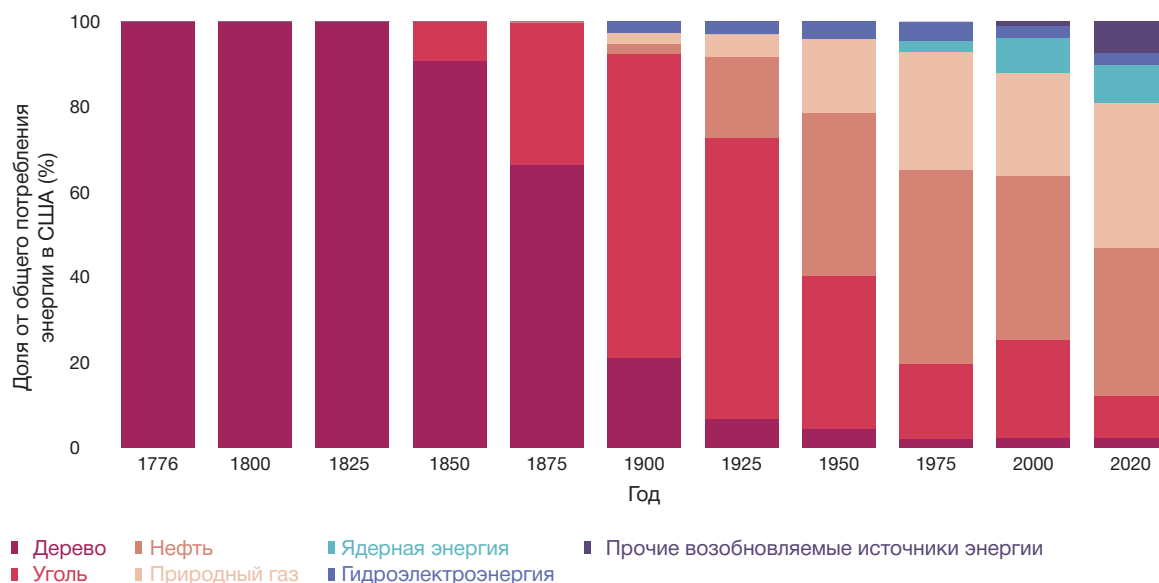
Достижения в области разработки альтернативных источников энергии

Число заявок на патенты может с относительной точностью отражать объем инвестиций частных компаний в НИОКР по низкоуглеродным технологиям. Резкое увеличение количества патентов, поданных после 2000 г., показанное на рис. 3.3, можно объяснить ростом числа этих технологий в энергетическом секторе. Дальнейший анализ показывает, что они связаны с возобновляемыми источниками энергии, такими как солнце, ветер и топливные элементы, которые подобны аккумуляторам, не требующим подзарядки. На возобновляемые источники энергии приходится треть дополнительных патентных заявок в этой области. Наряду с патентованием возобновляемых источников энергии наблюдается расширение применения вспомогательных технологий, таких как батареи, водородные технологии — основной метод хранения возобновляемой энергии — и интеллектуальные электросети. Последние повышают надежность энергоснабжения, помогая существующим электросетям компенсировать колебания в объеме энергии, поступающей от возобновляемых источников, вызванные, например, неблагоприятными погодными условиями.

По результатам исследования, в которых рассматривается, какие компании разрабатывают большинство инновационных решений в области

Соединенные Штаты активно диверсифицируют используемые ими источники энергии

Рисунок 3.4 Доля потребления энергии в США по основным источникам



Источник: Управление энергетической информации США (апрель 2021 года).

Примечание: Другие возобновляемые источники энергии включают солнечную энергию, энергию ветра, биотопливо и геотермальную энергию.

низкоуглеродных технологий, большинство революционных технологий (которые приводят к устареванию существующих, как это произошло в сфере телекоммуникации благодаря появлению мобильных телефонов), внедряют небольшие фирмы, а не крупные компании с устоявшейся репутацией. Компания Climeworks, созданная на базе Швейцарского федерального института технологий в Цюрихе, построила в Исландии крупнейший в мире завод по улавливанию и хранению углерода непосредственно из атмосферного воздуха. Ожидается, что завод Orca, строительство которого завершилось летом 2021 г., будет собирать 4 000 тыс. CO₂ в год, которые будут храниться в подземных резервуарах. Управление заводом Orca требует больших финансовых затрат; и проект может в течение некоторого периода времени не приносить прибыли, как происходит и со многими другими революционными технологиями в этой сфере. Это объясняет, почему существующие фирмы не всегда готовы вкладывать средства в инновации такого рода⁶⁷.

Активными новаторами в области низкоуглеродных технологий являются и крупные компании, в основном нефтегазовые. Но разрабатываемые ими инновационные решения, как правило, направлены на продолжение использования существующих технологий добычи ископаемого топлива, которые при этом дополняются установками по улавливанию и хранению углерода для удаления выбросов⁶⁸. На их долю приходится немногим более трети мировых капиталовложений в проекты по улавливанию, утилизации и хранению углерода⁶⁹.

В США расширение разработки альтернативных механизмов производства энергии привело к широкой диверсификации источников энергии, как показано на рис. 3.4.

Два описанных ниже конкретных примера демонстрируют, что правительства играют важную роль в осуществлении изменений, направленных на расширение использования альтернативных экологических технологий. В первом примере речь идет о разработке солнечной панели в качестве источника возобновляемой энергии, а во втором - о разработке электромобилей. Эти примеры весьма информативны, поскольку на производство энергии и транспорт приходится самая высокая доля мировых выбросов парниковых газов⁷⁰.

Солнечные панели

Правительства играют основную роль в расширении производства солнечных панелей⁷¹. Как уже отмечалось, США вкладывали средства в разработку солнечных батарей еще в рамках космической программы. К 1958 г. солнечные батареи использовались в качестве источника энергии на американском спутнике Vanguard I⁷². В 1970-х годах экологические активисты в Германии и Дании убедили свои правительства развивать источники энергии, не предполагающие использования ископаемого топлива, включая солнечную и ветровую энергию.

Первые инновации в области солнечных панелей предложили компании в Германии, США и Японии. Мощный рывок в разработке солнечных панелей для использования в космосе, а потом и на Земле (см. главу 2) обеспечили разработки, осуществляемые под руководством НАСА⁷³. В 1990-х годах Германия начала выделять крупные субсидии на технологии производства солнечных панелей (см. вставку 3.3), благодаря которым были гарантированы более высокие цены на вырабатываемую с их помощью электроэнергию, как было показано ранее⁷⁴.

Со временем число стран, которые создавали стимулы для производства и использования солнечных панелей, стало расти, наращивались производственные мощности, и на рынок выходило все больше конкурентов. С традиционными инновационными компаниями из Германии, Японии и США стали конкурировать компании из Китая и Индии⁷⁵. В настоящее время в число крупнейших экспортеров компонентов солнечных панелей входят компании из Китая, США, Японии, Нидерландов, Германии, САР Гонконг, Республики Корея, Сингапура и Малайзии⁷⁶.

Расширение производственных мощностей и увеличение числа конкурентов привело к значительному снижению цен на солнечные панели и повысило рыночный спрос на эту технологию. В период с 2013 по 2018 гг. на отрасль приходилось 46 процентов общемирового объема инвестиций в возобновляемые источники энергии⁷⁷. За восемь лет – с 2010 по 2018 гг. – себестоимость электроэнергии, вырабатываемой с помощью солнечных панелей, снизилась на 77 процентов. К 2018 г. совокупная установленная мощность в солнечной энергетике увеличилась в 100 раз по сравнению с 2005 г.⁷⁸. По прогнозам МЭА, к 2050 г. с использованием солнечных энергоустановок будет вырабатываться пятая часть энергии в мире, при условии, что мощности солнечных панелей к тому времени увеличатся в 20 раз⁷⁹.

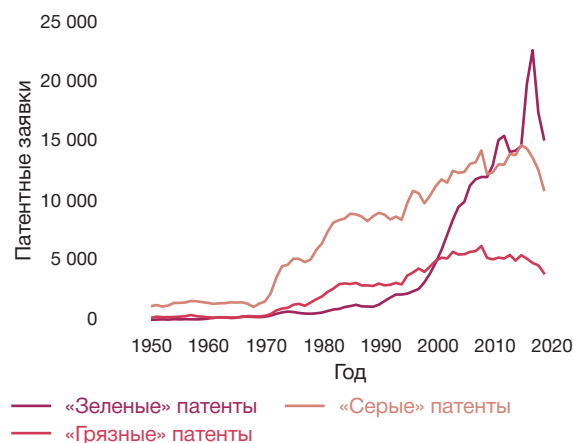
Нехватка компонентов для солнечных панелей, вызванная нарушениями в цепочке поставок в связи с пандемией COVID-19, привела к повышению цен на них. Кроме того, напряженность в торговых отношениях между США и Китаем может привести к введению тарифов на основные комплектующие. Эти события могут замедлить внедрение солнечных панелей и ввод странами стратегий декарбонизации.

Электромобили

Технология электромобилей появилась еще в середине XIX века, но их развитию уделялось меньше внимания из-за конкурирующей технологии – автомобилей на бензиновом топливе. Однако на рубеже XX–XXI веков в связи с растущей

Данные о технологиях, связанных с электрическими и гибридными транспортными средствами

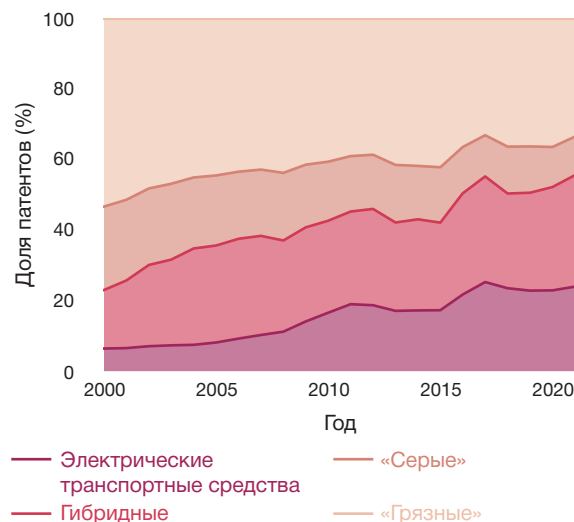
Рисунок 3.5а. Общее число патентных заявок в автомобильной промышленности, с разбивкой на «зеленые» (электрические и гибридные), «серые» и «грязные» патенты



Источник: ВОИС.

Примечание: патент может относиться более чем к одной категории. К категории «зеленых» патентов относятся патенты, связанные с электрическими и гибридными транспортными средствами. К категории «грязных» относятся патенты на традиционные автомобили с двигателем внутреннего сгорания. В категорию «серых» патентов входят запатентованные технологии, повышающие эффективность традиционных двигателей внутреннего сгорания.

Рисунок 3.5б. Доли патентных заявок на «зеленые» (электрические и гибридные), «серые» и «грязные» технологии в автомобильной промышленности



Источник: ВОИС.

Примечание: патент может относиться более чем к одной категории. К категории «зеленых» патентов относятся патенты, связанные с электрическими и гибридными транспортными средствами. К категории «грязных» относятся патенты на традиционные автомобили с двигателем внутреннего сгорания. В категорию «серых» патентов входят запатентованные технологии, повышающие эффективность традиционных двигателей внутреннего сгорания.

обеспокоенностью по поводу выбросов углекислого газа интерес к электромобилям вновь возрос.

Электромобили – еще один пример того, как правительства стимулируют спрос на низкоуглеродные технологии в начале их разработки. Начиная с 2005 г. правительство США стало предлагать покупателям электромобилей льготу по федеральному подоходному налогу в размере до 7 500 долл. США. Благодаря этому стимулу спрос на электромобили вырос. По данным одного исследования, благодаря этой льготе было совершено не менее 40 процентов всех покупок электромобилей в 2011–2013 гг.⁸⁰. При расчете этого показателя не учитывались дополнительные стимулы, предлагаемые на уровне штатов, такие как реализуемый в Калифорнии проект Clean Vehicle Rebate Program («Программа компенсации покупателям экологичных транспортных средств»)⁸¹. После сокращения основных субсидий в 2019 г. продажи электромобилей в Китае и США упали⁸².

Введенные в 1990-х годах более строгие стандарты по количеству выбросов способствовали инвестициям в электромобили. ЕС и США поставили цель, чтобы к 2030 г. электромобили составляли 50 процентов купленных автомобилей. Более того, ряд городов в этих странах, а также города Канады, Израиля, Японии, Мексики, Шри-Ланки и Великобритании объявили, что к 2050 г. продажи двигателей внутреннего сгорания будут запрещены⁸³. Такая политика должна увеличить расходы на НИОКР в этом секторе.

Достижения в области вспомогательных технологий, такие как повышение емкости аккумуляторов, их теплового сопротивления и развитие сети зарядных станций, повысили привлекательность электромобилей для потребителей. К 2018 г. благодаря более совершенным аккумуляторам запас автономного хода электромобилей удалось увеличить в четыре раза по сравнению с 2011 г.⁸⁴

На рис. 3.5а показано, что к 2009 г. количество патентных заявок на «чистые» низкоуглеродные технологии для автомобильного транспорта (электрические и гибридные) превысило число инноваций в области «грязных» высокоуглеродных технологий (двигателей внутреннего сгорания). Более того, на «чистые» технологии приходится не менее половины всей патентной деятельности в автомобильной промышленности с 2016 г. (см. рис. 3.5б).

На рис. 3.6а показан рост спроса домохозяйств на электромобили. Доля продаж электромобилей на мировом рынке неуклонно растет с 2011 г.; в 2019 г. они составили порядка 4 процентов всех проданных автомобилей. При этом объем предоставляемых правительствами субсидий на покупку электромобилей снизился (см. рис. 3.6б), то есть потребители предпочитают эти автомобили независимо от стимулов. В период, когда объем государственных

стимулов достиг максимума, правительство компенсировало потребителям 23 процентов стоимости электромобилей, но к 2020 г. этот показатель снизился до 10 процентов.

Государственный и частный секторы принимают меры, но еще не все проблемы решены.

В последние пять лет частный и государственный секторы вновь взяли на себя обязательства по решению проблемы изменения климата.

Рост требований к частному сектору

Все больше частных и государственных фондов требуют, чтобы инвестиции направлялись на «зеленые», низкоуглеродные технологии. Такие

Мировые продажи электромобилей постепенно растут

Рисунок 3.6а. Доля мирового рынка, приходящаяся на электромобили

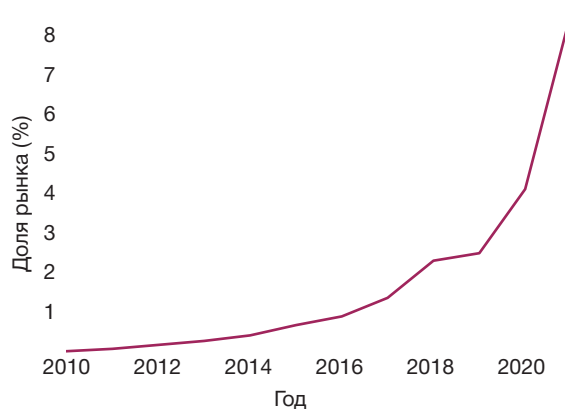
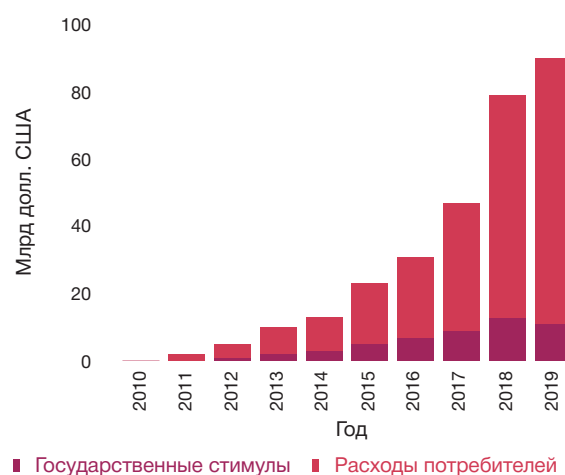


Рисунок 3.6б. Расходы на покупку электромобилей в зависимости от источника средств



Источник: МЭА (2021а).

инициативы, как Climate Action 100+, влиятельная группа, действующая в интересах инвесторов, и «зеленые» фонды, пытаются убедить компании, с которыми они работают, не отходить от целей в области изменения климата. Существуют также инициативы по обеспечению ответственности компаний за выполнение «зеленых» обязательств. Это, например, инициатива «Научно обоснованные цели» (SBTi), в рамках которой компании учатся ставить научно обоснованные цели, и Целевая группа по раскрытию финансовой информации, связанной с климатом (TCFD), созданная, чтобы увеличить объем предоставляемой финансовой информации, связанной с климатом⁸⁵.

В первом квартале 2021 г. инвестиции в «зеленые» фонды превысили 178 млрд долл. США, что почти на 370 процентов больше, чем в первом квартале 2020 г.⁸⁶ Столь значительный рост отчасти связан с созданием в течение этого периода 200 новых фондов с акцентом на экологические, социальные и управленческие факторы (ЭСУ), Фонды ЭСУ учитывают все вышеперечисленные факторы в своих инвестиционных стратегиях.

Ряд государственных фондов полностью отказываются от инвестиций в компании, использующие ископаемое топливо. Голландская группа пенсионных фондов ABP – один из крупнейших пенсионных фондов в мире – к первому кварталу 2023 г. планирует продать принадлежащие ей пакеты акций компаний, использующих ископаемое топливо, более чем на 15 млрд евро⁸⁷.

Кроме того, при расчете страховых премий и стоимости страхования страховые и бухгалтерские компании начинают учитывать стратегии клиентов по снижению риска изменения климата⁸⁸. Фирмы, которые хотят сохранить низкие страховые премии и высокие прибыли, должны серьезно относиться к вопросам климата.

Необходимо также учитывать фактор репутации. Отношение общественности к изменению климата не осталось неизменным. Молодое поколение гораздо лучше осведомлено о проблемах и призывает к их решению. Компании учитывают этот факт. Так, в Советы директоров компаний – производителей традиционного ископаемого топлива BP и Exxon входят активисты, борющиеся против изменения климата.

Более амбициозные действия правительств

Правительства ставят перед собой все более амбициозные цели в связи с выполнением своих обязательств по борьбе с изменением климата. В 2021 г. Сенат США одобрил закон о финансировании инфраструктурных проектов на сумму

550 млрд долл. США, который поможет снизить потребность США в энергии, получаемой из ископаемого топлива, для транспорта и ускорить переход к низкоуглеродным технологиям. Примерно 13 процентов от этой суммы будет инвестировано в передачу экологически чистой энергии по электросетям. Это самые крупные в истории страны инвестиции в низкоуглеродные технологии⁸⁹.

Проект правительства США «Будущее устойчивого топлива в американской авиации» призван дополнить законопроект об инфраструктуре. Он предусматривает финансирование и поддержку разработки устойчивого авиационного топлива. Также необходимы будут инвестиции в новые технологии для повышения топливной экономичности самолетов⁹⁰. Кроме того, в США предложена рамочная программа «Сделать лучше, чем было», которая предполагает выделение 555 млрд долл. США на инвестиции в борьбу с изменением климата⁹¹.

В 2019 г. ЕС принял Зеленый пакт для Европы с целью добиться в Европе углеродной нейтральности. Он предполагает достижение к 2050 г. нулевого уровня выбросов⁹². Китайский банк развития выделил 500 млрд юаней на финансирование энергетического сектора страны; одна пятая часть этой суммы пойдет на создание чистых, низкоуглеродных, безопасных и эффективных энергосистем⁹³.

На межправительственном уровне, помимо целей по достижению нулевого уровня выбросов, 191 член ИКАО поддержал призыв к 2050 г. заменить значительную часть нынешнего авиационного топлива устойчивыми видами топлива⁹⁴.

Для решения проблемы изменения климата правительства в рамках различных государственно-частных партнерств также объединили усилия с частным сектором. Например, частно-государственное партнерство с участием Breakthrough Innovation, организации, созданной Биллом Гейтсом и частными инвесторами, и Mission Innovation, глобальным альянсом, в который входят 22 страны и Европейская комиссия, направлено на ускорение коммерциализации важнейших технологий в области чистой энергии. Это, в частности, «зеленый» водород, устойчивое авиационное топливо, прямое улавливание углерода из воздуха и долговременное хранение энергии. Партнерство было основано в 2015 г., одновременно с принятием Парижского соглашения, и расширено в Глазго в 2021 г.⁹⁵

Эти всеобъемлющие, серьезные обязательства со стороны как частного, так и государственного секторов способствуют наращиванию инвестиций в решение задач, связанных с изменением климата. Однако на то, как быстро эти инициативы приведут

Эти всеобъемлющие, серьезные обязательства со стороны как частного, так и государственного секторов создают стимулы для наращивания инвестиций в решение задач, связанных с изменением климата

к успехам в развитии низкоуглеродных технологий, влияет множество факторов. Это, например, политическая воля, способность финансировать инициативы и доступ к низкоуглеродным технологиям для стран, не имеющих местного потенциала для инноваций.

Ограничения в использовании низкоуглеродных технологий

Возможность перехода к «зеленой» экономике зависит от многих факторов.

Несмотря на принятие законов в области охраны окружающей среды и поддержку со стороны правительств, компаниям по-прежнему не хватает стимулов для инвестиций в технологии, не загрязняющие окружающую среду, такие как низкоуглеродные технологии. Отчасти это объясняется тем, что ископаемое топливо дешевле и доступно повсеместно. В 2020 г. на ископаемые виды топлива было выделено в среднем 10 процентов субсидий; косвенно эти расходы понесли потребители. Государственные субсидии на ископаемое топливо в 2017 г. составили 447 млрд долл. США. Для сравнения, на технологии производства возобновляемой энергии было

выделено 128 млрд долл. США, а на биотопливо – 38 млрд долл. США⁹⁶. Такая разница в объемах субсидий связана с политической сложностью отмены субсидий в ситуациях, когда они приносят популярность среди избирателей.

Кроме того, инвестиции в экологически чистые технологии являются дорогостоящими и рискованными и, как уже отмечалось, не гарантируют успеха. Компании редко задумываются о потенциальных выгодах для экономической среды, в которой они действуют – так называемые «внешние факторы», о которых говорилось в главе 1, – и о возможностях получения технических знаний в результате инвестирования в низкоуглеродные технологии⁹⁷. Для них важнее рентабельность инвестиций в краткосрочной и среднесрочной перспективе; при этом они не принимают в расчет потенциальные социальные выгоды от таких инвестиций, связанные с улучшением состояния окружающей среды. Такое расхождение между интересами частных компаний, которые стремятся увеличивать прибыль, и благополучием общества – частной и социальной выгодой – являются одним из основных аргументов в пользу необходимости государственного вмешательства. Например, вводя налоги на выбросы углекислого газа, правительства заставляют компании при принятии решений учитывать затраты на них.

Новые, малые и специализированные компании, которые решают инвестировать в низкоуглеродные технологии, сталкиваются с серьезными препятствиями для расширения масштабов своей деятельности. Им труднее финансировать свою деятельность, чем малым предприятиям, использующим ископаемое топливо⁹⁸. Кроме того, их реже приобретают крупные компании⁹⁹. Исследование МЭА, проведенное в 2010 г., показало, что 81 процент стартапов в сфере чистых технологий потерпели неудачу и/или ушли с рынка¹⁰⁰. Даже тем стартапам, которым удастся разработать новые технологии с использованием возобновляемой энергии, необходимы огромные финансовые вложения, чтобы доказать свою рентабельность¹⁰¹.

Иногда компании не решаются инвестировать в низкоуглеродные технологии или переходить на них, в том числе приобретать специализирующиеся на них фирмы, поскольку эти технологии могут впоследствии конкурировать с их продукцией за долю рынка; при этом может исчезнуть потребность в существующих технологиях. Вероятно, потребность компаний в использовании ископаемого топлива сохранится и в будущем. Такую ситуацию называют зависимостью от первоначально выбранного пути¹⁰². Даже если цены на ископаемое топливо вырастут, компании с большей вероятностью заменят одно ископаемое топливо другим, чем перейдут на низкоуглеродные материалы¹⁰³.

Инерция и зависимость от первоначально выбранного пути с использованием ископаемого топлива создают заколдованный круг, так называемую «углеродную ловушку». Компании имеют серьезные основания выбирать технологии с существующей инфраструктурой, а не экспериментировать с новыми, что негативно влияет на траектории инноваций в высокоуглеродных сферах¹⁰⁴.

Чтобы коммерческие фирмы были заинтересованы в осуществлении инвестиций в низкоуглеродные технологии, необходим также соответствующий рыночный спрос. Кроме того, производителям приходится быстро получать знания, касающиеся инновационной деятельности и внедрения низкоуглеродных технологий, для использования которых необходимы квалифицированные кадры¹⁰⁵. Даже потребители, заинтересованные в защите окружающей среды, не всегда знают, производится ли электроэнергия, которой они пользуются, из возобновляемых источников или из ископаемого топлива. Если они осведомлены о ситуации, они могут потребовать, чтобы электроэнергия производилась из возобновляемых источников, и будут готовы платить за это дополнительные деньги. Это, в свою очередь, может создать рыночный стимул для частного сектора.

Наконец для создания и поддержания спроса на низкоуглеродные технологии необходимо инвестировать во вспомогательное оборудование, такое как хранилища энергии. Это, в частности, инфраструктура, необходимая для размещения возобновляемых источников энергии в объединенных энергосистемах, например, интеллектуальные сети.

3.3 Цифровизация меняет мир

Летом 1956 г. в Дартмутском колледже в Ганновере, штат Нью-Гэмпшир, был организован семинар, на котором обсуждалось, как программировать машины, чтобы они могли собирать данные, анализировать их для решения проблем и «обучаться» на основе полученного опыта. Организаторы семинара предполагали, что процесс обучения можно описать достаточно подробно, чтобы с помощью программ сделать машину «умной»¹⁰⁶. Многие считают, что с этого семинара начались исследования в области искусственного интеллекта (ИИ); или технологий машинного обучения. ИИ лежит в основе новой волны цифровизации – цифровых универсальных технологий – которые преобразуют экономику. Это технологии прогнозирования, высокотехнологичная автоматизация и большие данные¹⁰⁷.

Особенности цифровых универсальных технологий заключаются в том, что они распространены повсеместно, стимулируют инновации в смежных областях и могут применяться во многих секторах

и отраслях. Универсальные технологии, разработанные в прошлом, такие как паровой двигатель, электричество и информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) (см. главу 1), тесно связаны с первыми тремя мировыми промышленными революциями. Полная интеграция цифровых технологий в экономическую деятельность будет знаменовать начало четвертой промышленной революции: экономика будет полностью управляться с помощью данных¹⁰⁸.

Универсальные цифровые технологии естественным образом развиваются благодаря общей цифровизации, которая стала возможной благодаря достижениям в трех взаимосвязанных, но отдельных научно-технических областях. Это робототехника, нейронные сети и символьные системы. И нейронные сети, и символьные системы являются примерами того, как обучаются программы с использованием ИИ. Инновационные решения на основе ИИ представляют собой интеллектуальные вычислительные технологии, которые могут выполнять команды и оптимизировать свою работу на основе обратной связи и обучения без вмешательства человека.

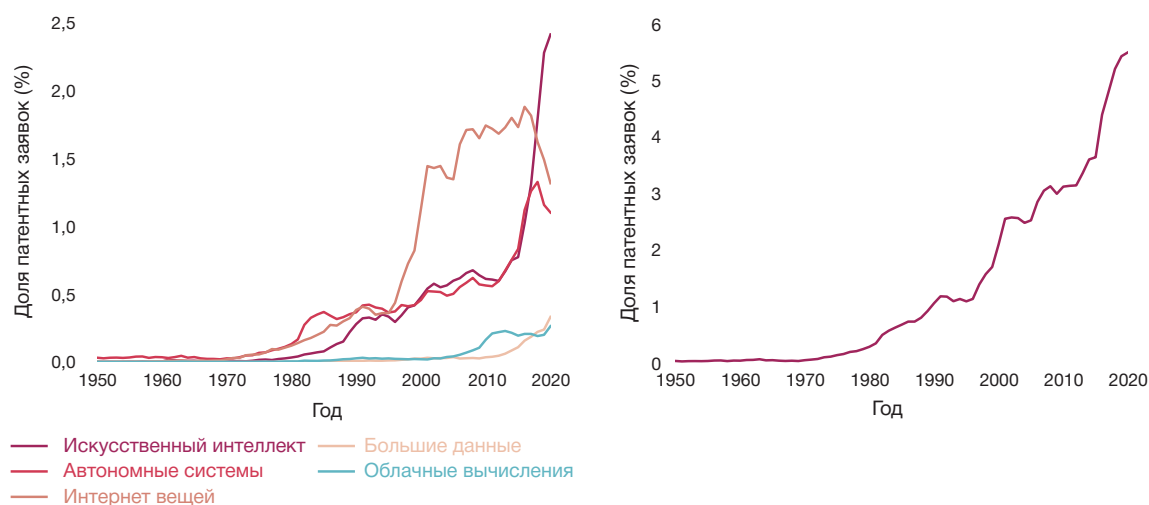
Прогресс в этих областях в большой степени зависит от государственной поддержки в виде грантов на исследования, премий и инвестиций во вспомогательные технологии. Так, американская организация DARPA (см. вставку 3.1) в 2004 г. провела конкурс с призом в 1 млн долл. США на создание беспилотного автомобиля – автомобиля без водителя, или самоуправляемого автомобиля, способного проехать 240-километровую трассу. Считается, что этот конкурс сыграл важную роль для стимулирования исследований, посвященных таким автомобилям.

Постепенное совершенствование вспомогательных технологий, например, в сфере ИТ (см. главу 2), а также наращивание вычислительных мощностей и расширение применения облачных вычислений – предоставление различных услуг, например, хранение данных в Интернете – было бы невозможным без государственной поддержки, особенно на начальных этапах.

Как и в случае с технологиями, призванными решать проблему изменения климата, правительства продолжают участвовать в распространении универсальных цифровых технологий и стимулировании инноваций, инвестируя во вспомогательную инфраструктуру, такую как сети, необходимые для внедрения технологии беспроводной связи 5G. С помощью технологии 5G можно передавать огромные объемы данных на гораздо более высоких скоростях и с гораздо большей надежностью, чем при использовании технологий предыдущих поколений, благодаря чему становятся возможными такие революционные инновации, как Интернет вещей (ИВ) (см. ниже).

Универсальные цифровые технологии развиваются быстрее, чем растёт среднее число патентных заявок по всем технологиям

Рисунок 3.7. Доля цифровых универсальных технологий по категориям (слева) и в процентах от всех патентных заявок (справа)



Источник: ВОИС на основе данных PATSTAT.
 Примечание: патент может относиться более чем к одной категории.

За время пандемии COVID-19 наша потребность в цифровых технологиях и услугах возросла. Во время действия карантинных мер изменились модели потребления и деловой активности. Потребители совершали больше покупок, не выходя из дома, и практически для всех целей использовали цифровые услуги¹¹¹. Наиболее устойчивыми к негативному воздействию пандемии оказались предприятия, которые внедрили цифровые технологии или научились работать в онлайн-режиме. Компании, которым это не удалось, были вынуждены закрыться.

Активно развивались отрасли, которые предоставляли необходимые для удаленной работы услуги, такие как платформы для видеосвязи. Предприятиям, которые не организовали удаленную работу или отказывались идти навстречу сотрудникам, впоследствии было трудно убедить сотрудников вернуться в офисы. Закрылись многие рестораны и розничные магазины, которые не могли работать без присутствия клиентов в помещении.

В основе новых услуг лежат цифровые платформы – высокотехнологичные инструменты, используемые для совершения финансовых операций (онлайн-торговые площадки), обеспечивающие инфраструктуру для создания новых продуктов и услуг (мобильные приложения) и помогающие создавать организационную инфраструктуру (базы данных на основе технологии блокчейн)¹¹².

Как показано на рис. 3.7, за последние 40 лет число глобальных патентных заявок – которое отражает картину инновационной деятельности –

по универсальным технологиям резко возросло. Их число росло быстрее, чем число патентов в сфере ИТ.

Однако влияние этих технологий в различных секторах экономики и странах неоднородно. Они не могут быть эффективными без оцифровки информации. Благодаря доступу к огромным объемам информации технология помогает выводить из предоставленных данных закономерности, а после усовершенствования «научится» определять конкретные закономерности и тенденции. Но для обработки больших объемов оцифрованной информации необходимы достаточные вычислительные мощности. В новую экономическую эпоху это требование может создать для менее развитых стран дополнительные трудности в конкурентной борьбе.

Инновационная деятельность становится двунаправленным процессом

Цифровые универсальные технологии преобразуют отрасли за счет появления новаторов, новых структур, методов и ценностей. Традиционные новаторы сталкиваются с конкуренцией со стороны компаний, широко использующих информационные технологии. Так, при разработке беспилотных автомобилей традиционным автопроизводителям приходится конкурировать с технологическими компаниями из Кремниевой долины¹¹³.

В сфере здравоохранения «умные» часы ежедневно отслеживают жизненно важную информацию о состоянии здоровья хозяина, которая может

оказаться полезной во время медицинских осмотров. В сфере обороны и логистики для разведки и осуществления поставок используются беспилотные летательные аппараты¹¹⁴. Даже в сфере туризма наблюдаются перемены: онлайн-сервисы и мобильные приложения позволяют людям договариваться о совместных поездках на чьих-то автомобилях, а не брать такси, и оставаться у кого-то в гостях, вместо того чтобы бронировать номер в отеле.

Технологии влияют на то, какие инновационные решения разрабатываются в мире. Фундаментом части сегодняшних инноваций являются цифровые технологии, развитие которых порождает новые отрасли, такие как ИВ – система взаимосвязанных и подключенных к Интернету объектов и устройств, способных собирать и передавать данные без участия человека. Вместо того чтобы размещать рекламу в журналах или покупать эфирное время на телевидении, косметические компании обращаются к «инфлюэнсерам» или размещают рекламу в поисковых системах и социальных сетях. Разработчики продуктов и услуг пользуются краудсорсингом: пользователи оставляют отзывы о характеристиках изделий и предоставляемых услугах, что позволяет покупателям заблаговременно получить полезную информацию.

ИИ можно применять в медицине: например, обучить его выявлять аномальный рост клеток в организме. Он может повышать эффективность исследований в области прецизионной медицины, когда лечение подбирается в соответствии с конкретными патологиями пациента¹¹⁵.

Универсальные цифровые технологии меняют даже то, как мы используем сами цифровые технологии. Интерактивные технологии обучаются в процессе их использования. Это отличает их от ИТ-инноваций конца XX века. Раньше взаимодействие с технологиями было односторонним. Рассмотрим пример крупных роботов, используемых в автомобилестроении. Заранее запрограммированные роботы позволяли механизировать определенные повторяющиеся трудоемкие задачи. Для любых улучшений в их функционировании были необходимы технические знания и опыт инженеров-механиков и специалистов; кроме того, опыт накапливался методом проб и ошибок – информацию давали сами пользователи роботов.

ИИ, используемый в современной технике, совершенствуется, обрабатывая «большие данные», собранные с помощью огромных ресурсов для обработки данных¹¹⁶. Наглядным примером такого самосовершенствования является то, как мы используем приложения для определения местоположения на смартфонах. Когда мы ищем самый быстрый или самый удобный маршрут

для достижения желаемого пункта назначения с учетом дорожной обстановки, информация, мы, в частности, вводим информацию о местоположении, времени поиска и месте, куда мы хотим попасть. В результате экстраполяции этого запроса на другие запросы формируется большой массив данных, которые поступают в систему определения местоположения, что, в свою очередь, повышает ее полезность и производительность в реальном времени.

Другой пример – когда мы отмечаем наших друзей на фотографиях в социальных сетях. При этом ИИ собирает большой объем данных, с помощью которых он учится лучше распознавать лица. Впоследствии он использует эти данные, чтобы предлагать нам отмечать распознанных людей на фотографиях. Благодаря такому взаимодействию и обратной связи технологии становятся интеллектуальными и гибкими¹¹⁷.

Ускорение процесса инноваций

Цифровые технологии могут быть очень полезными. Университеты и компании задействуют системы на основе ИИ, такие как нейронные сети глубокого обучения, для развития науки. Глубокое обучение осуществляется с использованием многослойных искусственных нейронных сетей – вычислительных систем, созданных по образу и подобию нейронных систем человеческого мозга. Самообучающиеся системы ИИ применяются в медицинских исследованиях для выявления, диагностики и лечения заболеваний.

Благодаря машинному переводу мы понимаем содержание веб-сайтов на разных языках. Когда в мае 2014 года eBay – платформа, на которой может осуществляться торговля между частными лицами и между компаниями, – внедрила машинный перевод в Латинской Америке, ее доходы увеличились на 13,1 процента, а экспорт через eBay из США в Латинскую Америку вырос на 17,5 процента¹¹⁸.

Применение универсальных цифровых технологий в научных исследованиях ускоряет процесс разработки инноваций и повышает эффективность НИОКР. Например, в сельском хозяйстве с помощью цифровых устройств, таких как датчики почвы, можно получить информацию о состоянии почвы. Если почва слишком сухая, датчики оповещают систему о необходимости полива посевов. Так повышается эффективность сельского хозяйства.

Ожидается, что применение в космической отрасли ИИ позволит разрабатывать технологии, с помощью которых роботы и механические аппараты смогут

работать автономно, без участия человека. Это станет необходимым, когда будет осваиваться глубокий космос, где не будет связи с Землей (см. главу 2).

В следующих разделах подробнее освещается вопрос о том, как универсальные цифровые технологии могут определять и стимулировать инновации на транспорте, в здравоохранении и образовании.

Оптимизация транспортных систем

Как уже отмечалось, универсальные цифровые технологии, в частности ИИ, могут использоваться для «интеллектуального» управления дорожным движением и сокращения заторов на дорогах. В настоящее время на мобильных устройствах устанавливаются картографические приложения, такие как Waze и Google Maps, в которых предлагаются удобные маршруты до тех или иных пунктов.

Но информацию о местонахождении пользователей могут также использовать государственные учреждения, такие как органы управления дорожным и жилищно-коммунальным хозяйством, регулирования дорожного движения и даже ведомства по вопросам пассажирских перевозок, для решения проблем перегруженности дорог. Можно устанавливать дифференцированные цены за использование дорог: в частности, с пользователей можно взимать плату за время, проведенное ими на дороге, или за совместное использование автомобилей. Более высокие цены на использование дорог в определенное время могут стимулировать использование общественного транспорта. Кроме того, ведомства по вопросам пассажирских перевозок могут использовать данные для определения частоты движения автобусов на разных остановках. Улучшение работы общественного транспорта за счет повышения его надежности и пунктуальности может побудить пассажиров активнее использовать систему и тем самым снизить не только загруженность дорог, но и углеродосодержащие выбросы.

Оптимизация медицинских исследований и здравоохранения

Цифровизация преобразует службы здравоохранения. Новая волна универсальных цифровых технологий повышает эффективность медицинских НИОКР. Технологии помогают точнее выявлять заболевания и эффективнее разрабатывать лекарства¹¹⁹. С помощью ИИ можно сканировать генетические коды пациентов и определять последовательности генов, указывающие на конкретные заболевания, лучше и быстрее, чем это делают

люди. Например, исследователи надеются, что ИИ можно использовать для раннего выявления вируса SARS-CoV-2 и определения способов лечения, которые помогут сдержать вспышки заболевания в будущем¹²⁰.

С помощью таких технологий можно индивидуализировать оказание медицинской помощи пациентам. Носимые устройства, такие как часы или наручные браслеты, помогут обнаруживать эпилептические припадки и предупреждать как пациента, так и окружающих. Помимо этого, «интеллектуальные» устройства могут собирать данные, которые врачи смогут проанализировать, чтобы подобрать более качественное лечение. С их применением можно оптимизировать организацию неотложной помощи в больницах. Жизненно важная информация о пациенте может мгновенно передаваться в больницу, пока он едет в отделение неотложной помощи. Кроме того, пациентов, которым не требуется немедленная помощь, можно направить в лечебное учреждение в часы низкой загруженности или записать на прием к терапевту, что поможет избежать ненужного скопления людей в приемном покое.

В ряде развивающихся стран беспилотные летательные аппараты уже помогают справляться с неудовлетворительным состоянием транспортных сетей, доставляя медицинскую помощь и медикаменты. Например, во время пандемии COVID-19 государственно-частное партнерство с участием Почтовой службы США, стартапа Zipline и GAVI (межправительственной организации, ставящей своей целью обеспечение вакцинами всех нуждающихся в них) использовало их для доставки вакцин в регион Ашанти на юге Ганы. Беспилотные аппараты могут достаточно быстро преодолевать расстояния до 69 км и перевозить вакцины, что позволяет сохранять их пригодность к употреблению без холодильного хранения¹²¹.

Улучшение доступа к образованию

Универсальные цифровые технологии использовались для изменения подходов к преподаванию и ранее. Но карантинные меры, которые вводились с целью сдержать распространение COVID-19, ускорили этот процесс. Это был, пожалуй, самый масштабный образовательный эксперимент в истории. Быстрый переход от очных занятий к виртуальным изменил то, как работают учителя и обучаются учащиеся. Учителям пришлось придумывать способы реструктурировать и создавать контент для виртуальных занятий, чтобы заинтересовать учеников.

Проводятся новые исследования в области распознавания лиц: новые технологии будут оповещать

учителей, когда ученики перестают слушать их, чтобы они могли соответствующим образом корректировать преподавание. Результатом этих экспериментов станет поток инновационных решений, которые сделают образование более персонализированным.

Растет число онлайн-курсов, и слушатели могут выбирать те, которые в наибольшей степени соответствуют их опыту и удовлетворяют их потребности в обучении. Одним из результатов процесса должно стать улучшение доступа к системам образования, которые из-за больших расстояний или стоимости не всегда были общедоступны.

Цифровые инновации изменят и содержание обучения. Распространение ИИ, автоматизация и появление других технологий приведут к устареванию одних профессий и появлению других. Новые профессии потребуют новых навыков. Можно предположить, что автоматизация вытеснит низкоквалифицированный труд, связанный с однообразной, рутинной работой. Но появится спрос на высококвалифицированных специалистов, способных работать с искусственным интеллектом и связанными с ним технологиями. Вероятно, такие специалисты должны будут обладать аналитическими, творческими способностями и гибкостью, «мягкими» навыками, такими как критическое мышление и умение решать задачи, и компетенциями в области управления и лидерства¹²².

Плюсы и минусы новой эпохи

Как уже было показано, универсальные цифровые технологии меняют вектор инноваций. Учитывая растущую зависимость общества от этих технологий и нововведений, появившихся с их приходом, изменения будут продолжаться и могут даже ускориться. Но преимущества для экономического роста не появляются автоматически.

Технологии могут стимулировать экономический рост, если служат основой для инновационных решений, дополняющих труд человека и повышающих его производительность. Но если инновации делают человека ненужным, они усугубляют экономическое неравенство¹²³. Последствия автоматизации могут коснуться значительной доли населения в большей степени, чем воздействие появившихся ранее универсальных технологий¹²⁴. Рост безработицы усугубит неравенство. Рост безработицы может увеличить нагрузку на бюджет даже в странах, правительства которых имеют возможность обеспечить социальную защиту безработных, в результате чего придется сокращать расходы в таких важных областях, как образование и здравоохранение.

Ряд стран с развивающейся экономикой будут не готовы воспользоваться плодами четвертой промышленной революции (см. главу 1)¹²⁵. Чтобы использовать технические достижения новой волны, необходимы крупные капиталовложения и высококвалифицированная рабочая сила. Но страны с низким уровнем дохода располагают достаточно многочисленной низкоквалифицированной рабочей силой и ограниченными ресурсами для капиталовложений. Кроме того, ограничивать потенциальную выгоду от универсальных цифровых технологий в странах с низким уровнем дохода может отсутствие необходимой инфраструктуры.

Как отмечалось ранее, государственные органы могут использовать огромные объемы данных, получаемых с помощью универсальных цифровых технологий, для получения важных с точки зрения общества положительных результатов, например, для повышения эффективности общественной инфраструктуры или отслеживания вспышек заболеваний среди населения.

Но значительная доля данных сконцентрирована в руках ряда крупных технологических компаний. Эти компании собирают данные через предоставляемые ими услуги. Рассмотрим пример с приложениями для определения местоположения. Пользователь, открывающий приложение для определения местоположения в Малайзии, отправляет информацию на серверы, принадлежащие коммерческим корпорациям со штаб-квартирами за пределами страны. Это такие данные, как местоположение, время выполнения поиска и предпочтительный для пользователя вид транспорта. Ведомства по вопросам пассажирских перевозок и эпидемиологические службы могли бы использовать эти данные для проведения анализа, которые в данном случае могли бы принести пользу населению Малайзии. Однако они могут не иметь доступа к информации, поскольку данные хранятся на частных серверах в другой стране.

В ряде стран в связи с передачей таких данных возникают проблемы национальной безопасности. Возможность с помощью взаимосвязанных цифровых инновационных устройств передавать конфиденциальную информацию третьим лицам заставляет усомниться в безопасности этих технологий. Учитывая риск взлома, правительства не уверены в том, могут ли такие устройства использоваться отраслями и органами, работающими с конфиденциальной информацией, такими как национальные оборонные ведомства.

Правительства могут принимать меры к тому, чтобы инновационные цифровые технологии приносили максимальную выгоду обществу, и при этом защищать интересы частного сектора и рынков. Например, правительства могут стимулировать

инновации, благодаря которым создаются рабочие места или повышается благосостояние населения, а не становятся ненужными работниками¹²⁶. Примером технологий, повышающих благосостояние, является использование ИИ для создания субтитров и синхронного перевода, которые облегчают взаимодействие между компаниями, повышают производительность и способствуют экономическому росту. Пример инноваций, делающих ненужными работников, – замена низкоквалифицированных работников роботами, хотя убедительных свидетельств того, что такая замена приводит к долгосрочному сокращению числа рабочих мест, нет. Два исследования в странах с высоким уровнем дохода показали, что внедрение промышленных роботов – автоматизированных станков, интегрированных в специализированные производственные процессы – помогло повысить производительность труда¹²⁷. Неясно, можно ли распространить эти выводы на страны с более низким уровнем дохода, где доля низкоквалифицированных работников, как правило, выше.

Правительства также могут играть важную роль в обеспечении конфиденциальности данных, в частности, в принятии решений о том, какого рода информация собирается и как она используется. Должны ли данные, собранные от людей из разных частей света, даже анонимные, принадлежать частным компаниям? Есть ли вероятность, что собранная информация будет использована так, чтобы ослабить рыночную конкуренцию? Этими вопросами, в частности, задаются антимонопольные органы Соединенного Королевства, ЕС и США (см. вставку 3.4)¹²⁸.

Интересы частных фирм могут не совпадать с потребностями общества. Можно ли регулировать доступ к личным данным граждан, собираемым с помощью технологий, находящихся в частной собственности, так, чтобы обеспечивать общественные выгоды от инноваций с использованием цифровых технологий и при этом соблюдать конфиденциальность и не нарушать национальную безопасность? На эти вопросы нет однозначного ответа. Но наличие проблем дает правительствам основания для вмешательства.

Вставка 3.4

Крупные технологические компании: борьба с монополиями

Компании Google/Alphabet, Apple, Facebook/Meta, Amazon и Microsoft владеют самыми популярными цифровыми платформами в мире¹²⁹. Эти пять ИТ-компаний предоставляют различные конкурирующие услуги, включая поисковые системы и

социальные сети, интеллектуальные устройства, в частности, носимые, облачные вычисления и др. Они используют разные бизнес-модели. Google – поисковая система, получающая доходы от продажи целевых рекламных объявлений. Amazon – цифровой аналог традиционной организации розничной торговли, платформа для продажи товаров.

Высокие темпы технического развития и комплексный характер цифрового рынка создают определенные проблемы с точки зрения антимонопольного законодательства и политики в области конкуренции. Их адаптация к новым рыночным реалиям и бизнес-моделям имеет решающее значение для формирования конкурентных и состязательных рынков¹³⁰.

Пять вышеперечисленных компаний обладают мощным рыночным влиянием, особенно на цифровом рынке. Благодаря вертикальной интеграции используемых ими платформ они могут использовать информацию, которую собирают от пользователей, для оптимизации продуктов и услуг. Это безусловно положительно влияет на экономическую эффективность их деятельности. Объединение продуктов в пакеты, например, за счет совместимости приложений и способов их оплаты, отвечает интересам многих потребителей и многих производителей приложений.

Но с точки зрения конкуренции концентрация значительной доли экономической системы в руках нескольких компаний может препятствовать инновационной деятельности и экономическому росту в будущем. В связи с этим возникают вопросы, может ли использование рыночного влияния субъектами, находящимися в верхнем сегменте вертикально интегрированных систем, подавлять конкуренцию и препятствовать инновациям на более низких уровнях таких систем. Например, это может происходить за счет использования данных, собранных на основе ретроспективной информации о типичных покупках пользователей на цифровой платформе, для предложения аналогичных, но конкурирующих продуктов компании, владеющей цифровой платформой, или намеренного показа этих продуктов в первых строках перечня товаров.

Можно привести ряд экономических аргументов, опровергающих предположения о том, что цифровые платформы создают угрозу конкуренции. Эти компании постоянно внедряют инновации и конкурируют друг с другом¹³¹. Таким образом, они не создают препятствий для входа на рынок в традиционном смысле антимонопольного законодательства. Судя по данным, выход на рынок для новых продуктов или конкурентов

не сопряжен с особыми трудностями и высокими затратами. Любая ИТ-компания может создать собственную цифровую платформу, а потребители могут переходить с одной цифровой платформы на другую. Многие из этих услуг бесплатны для потребителя. Тем не менее крупные компании могут иметь ощутимые преимущества перед новыми конкурентами как «пионеры» в своих областях, такие, как наличие экосистем продуктов и лояльных пользователей. Нежелание пользователей переходить на другие платформы может быть обусловлено привычкой к уже используемой системе и обременительными затратами на переход¹³².

Более того, основным преимуществом цифровых платформ является количество предлагаемых ими услуг, которое, в свою очередь, связано с количеством пользователей. Чем больше приложений размещено на платформе, тем больше у нее пользователей, а чем больше пользователей, тем выше заинтересованность других разработчиков в создании приложений на платформе. Кроме того, важным источником конкурентного преимущества на многих цифровых рынках стали данные о потребителях. Таким образом, возможность привлекать и предлагать определенный критический объем услуг и определенное количество пользователей может в некотором смысле считаться барьером для входа на рынок.

Антимонопольные органы изучают цифровые платформы с точки зрения антимонопольного законодательства¹³³. Таких исследований немного, и в них в первую очередь уделяется внимание:

- поисковой выдаче на цифровых платформах, поскольку компании выводят в первые строки перечней товаров свои собственные продукты и услуги¹³⁴;
- препятствованию конкуренции со стороны платформ для сохранения своего рыночного влияния¹³⁵; и
- сделкам по слиянию и поглощению с целью устранения потенциальных конкурентов¹³⁶.

Но как антимонопольные службы могут решать вопросы антимонопольного регулирования на этом рынке? У них может оказаться недостаточно ресурсов, чтобы следить за крупными технологическими компаниями и их сложными вертикально интегрированными платформами¹³⁷. Более того, любое постановление суда может быть трудновыполнимым и даже препятствовать конкуренции¹³⁸.

3.4 Как с помощью мер государственной политики можно направить инновации на решение сложных проблем

Одна из составляющих инновационной деятельности – взаимозависимость или взаимодействие заинтересованных сторон в инновационной экосистеме. В контексте изменения климата взаимозависимость разных субъектов влияет на вектор и темпы инновационной деятельности в области «зеленых» технологий. В числе таких субъектов стартапы, специализирующиеся на экологических технологиях, предприятия энергетического сектора, государственные учреждения, такие как Агентство по охране окружающей среды США, университеты и межправительственные организации, такие как РКИК ООН.

В этом разделе говорится о действиях государств. Правительства могут вмешиваться в процесс различными способами, от финансирования исследований до введения нормативных актов и установления целей для изменения вектора инновационной деятельности, как отмечается в разделах, посвященных здравоохранению (COVID-19), изменению климата и развитию универсальных цифровых технологий.

Содействие инновационной деятельности на благо общества

У правительства может быть желание влиять на направленность изменений, чтобы обеспечить максимальную социальную выгоду. Как правило, для обоснования таких действий директивных органов приводятся три аргумента.

Когда потребности общества и цели коммерческих частных компаний не совпадают, правительства могут и, вероятно, должны вмешаться. Как уже было сказано в главе 1, это особенно актуально в случаях, когда социальная отдача или выгоды от удовлетворения потребностей общества – например, от снижения уровня загрязнения окружающей среды – значительно превосходят частные выгоды от дальнейшей деятельности в привычном режиме.

В контексте изменения климата государственные программы, политика, правила и стандарты играют важную роль в переориентации инновационной деятельности на разработку технологий для смягчения последствий. В контексте цифровых технологий правительства могут стремиться предотвратить или смягчить возможные негативные последствия. Например, если более широкое использование искусственного интеллекта может привести к существенному сокращению числа рабочих мест или если возникают вопросы

конфиденциальности данных, конкуренции или национальной безопасности.

В условиях рыночной конкуренции компании предпочитают инвестировать в инновационную деятельность, которая приносит максимальную отдачу в кратчайшие сроки. Давно существующие компании не занимаются инновационной деятельностью, которая сопряжена с высоким риском и неопределенностью. Именно поэтому большинство революционных технологий для смягчения последствий изменения климата создаются стартапами, которые только начинают деятельность в своих отраслях.

Биомедицинские компании стремятся вкладывать средства в деятельность, результаты которой сразу найдут коммерческое применение¹³⁹. Например фармацевтические компании нередко предпочитают переориентировать существующие технологии на то, чтобы продолжать лечение заболеваний, а не инвестируют средства в вакцины или новые медицинские препараты. Для общества же предпочтительно, чтобы компании инвестировали в медицинские исследования с более долгосрочным воздействием, требующие больше времени и усилий для реализации, а не адаптировали существующие методы лечения и технологии.

У правительств может возникать необходимость реагировать на кризисы с помощью программ или инициатив. При разработке вакцины против COVID-19 большой объем финансирования и поддержки в поиске методов, которые позволили бы в кратчайшие сроки смягчить воздействие вируса SARS-CoV-2, был оправдан важностью поиска решения¹⁴⁰. Содействие государства в разработке и крупномасштабном производстве вакцин было решающим фактором их быстрого внедрения. В рамках инициатив, которые осуществили США и Соединенное Королевство (см. вставки 3.1 и 3.2), оказывалось содействие разработке вакцин на всех этапах – начиная с НИОКР для выявления наиболее перспективных вакцин-кандидатов, их испытаний и окончательного утверждения регулирующими органами и заканчивая расширением производства и распространением вакцин. Даже инвестиции в вакцины, которые оказались нерабочими, нельзя назвать потраченными впустую деньгами, учитывая существенную неопределенность в самом начале исследований относительно того, какие из вакцин окажутся эффективными¹⁴¹.

Подобные меры государственной помощи, направленные на решение проблемы изменения климата, могут сыграть важную роль в достижении намеченной цели по снижению глобального потепления до 2°C к концу столетия. Тем не менее действия необходимы на всех уровнях, от многосторонних инициатив до мероприятий, направленных на

отдельные домохозяйства. В докладе МЭА рекомендуются радикальные изменения для достижения цели, поставленной правительствами в 2015 г. и подтвержденной в 2021 г.¹⁴². В докладе отмечается, что инвестиции в низкоуглеродные технологии должны вырасти более чем в три раза и к 2030 г. составить порядка 4 трлн. долларов США в год. К 2035 году должны полностью прекратиться продажи пассажирских автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, а к 2040 г. должны быть постепенно выведены из эксплуатации все угольные и нефтяные электростанции. Одним словом, необходима полная перестройка глобальной энергетической системы¹⁴³.

Формирование вектора инновационной деятельности

Государство может устанавливать правила и нормы, которые способствуют тому, чтобы частный сектор инвестировал в определенные виды инновационной деятельности. В контексте изменения климата такая мера политики, как квотирование углеродосодержащих выбросов, позволяет заинтересовать частный сектор во внедрении низкоуглеродных технологий и технологий по снижению углеродосодержащих выбросов.

В области новых цифровых технологий правительства могут регулировать процесс использования данных, собираемых у пользователей. Общий регламент защиты персональных данных ЕС (GDPR) призван предотвратить неправомерное использование информации, полученной от частных лиц, например, в коммерческих, маркетинговых целях или для несанкционированного отслеживания перемещений пользователя. С помощью политики по охране интеллектуальной собственности можно в какой-то мере влиять на то, на какие универсальные цифровые технологии будут выдаваться патенты. С помощью ИИ можно делать изобретения. Однако во многих юрисдикциях патент может выдаваться только на изобретения, созданные человеком. Изобретения, созданные с помощью сложных компьютерных алгоритмов, не подлежат патентованию¹⁴⁴. Для защиты инноваций, созданных ИИ, от имитации может потребоваться использование других инструментов ИС, например, коммерческой тайны.

Государственные инвестиции во вспомогательные и/или смежные технологии и объекты инфраструктуры могут способствовать внедрению инноваций в важнейших областях. Например, модернизация электросетей с целью более широкого использования возобновляемых источников энергии может ускорить внедрение технологий по смягчению последствий изменения климата и сократить выбросы CO₂. Правительства могут

инвестировать в строительство зарядных станций, чтобы стимулировать использование электромобилей. Инвестиции правительств Великобритании и США в потенциал своих стран по созданию передовых технологий для борьбы с COVID-19 могут расширить их возможности для реагирования на подобные пандемии в будущем.

Во вставке 3.5 представлен обзор отдельных мер государственной политики, направленных на поддержку конкретных видов инновационной деятельности, которые считаются самыми важными для экономического роста.

Вставка 3.5

Отдельные меры государственной политики, призванные создать потенциал в области цифровых инноваций

USICA¹⁴⁵

Принятый в 2021 году Закон США об инновациях и конкуренции (USICA) является одной из крупнейших законодательных инициатив, ориентированных на промышленность, в истории США. Он «направлен на развитие инновационных экосистем США за счет новых инвестиций в исследование, коммерциализацию и производство». В нем предусмотрены следующие меры политики:

- масштабные вложения в научные исследования и производство, продажу и передачу по лицензии конкретных технологий потребителям в важнейших областях, таких как искусственный интеллект, робототехника, телефония 5G и полупроводники¹⁴⁶. Часть финансов будет направляться на развитие образования в области естественных наук, инженерного дела и математики (STEM);
- обеспечение непрерывности цепочек поставок, например, с помощью которых создается доступ к сырью; и
- создание технологических центров в различных районах США для наращивания потенциала в этих районах и стимулирования экономического роста.

«Сделано в Китае»¹⁴⁷

«Сделано в Китае – 2025» – это десятилетний стратегический план, осуществляемый с 2016 года с целью упрочить позиции Китая в глобальной производственно-сбытовой цепочкой и сделать страну одним из лидеров в области технологий. Для достижения этих целей планируется:

- развивать производственный потенциал в области передовых современных технологий (в частности, цифровых универсальных технологий);

- уделять приоритетное внимание технологиям в следующих 10 областях: ИТ, робототехника и автоматизация, аэрокосмическая и авиационная техника, морское оборудование и высокотехнологичное судостроение, железнодорожное оборудование, энергосберегающие транспортные средства, электрооборудование, новые материалы, биомедицина, высокоэффективная медицинская техника, и сельскохозяйственное оборудование.

Horizon Europe (Горизонт – Европа)¹⁴⁸

«Horizon Europe» – это программа финансирования научных исследований и инноваций объемом 100 млрд евро, рассчитанная на период до 2027 года. Она ориентирована на создание, развитие и укрепление базы научных и технологических знаний в Европе. Программа разделена на четыре основных направления:

- обеспечение конкурентоспособности ЕС в сфере науки;
- инвестиции в исследования в целях решения общественных проблем и укрепления промышленного потенциала;
- создание благоприятных условий для интеграции образовательной, исследовательской деятельности и инноваций в интересах содействия инновациям; и
- помощь членам ЕС в развитии их инновационного потенциала.

«Индустрия 4.0»

В апреле 2013 года в Германии был представлен план «Индустрия 4.0» – стратегический план развития производства, направленный на цифровую трансформацию экономики страны. Он охватывает такие области, как промышленная интеграция, интеграция промышленной информации, цифровизация производства, ИВ и искусственный интеллект. Основная задача плана – содействовать переходу немецкой промышленности в цифровую эпоху.

3.5 Выводы и рекомендации на уровне политики

Тематические исследования, посвященные кризису, вызванному COVID-19, концепции изменения климата и развитию универсальных цифровых технологий показали, как меняется и будет меняться в дальнейшем вектор инновационной деятельности. Кроме того, в них показано, как с помощью мер государственной политики можно направить инновации в такое русло, чтобы с их помощью в максимально полной мере удовлетворить потребности общества.

В исследовании по COVID-19 было показано, как правительства помогли снизить неопределенность инвестиций и смягчить риски, связанные сначала с поиском возможных вариантов вакцины, а затем с ее разработкой. Из исследования по изменению климата можно понять, как государственная политика, стандарты, правила и нормы помогают переориентировать компании и домохозяйства на более экологичные технологии. Наконец в примере, посвященном цифровым технологиям, показано, что правительства инвестировали в технологии, открывающие новые перспективы, и разрабатывали такие технологии (работа по развитию 5G, еще продолжается), в интересах расширения разработки и внедрения инновационных решений.

Трудно сказать, получилось бы достигнуть такого прогресса без государственной поддержки или нет. Альтернативного сценария, с которым можно было бы сопоставить описанный, не существует. Но есть веские аргументы, убеждающие в положительном влиянии действий правительств на темпы и вектор инновационной деятельности. Кроме того, правительства обладают уникальными возможностями для того, чтобы предотвращать возможное негативное воздействие инноваций, например, с точки зрения занятости, создавать необходимые стимулы и формировать благоприятную среду для расширения инновационной деятельности и использования открывающихся возможностей.

На основании выводов из этих тематических исследований можно сформулировать ряд основных рекомендаций в сфере политики.

- Вектор инноваций важен, поскольку ресурсы, которые можно вкладывать в инновации, не безграничны. Директивным органам следует обращать внимание не только на объемы инвестиций, но и на то, в какие области вкладываются средства.
- Директивные органы практически не могут влиять на вектор инновационной деятельности в долгосрочной перспективе, поскольку перспективы технического развития на отдаленное будущее непредсказуемы. Тем не менее, финансируя фундаментальную науку, правительства создают условия для появления революционных решений в области науки и техники, которые задают ориентиры для инновационной деятельности в будущем, хотя в этой сфере присутствует значительная неопределенность и прогнозировать развитие событий невозможно.
- Государственная политика формирует вектор инновационной деятельности в краткосрочной и среднесрочной перспективе, поскольку с ее помощью можно:
 - увязывать частные стимулы для инноваций с общественными потребностями;

- регулировать использование новых технологий (в первую очередь универсальных цифровых технологий), влиять на характер инновационной деятельности и ход внедрения появляющихся технологий. Например, такие задачи решают политика управления данными, антимонопольная политика и даже политика в области ИС. Однако необходимо найти баланс между содействием инновациям, развитием конкуренции и защитой прав на неприкосновенность частной жизни;
- финансировать образование, здравоохранение, устройство объектов инфраструктуры и создание других общественных благ. Например, универсальные цифровые технологии открывают широкие возможности для повышения качества образования и здравоохранения.

Примечания

- 1 См. Bresnahan и Trajtenberg (1995).
- 2 Не следует путать это понятие с концепцией несостоятельности рыночного механизма, которая требует мер вмешательства со стороны правительств. В этой главе описываются ситуации, когда правительство вмешивается потому, что рынок решает не все (см. Foray и др., 2012; Mowery и др., 2010).
- 3 Всемирная организация здравоохранения. Информационная панель ВОЗ по коронавирусу (COVID-19) [онлайн]. Информационная панель ВОЗ по коронавирусу (COVID-19) Опубликовано по ссылке: <https://covid19.who.int> (доступ получен 2 января 2022 г.).
- 4 Ansell and Mullins (2021), Crossley et al. (2021).
- 5 Эта цифра был пересмотрена и уменьшена на 20 млн по сравнению с предыдущей оценкой от 20 января 2021 г. См. Mahler et al. (2021).
- 6 См. the World Economic Outlook (IMF, 2021) и Kose and Sugawara (2020).
- 7 <https://www.gavi.org/vaccineswork/covid-19-vaccine-race>.
- 8 Ученые из Шанхайского центра общественного здравоохранения под руководством профессора Чжан Юнчжэня составили карту генома вируса COVID-19 менее чем за 40 часов после получения первого образца. Пятого января 2020 г. они загрузили карту генома в базу Национального центра биотехнологической информации США (NCBI). Одиннадцатого января 2020 г. карта генетической последовательности COVID-19 была опубликована в открытом доступе (Campbell, 2020).
- 9 См. Bown and Bollyky (2021).
- 10 См. Acemoglu and Linn (2004), Clemens and Rogers (2020) и Kyle and McGahan (2011).
- 11 Многие экономисты признают, что размер рынка сам по себе не может служить достаточным стимулом для инноваций. Решения фармацевтических компаний о том, будут ли они инвестировать в инновационное средство от того или иного заболевания, в частности, связаны с затратами, временем на поиск решения и даже с возможностью финансировать соответствующую инновацию. Существуют заболевания, распространенные в популяции, но остающиеся без внимания лечебных учреждений. См. Agarwal and Gaule (2021), Budish et al. (2015) и Kremer (2001, 2002).
- 12 Kelly (2020).
- 13 КИГЭ – партнерство с участием государственных, частных, благотворительных организаций и организаций гражданского общества. См. https://cepi.net/research_dev/our-portfolio.
- 14 Экономисты, в частности, Мариана Маццукато (см. Mariana Mazzucato, 2016, 2018), в течение последнего десятилетия выступали за такие меры в интересах решения социальных проблем. Два экономиста, Пьер Азулай и Бенджамин Джонс, обратились с письмом к правительству США, призывая его принять такие меры (2020).
- 15 См. Bown and Bollyky (2021).
- 16 См. Regalado (2020).
- 17 См. Wagner and Wakeman (2016).
- 18 См. Adler (2021) and Diamond (2021). Первое название – «Манхэттенский проект-2» (Diamond, 2021).
- 19 См. Diamond (2021).
- 20 См. Bonvillian et al. (2019).
- 21 В публикации Adler (2021) отмечается, что OWS уподобляется DARPA, но в другом масштабе.
- 22 См. GAO (2021).
- 23 См. UK BEIS (2020).
- 24 Информацию о различных типах вакцин против COVID-19 и их действии можно найти по ссылке: <https://www.gavi.org/vaccineswork/there-are-four-types-covid-19-vaccines-heres-how-they-work>.
- 25 Страница регистрации и реестр добровольцев размещены на сайте Национальной службы здравоохранения Великобритании: <https://www.nhs.uk/conditions/coronavirus-covid-19/research> и <https://digital.nhs.uk/dashboards/coronavirus-covid-19-vaccine-studies-volunteers-dashboard-uk> (доступ открыт 29 ноября 2021 г.).
- 26 См. Scheuber (2020).
- 27 См. Cookson (2021), Mancini et al. (2021).
- 28 См. Durmaz et al. (2015) и Gross and Sampat (2021).
- 29 Adler (2021).
- 30 Такой подход известен как «сотрудничество вслепую». (Liu et al., 2021).
- 31 В этом разделе использованы материалы подготовительного исследования, которое подготовил для ВОИС Бхавен Сампат (см. Bhaven Sampat (2022)).
- 32 См. Pardi et al. (2018) и Schlake et al. (2012).
- 33 См. Pardi et al. (2018).
- 34 Большинство вакцин предназначены для стран с низким уровнем дохода (Xue and Ouellette, готовится к публикации).
- 35 мРНК не может слиться с ДНК пациента и изменить ее генетический состав. После выполнения своей функции синтетическая мРНК распадается и выводится из организма (Dolgin, 2021).
- 36 См. Shipman (2021).
- 37 См. See Myers (2020).
- 38 См. See Sohrabi et al. (2021).
- 39 См. Agarwal and Gaulé (2021).
- 40 Эти вакцины были одобрены по схеме разрешения на использование в чрезвычайных обстоятельствах.

- 41 См. Agrawal et al. (2021).
- 42 См. Woolliscroft (2020).
- 43 В этом разделе использовался большой объем информации, содержащейся в подготовительном исследовании Жоэль Ноэли (см. Noailly (2022)).
- 44 IPCC (2014).
- 45 См. Hellegatte et al. (2017).
- 46 См. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement/key-aspects-of-the-paris-agreement>, онлайн-доступ был получен 4 декабря 2021 г.
- 47 В своих определяемых на национальном уровне обязательствах, принятых в 2015 г., США заявили о цели к 2030 г. сократить выбросы парниковых газов на 26–28 процентов по сравнению с уровнем 2005 г. В ОНУВ 2021 г., принятых в Глазго, США поставили еще более масштабную цель и обязались к 2030 г. снизить выбросы на 50–52 процента по сравнению с 2005 г. Реестр ОНУВ см. по адресу <https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/Home.aspx>, онлайн-доступ был получен 4 декабря 2021 г.
- 48 См. анализ низкоуглеродных технологий в публикации Noailly (2022). Парниковые газы – газы, под воздействием которых температура на Земле повышается по сравнению с нормальной. Эти газы поглощают тепло, а затем возвращают его в атмосферу. К ним относятся CO₂, метан, закись азота, озон и водяной пар.
- 49 Ядерная энергия также принадлежит к числу технологий смягчения последствий изменения климата. Разные страны по-разному определяют, что является низкоуглеродными технологиями, которые помогают достичь цели по смягчению последствий изменения климата. Формально ядерные и газовые электростанции считаются низкоуглеродными, но не все страны согласны с такой классификацией (Noailly, 2022).
- 50 См. глоссарий терминов, связанных с экологией (IPCC, 2018).
- 51 См. Gerarden (2018).
- 52 См. Lim et al. (2021) and Mundaca and Luth Richter (2015).
- 53 См. Jansen et al. (2020).
- 54 См. Johnson (2020). 55 См. IEA (2020a).
- 56 МЭА ведет базу данных по экологической политике, проводимой государствами-членами. Меры политики можно искать в базе по темам, секторам и типам. Например, можно выполнить поиск мер политики, направленных на развитие технологий, НИОКР и инновации: <https://www.iea.org/policies?topic=Technology%20R%26D%20and%20innovation>.
- 57 См. Bird et al. (2002).
- 58 См. Popp et al. (2010).
- 59 См. Popp (2019) and Popp et al. (2010).
- 60 См. McCulloch (2021).
- 61 См. <https://carbonpricing.dashboard.worldbank.org>.
- 62 <https://unfccc.int/about-us/regional-collaboration-centres/the-ci-aca-initiative/about-carbon-pricing#eq-6>.
- 63 См. Rogge and Dütschke (2018). Считается, что политика «зеленых» тарифов, принятая в Германии, не является субсидией (Wilke, 2011).
- 65 См. Noailly (2012).
- 66 См. RENA and CPI (2020).
- 67 Цена за предоставляемые заводом услуги по сокращению выбросов углерода составляет 1 000 долл. США за тонну. Ожидается, что со временем, когда завод будет полностью введен в эксплуатацию, цена снизится (Sigurdardottir and Rathi, 2021).
- 68 См. Cohen et al. (2020) and Noailly and Smeets (2015).
- 69 В период с 2015 по 2018 г. на крупные нефтегазовые компании приходилось 37 процентов глобальных капиталовложений в проекты по улавливанию, использованию и хранению углерода. (IEA, 2020b).
- 70 См. IPCC (2014).
- 71 См. WIPO (2017).
- 72 См. <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1958-002B>.
- 73 См. https://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_timeline.pdf.
- 74 См. Gerarden (2018).
- 75 См. WIPO (2017).
- 76 См. WTO and IRENA (2021).
- 77 В период с 2013 по 2019 гг. (IRENA and CPI, 2020).
- 78 См. WTO and IRENA (2021).
- 79 См. IEA (2021c).
- 80 См. Li et al. (2017).
- 81 См. <http://www2.arb.ca.gov/sites/default/files/movingca/cvrp.html>.
- 82 Китай сократил субсидии на электромобили в два раза, а в США закончился срок действия программы налоговых льгот для таких автопроизводителей, как General Motors и Tesla (IEA, 2020c).
- 83 См. IEA (2020c).
- 84 См. Li et al. (2017).
- 85 См. <https://www.economist.com/finance-and-economics/2021/03/27/the-impact-of-green-investors>.
- 86 См. Viscidi (2021). 38 млрд долл. США в первом квартале 2020 г. и 178 млрд долл. США в первом квартале 2021 г.
- 87 См. Flood and Cumbo (2021).
- 88 См. O'Dwyer and Edgecliffe-Johnson (2021).
- 89 См. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/07/28/fact-sheet-historic-bipartisan-infrastructure-deal>.
- 90 См. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/09/09/fact-sheet-biden-administration-advances-the-future-of-sustainable-fuels-in-american-aviation>.
- 91 См. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/10/28/president-biden-announces-the-build-back-better-framework>. См. также Lobosco and Luhby (2021) and Sommer (2021).
- 92 См. <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-plan-for-a-green-transition/>.

- 93 См. http://www.cdb.com.cn/English/xwzx_715/khdt/202106/t20210630_8759.html.
- 94 См. https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF_Stocktaking.aspx.
- 95 См. Breakthrough Energy (2021).
- 96 См. Taylor (2020).
- 97 См. Popp (2019).
- 98 См. Gaddy et al. (2017).
- 99 См. Gaddy et al. (2017) and Noailly and Smeets (2015).
- 100 См. IEA (2021b).
- 101 См. Nanda et al. (2014).
- 102 См. Aghion et al. (2016) and Noailly and Smeets (2015).
- 103 См. Acemoglu et al. (2019).
- 104 См. Unruh (2000).
- 105 См. Fabrizio and Hawn (2013).
- 106 В публикации McCarthy et al. (2006) предлагается считать, что «каждый аспект обучения или любой другой характеристики интеллекта можно описать настолько точно, что будет возможно создать машину, способную его имитировать».
- 107 Ученые расходятся во мнениях о том, являются ли ИИ и связанные с ним технологии универсальными цифровыми технологиями, вспомогательными технологиями или «изобретением методов изобретений» (IMIs) (Bigliardi et al., 2020; Cockburn et al., 2019; Martinelli et al., 2021). В публикации Cockburn et al. (2019) утверждается, что существует разница между технологиями, которые разрабатываются для решения относительно узких задач, например, роботами, и технологиями с широкой областью применения. Пытаясь провести различие между ними, соавторы относят ИИ и связанные с ним технологии то к универсальным цифровым технологиям, то к «изобретению методов изобретений». Они остановились на компромиссном определении – универсальные цифровые технологии, относящиеся к «изобретению методов изобретений». В любом случае эти цифровые технологии могут в долгосрочной перспективе повлиять на вектор инновационной деятельности.
- 108 Ведутся споры о том, является ли развитие искусственного интеллекта и подобных технологий продолжением третьей промышленной революции. Считается, что этот термин предложил Клаус Шваб, основатель и Исполнительный директор Всемирного экономического форума (Schwab, 2016).
- 109 См. главу 3 об автономных транспортных средствах в WIPO (2019a).
- 110 Фирмы обычно не сопротивляются внедрению ИИ, если они уже используют большие данные и обладают достаточными вычислительными мощностями (Brynjolfsson and McAfee, 2014).
- 111 В работе Yilmazkuday (готовится к публикации) отмечается, что с момента начала пандемии потребительские расходы выросли на 16 процентов, а количество покупок через Интернет – на 21 процент.
- 112 См. Geradin (2018) и Hining et al. (2018). См. главу 3 об автономных транспортных средствах в WIPO (2019a).
- 114 См. главу 3 о роботах в ВОИС (2015).
- 115 Дополнительные примеры приводятся в WIPO (2019b).
- 116 См. Brynjolfsson et al. (2017).
- 117 Информация об этической дилемме, связанной с технологиями ИИ, приводится в WIPO (2019b).
- 118 См. Brynjolfsson et al. (2018).
- 119 Дополнительные примеры можно найти в Kudumala et al. (2021).
- 120 См. Dogan et al. (2021), Khan et al. (2021) и Vaishya et al. (2020).
- 121 См. <https://about.ups.com/be/en/social-impact/the-ups-foundation/health-humanitarian-relief/delivering-what-matters--equitable-vaccine-access-globally.html>.
- 122 См. Trajtenberg (2019).
- 123 См. Aghion et al. (2017) и Brynjolfsson and McAfee (2014).
- 124 См. Trajtenberg (2019).
- 125 См. Fu and Liu (2022).
- 126 См. Trajtenberg (2019).
- 127 См. Cockburn et al. (2019); Graetz and Michaels (2018).
- 128 См. Espinoza (2021), Espinoza and Beioley (2021), Kalra (2021) и Song (2021). Материалы дела, хранящиеся в архиве Министерства юстиции США, размещены по ссылке: <https://www.justice.gov/atr/case/us-and-plaintiff-states-v-google-llc>.
- 129 Термин «цифровая платформа» применяется здесь в широком смысле. Эти пять компаний предоставляют различные услуги и используют разные бизнес-модели (Gilbert, 2021).
- 130 UNCTAD (2019).
- 131 Gawer (2021) and Varian (2021).
- 132 See OECD (2021), 7–8.
- 133 Комиссия по защите прав потребителей, французский орган Autorité de la concurrence (Управление по конкуренции) и Управление по конкуренции и рынкам (Соединенное Королевство) завершили свои исследования 21 сентября 2021 г., 7 июня 2021 г. и 1 июля 2021 г. соответственно. Дополнительную информацию см. по ссылкам <https://www.accc.gov.au/publications/digitaladvertising-services-inquiry-final-report>, <https://www.autoritedelaconcurrence.fr/fr/communiqués-de-presse/lautorite-de-la-concurrence-sanctionne-google-hauteur-de-220millions-deuros>, <https://www.gov.uk/cma-cases/online-platforms-and-digital-advertising-marketstudy>. Европейский союз начал свое расследование 22 июня 2021 г. (см. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_3143), а Министерство юстиции США, как сообщается, готовится подать в суд на Google (см. <https://www.reuters.com/technology/us-doj-preparing-sue-google-over-digital-ads-business-bloomberg-news-2021-09-01>).

- 134 Например, расследование Европейской комиссии в отношении Amazon и Google (Geradin, 2018), а также расследование индийских властей в отношении Amazon и Flipkart (Kalra, 2021).
- 135 Например, компания Google, возможно, платила другим поставщикам услуг за то, чтобы ее поисковая система использовалась по умолчанию (Molla and Estes, 2020; Nellis, 2020; Park, 2021).
- 136 Федеральная торговая комиссия США утверждает, что приобретение компанией Facebook компаний Instagram и WhatsApp является антиконкурентным поведением, наносящим вред потребителям. См. <https://www.ftc.gov/enforcement/cases-proceedings/191-0134/facebook-incftc-v>.
- 137 См. Gilbert (2021).
- 138 См. Waller (2009).
- 139 См. Bryan et al. (2020), Budish et al. (2015) and Hanisch and Rake (2021).
- 140 См. Sampat (2022).
- 141 См. Nelson (1961) и Scherer (2011).
- 142 На 21-й сессии Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) в Париже (Франция) 12 декабря 2015 г. 196 стран обязались ограничить повышение глобальной температуры до уровня ниже 2 °С. См. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement/key-aspects-of-the-paris-agreement>.
- 143 См. IEA (2021c).
- 144 Эти вопросы обсуждаются в рамках Дискуссии ВОИС по вопросам ИС и передовых технологий.
- 145 См. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/05/SAP-S.-1260.pdf>.
- 146 Из общей суммы в 250 млрд. долл. США немногим более 50 млрд долл. США будет направлено в Национальный научный фонд (ННФ).
- 147 См. http://english.www.gov.cn/premier/news/2017/01/29/content_281475554068056.htm.
- 148 См. https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en.

Литература

- Acemoglu, D. and J. Linn (2004). Market size in innovation: Theory and evidence from the pharmaceutical industry. *Quarterly Journal of Economics*, 119, 1049–1090.
- Acemoglu, D., P. Aghion, L. Barrage and D. Hemous (2019). Climate Change, Directed Innovation, and Energy Transition: The Long-Run Consequences of the Shale Gas Revolution. Meeting Papers 1302, *Society for Economic Dynamics*.
- Adler, D. 2021. Inside Operation Warp Speed: A new model for industrial policy. *American Affairs Journal*, 5(2).
- Agarwal, R. and P. Gaulé (2021). What Drives Innovation? Lessons from COVID-19 R&D. *IZA Discussion Papers*, no. 14079. Institute of Labor Economics (IZA).
- Aghion, P., A. Dechezleprêtre, D. Hémous, R. Martin and J. Van Reenen (2016). Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry. *Journal of Political Economy*, 124, 1–51. DOI: <https://doi.org/10.1086/684581>.
- Aghion, P., B.F. Jones and C.I. Jones (2017). Artificial Intelligence and Economic Growth. *Working Paper Series*, no. 23928. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. DOI: <https://doi.org/10.3386/w23928>.
- Agrawal, G., H. Ahlwat and M. Dewhurst (2021). The biopharma industry has shown what it can achieve when it works at its best. How can the industry build on this renewed sense of purpose in the years ahead? *McKinsey & Company Pharmaceutical & Medical Products Practice*. McKinsey & Company.
- Ansell, R. and J.P. Mullins (2021). COVID-19 ends longest employment recovery and expansion in current employment statistics (CES) history, causing unprecedented job losses in 2020. *Monthly Labor Review*. Washington, D.C.: U.S. Bureau of Labor Statistics.
- Azoulay, P. and B. Jones (2020). Beat COVID-19 through innovation. *Science*, 368, 553–553. DOI: <https://doi.org/10/ggv2dd>.
- Bigliardi, B., E. Bottani and G. Casella (2020). Enabling technologies, application areas and impact of industry 4.0: A bibliographic analysis. International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing (ISM 2019), *Procedia Manufacturing*, 42, 322–326. DOI: <https://doi.org/10/gmqb4p>.
- Bird, L., R. Wüstenhagen and J. Aabakken (2002). A review of international green power markets: Recent experience, trends, and market drivers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6, 513–536. DOI: <https://doi.org/10/dg7z96>.
- Bonvillian, W.B., R.V. Atta and P. Windham (eds) (2019). *The DARPA Model for Transformative Technologies: Perspectives on the U.S. Defense Advanced Research Projects Agency*. Open Book Publishers.
- Bown, C.P. and T. Bollyky, T. (2021). How COVID-19 Vaccine Supply Chains Emerged in the Midst of a Pandemic. Working Paper 21-12, *The World Economy*.
- Breakthrough Energy (2021). Breakthrough Energy and MI: Partners in delivering our net-zero future. *Mission Innovation*. Available at: <http://mission-innovation.net/2021/03/16/breakthrough-energy-and-mi-partners-in-delivering-our-net-zero-future> (accessed January 13 2022).
- Bresnahan, T.F. and M. Trajtenberg (1995). General purpose technologies “Engines of growth”? *Quarterly Journal of Economics*, 65, 83–108. DOI: <https://doi.org/10/fgvj5w>.
- Bryan, K., J. Lemus and G. Marshall (2020). Crises and the Direction of Innovation. Working paper, available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3587973>.
- Brynjolfsson, E. and A. McAfee (2014). *The Second Machine Age: Work Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W. Norton & Company.
- Brynjolfsson, E., X. Hui and M. Liu (2018). Does Machine Translation Affect International Trade? Evidence from a Large Digital Platform. *Working Paper Series*, no. 24917. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. DOI: <https://doi.org/10.3386/w24917>.
- Brynjolfsson, E., D. Rock and C. Syverson (2017). Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics. *Working Paper Series*, no. 24001. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. DOI: <https://doi.org/10.3386/w24001>.
- Budish, E., B.N. Roin and H. Williams (2015). Do firms underinvest in long-term research? Evidence from cancer clinical trials. *American Economic Review*, 105, 2044–2085. DOI: <https://doi.org/10/gdz4zg>.
- Campbell, C. (2020). Chinese scientist who first sequenced COVID-19 genome speaks about controversies surrounding his work. *Time*. Available at: <https://time.com/5882918/zhang-yongzhen-interview-china-coronavirus-genome>.

- Clemens, J. and P. Rogers (2020). Demand Shocks, Procurement Policies, and the Nature of Medical Innovation: Evidence from Wartime Prosthetic Device Patents. *Working Paper Series*, no. 26679. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. DOI: <https://doi.org/10.3386/w26679>.
- Cockburn, I.M., R. Henderson and S. Stern (2019). The impact of artificial intelligence on innovation: An exploratory analysis. In Agrawal, A., J. Gans and A. Goldfarb (eds), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*. University of Chicago Press, 115–146.
- Cohen, L., U.G. Gurun and Q.H. Nguyen (2020). The ESG-Innovation Disconnect: Evidence from Green Patenting. *Working Paper Series*, no. 27990. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. DOI: <https://doi.org/10.3386/w27990>.
- Cookson, C. (2021). How the UK boosted its vaccine manufacturing capacity. *Financial Times*. Available at: <https://www.ft.com/content/662ab296-2aef-4179-907c-5dba5c355d86>.
- Crossley, T.F., P. Fisher and H. Low (2021). The heterogeneous and regressive consequences of COVID-19: Evidence from high quality panel data. *Journal of Public Economics*, 193, 104334. DOI: <https://doi.org/10/gh6g85>.
- Diamond, D. (2021). The crash landing of “Operation Warp Speed.” *Politico*. Available at: <https://www.politico.com/news/2021/01/17/crash-landing-of-operation-warp-speed-459892>.
- Dogan, O., S. Tiwari, M.A. Jabbar and S. Guggari (2021). A systematic review on AI/ML approaches against COVID-19 outbreak. *Complex & Intelligent Systems*, 7, 2655–2678. DOI: <https://doi.org/10/gnqxs2>.
- Dolgin, E. (2021). The tangled history of mRNA vaccines. *Nature*, 597, 318–324. DOI: <https://doi.org/10/gmthh9>
- Durmaz, A.A., E. Karaca, U. Demkow, G. Toruner, J. Schoumans and O. Cogulu (2015). Evolution of genetic techniques: Past, present, and beyond. *BioMed Research International*, 2015, 461524. DOI: <https://doi.org/10/gb57gp>.
- Espinoza, J. (2021). EU lawmakers agree on rules to target Big Tech. *Financial Times*. Available at: <https://www.ft.com/content/045346cf-c28a-4f6f-9dce-4f8426129bf9>.
- Espinoza, J. and K. Beioley (2021). UK competition regulator plans probe into Amazon’s use of data. *Financial Times*. Available at: <https://www.ft.com/content/e169cee6-880d-4b8d-acf7-32c2f774f852>.
- Fabrizio, K.R. and O. Hawn (2013). Enabling diffusion: How complementary inputs moderate the response to environmental policy. *Research Policy*, 42, 1099–1111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.02.003>.
- Flood, C. and J. Cumbo (2021). Dutch pension giant ABP to dump €15bn in fossil fuel holdings. *Financial Times*. Available at: <https://www.ft.com/content/425d7c82-e69a-4fe2-9767-8c92bda731e7>.
- Foray, D., D.C. Mowery and R.R. Nelson (2012). Public R&D and social challenges: What lessons from mission R&D programs? *Research Policy*, 41(10), 1697–1702. DOI: <https://doi.org/10/gfdcf>.
- Fu, X. and L. Shi (2022). Direction of Innovation in Developing Countries and its Driving Forces. *WIPO Economic Research Working Paper Series*, no. 69. Geneva: World Intellectual Property Report.
- Gaddy, B.E., V. Sivaram, T.B. Jones and L. Wayman (2017). Venture capital and cleantech: The wrong model for energy innovation. *Energy Policy*, 102, 385–395.
- GAO (Government Accountability Office) (2021). *Operation Warp Speed: Accelerated COVID-19 Vaccine Development Status and Efforts to Address Manufacturing Challenges, Report to Congressional Addresses*. Washington, D.C.: United States Government Accountability Office. Available at: <https://www.gao.gov/products/gao-21-319>.
- Gawer, A. (2021). Digital platforms and ecosystems: Remarks on the dominant organizational forms of the digital age. *Innovation*, 0, 1–15. DOI: <https://doi.org/10/gmzkwk>.
- Geradin, D. (2018). What Should EU Competition Policy Do to Address the Concerns Raised by the Digital Platforms’ Market Power? *TILEC Discussion Paper*, no. 2018–041. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3299910>.
- Gerarden, T.D. (2018). Demanding innovation: The impact of consumer subsidies on solar panel production costs. Cambridge, MA: Harvard Environmental Economics Program, 2018. Available at: <https://heep.hks.harvard.edu/publications/demanding-innovation-impact-consumer-subsidies-solar-panel-production-costs>.
- Gilbert, R.J. (2021). Separation: A cure for abuse of platform dominance? *Information Economics & Policy: Antitrust in the Digital Economy*, 54, 100876. DOI: <https://doi.org/10/ghpcvk>.
- Global Health Centre. 2021. COVID-19 Vaccines R&D Investments. Graduate Institute of International and Development Studies. Retrieved from: knowledgeportalia.org/covid19-r-d-funding (accessed August 1, 2021).
- Graetz, G. and G. Michaels (2018). Robots at work. *The Review of Economics and Statistics*, 100, 753–768. DOI: <https://doi.org/10/ggfw8r>.

- Gross, D. and B. Sampat (2021). Crisis Innovation Policy from World War II to COVID-19. *Working Paper Series*, no. 28915. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. DOI: <https://doi.org/10.3386/w28915>.
- Hanisch, M. and B. Rake (2021). Repurposing Without Purpose? Early Innovation Responses to the COVID-19 Crisis: Evidence from Clinical Trials. *R&D Management*, Special issue paper. DOI: <https://doi.org/10/gh7k87>.
- Hellegatte, S., A. Vogt-Schilb, M. Bangalore and J. Rozenberg (2017). *Unbreakable: Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disaster, Climate Change and Development Series*. Washington, D.C.: World Bank.
- Hinings, B., T. Gegenhuber and R. Greenwood (2018). Digital innovation and transformation: An institutional perspective. *Information and Organization*, 28, 52–61. DOI: <https://doi.org/10/gdhskm>.
- IEA (International Energy Agency) (2020a). *Energy Technology RD&D Budgets Overview, IEA Energy Technology RD&D Budgets*. Paris: International Energy Agency. Available at: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-rdd-budgets-overview>.
- IEA (2020b). *The Oil and Gas Industry in Energy Transitions: World Energy Outlook special report*. Paris: International Energy Agency. Available at: <https://www.iea.org/reports/the-oil-and-gas-industry-in-energy-transitions>.
- IEA (2020c). *Global EV Outlook 2020: Entering the Decade of Electric Drive?* Paris: International Energy Agency. Available at: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>.
- IEA (2021a). *Global EV Outlook 2021*. Paris: International Energy Agency. Available at: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>.
- IEA (2021b). *Ten Years of Clean Energy Start-ups*. Paris: International Energy Agency. Available at: <https://www.iea.org/articles/ten-years-of-clean-energy-start-ups>.
- IEA (2021c). *Net Zero by 2050*. Paris: International Energy Agency. Available at: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>.
- IMF (International Monetary Fund) (2021). *World Economic Outlook Update, July 2021: Fault Lines Widen in the Global Recovery*. Washington D.C.: International Monetary Fund. Available at: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2021/07/27/world-economic-outlook-update-july-2021>.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC Fifth Assessment Report)*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr>.
- IPCC (2018). Annex I: Glossary. In Matthews, J.B.R., M. Babiker, H. de Coninck, S. Connors, R. Diemen, R. Djalante et al. (eds), *Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/download>.
- IRENA and CPI (International Renewable Energy Agency and Climate Policy Initiative) (2020). *Global Landscape of Renewable Energy Finance 2020*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. Available at: <https://www.irena.org/publications/2020/Nov/Global-Landscape-of-Renewable-Energy-Finance-2020>.
- Jansen, M., I. Staffell, L. Kitzing, S. Quoilin, E. Wiggelinkhuizen, B. Bulder et al. (2020). Offshore wind competitiveness in mature markets without subsidy. *Nature Energy*, 5(8), 614–622. <https://doi.org/10/gh75pp>.
- Johnson, S.K. (2020). Offshore wind in Europe won't need subsidies much longer. *Ars Technica*. Available at: <https://arstechnica.com/science/2020/07/offshore-wind-in-europe-wont-need-subsidies-much-longer> (accessed August 18, 2021).
- Kalra, A. (2021). Amazon documents reveal company's strategy to dodge India's regulators. *Reuters*. Available at: <https://www.reuters.com/investigates/special-report/amazon-india-operation>.
- Kelly, É. (2020). EU announces second wave of research response to COVID-19. *Science Business*. Available at: <https://sciencebusiness.net/covid-19/news/eu-announces-second-wave-research-response-covid-19>.
- Khan, M., M.T. Mehran, Z.U. Haq, Z. Ullah, S.R. Naqvi, M. Ihsan and H. Abbass (2021). Applications of artificial intelligence in COVID-19 pandemic: A comprehensive review. *Expert Systems with Applications*, 185, 115695. DOI: <https://doi.org/10/gnqxs3>.
- Kose, M.A. and N. Sugawara (2020). Understanding the depth of the 2020 global recession in 5 charts. *World Bank Blogs*. Available at: <https://blogs.worldbank.org/opendata/understanding-depth-2020-global-recession-5-charts> (accessed November 23, 2021).
- Kremer, M. (2001). Creating markets for new vaccines – Part I: Rationale. In Jaffe, A., J. Lerner and S. Stern (eds), *Innovation Policy and the Economy, Volume 1*. MIT Press, 35–72. DOI: <https://doi.org/10.1086/ipe.1.25056141>.
- Kremer, M. (2002). Pharmaceuticals and the developing world. *Journal of Economic Perspectives*, 16, 67–90.

- Kudumala, A., D. Ressler and W. Miranda (2021). Scaling up AI across the life sciences value chain. *Deloitte Insights*. Deloitte. Available at: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/life-sciences/ai-and-pharma.html>.
- Kyle, M.K. and A.M. McGahan (2011). Investments in pharmaceuticals before and after TRIPS. *The Review of Economics and Statistics*, 94, 1157–1172. DOI: https://doi.org/10.1162/REST_a_00214.
- Li, S., L. Tong, J. Xing and Y. Zhou (2017). The market for electric vehicles: Indirect network effects and policy design. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 4, 89–133. DOI: <https://doi.org/10/gj8rcc>.
- Lim, T., T. Tang and W.M. Bowen (2021). The impact of intergovernmental grants on innovation in clean energy and energy conservation: Evidence from the American Recovery and Reinvestment Act. *Energy Policy*, 148, 111923. DOI: <https://doi.org/10/gmhrd4>.
- Liu, M., Y. Bu, C. Chen, J. Xu, D. Li, Y. Leng et al. (2021). Can pandemics transform scientific novelty? Evidence from COVID-19. *Journal of the Association for Information Science and Technology*. DOI: <https://doi.org/10.1002/asi.24612>.
- Lobosco, K. and T. Luhby (2021). Build Back Better Bill: 10 things you didn't know. *CNNpolitics*. Available at: <https://edition.cnn.com/2021/12/07/politics/biden-build-back-better-spending-bill/index.html> (accessed December 12, 2021).
- Mahler, D.G., N. Yonzan, C. Lakner, R.A. Casaneda Aguilar and H. Wu (2021). Updated estimates of the impact of COVID-19 on global poverty: Turning the corner on the pandemic in 2021? *World Bank Blogs*. Available at: <https://blogs.worldbank.org/opendata/updated-estimates-impact-covid-19-global-poverty-turning-corner-pandemic-2021> (accessed November 23, 2021).
- Mancini, D.P., H. Kuchler, J. Pickard and J. Cameron-Chileshe (2021). Flagship UK vaccine manufacturing centre put up for sale. *Financial Times*. Available at: <https://www.ft.com/content/d312c4cb-201d-4ce6-a98f-715b20d77998>.
- Martinelli, A., A. Mina, A. and M. Moggi (2021). The enabling technologies of industry 4.0: examining the seeds of the fourth industrial revolution. *Industrial and Corporate Change*, 30, 161–188. DOI: <https://doi.org/10/gjscgj>.
- Mazzucato, M. (2016). From market fixing to market-creating: A new framework for innovation policy. *Industry and Innovation*, 23, 140–156. DOI: <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1146124>.
- Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27, 803–815. DOI: <https://doi.org/10/gfdbxb>.
- McCarthy, J., M. Minsky, N. Rochester and C. Shannon (2006). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. *AI Magazine*, 27(4), 12. DOI: <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>.
- McCulloch, S. (2021). Carbon capture in 2021: Off and running or another false start? *IEA*. Available at: <https://www.iea.org/commentaries/carbon-capture-in-2021-off-and-running-or-another-false-start> (accessed December 5, 2021).
- Molla, R. and A.C. Estes, A.C. (2020). Google's antitrust lawsuits, explained. *Vox*. Available at: <https://www.vox.com/recode/2020/12/16/22179085/google-antitrust-monopoly-state-lawsuit-ad-tech-search-facebook> (accessed 12 August, 2021).
- Mowery, D.C., Nelson, R.R., Martin, B.R. (2010). Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work). *Research Policy*, 39, 1011–1023. <https://doi.org/10/bqjwxh>
- Mundaca, L., Luth Richter, J. (2015). Assessing 'green energy economy' stimulus packages: Evidence from the U.S. programs targeting renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 42, 1174–1186. <https://doi.org/10/f3n642>
- Myers, K. (2020). The elasticity of science. *American Economic Journal: Applied Economics*. 12, 103–134. <https://doi.org/10/gjh9xc>
- Nanda, R., Younge, K., Fleming, L. (2014). Innovation and entrepreneurship in renewable energy, in: Jaffe, A.B., Jones, B.F. (eds), *The Changing Frontier: Rethinking Science and Innovation Policy*. University of Chicago Press, pp. 199–232. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226286860.003.0008>
- Nellis, S. (2020). UK regulators take aim at Apple's search engine deal with Google. *Reuters*. Available at: <https://www.reuters.com/article/us-apple-google-idUSKBN242748>.
- Nelson, R.R. (1961). Uncertainty, learning, and the economics of parallel research and development efforts. *The Review of Economics and Statistics*, 43, 351–364. DOI: <https://doi.org/10/ct87xp>.
- Noailly, J. (2012). Improving the energy efficiency of buildings: The impact of environmental policy on technological innovation. *Energy Economics*, 34, 795–806. DOI: <https://doi.org/10/fnfqc6>.
- Noailly, J. (2022). Directing Innovation Towards a Low-Carbon Future. *WIPO Economic Research Working Paper Series*, no. 73. Geneva: World Intellectual Property Report.

- Noailly, J. and R. Smeets (2015). Directing technical change from fossil-fuel to renewable energy innovation: An application using firm-level patent data. *Journal of Environmental Economics and Management*, 72, 15–37. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2015.03.004>.
- O'Dwyer, M., and A. Edgecliffe-Johnson (2021, August 30). Big Four accounting firms rush to join the ESG bandwagon. *Financial Times*. Available at: <https://www.ft.com/content/4a47fb4a-4a10-4c05-8c5d-02d83052bee7>.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2021). Data Portability, Interoperability and Digital Platform Competition. *OECD Competition Committee Discussion Paper*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. Available at: <https://www.oecd.org/daf/competition/data-portability-interoperability-and-competition.htm>.
- Pardi, N., M.J. Hogan, F.W. Porter and D. Weissman (2018). mRNA vaccines – A new era in vaccinology. *Nature Reviews Drug Discovery*, 17, 261–279. DOI: <https://doi.org/10/gcsmgr>.
- Park, K. (2021). South Korean antitrust regulator fines Google \$177M for abusing market dominance. *TechCrunch*. Available at: <https://social.techcrunch.com/2021/09/14/south-korean-antitrust-regulator-fines-google-177m-for-abusing-market-dominance/> (accessed December 8, 2021).
- Popp, D. (2019). Promoting Innovation for Low-Carbon Technologies (No. 2019–14), Policy Proposal. Washington D.C.: The Hamilton Project.
- Popp, D., R.D. Newell and A.B. Jaffe (2010). Energy, the environment, and technological change. In Hall, B.H. and N. Rosenberg (eds), *Economics of Innovation*. Amsterdam: Elsevier, 874–937.
- Regalado, A. (2020). A coronavirus vaccine will take at least 18 months – if it works at all. *MIT Technological Review*. Available at: <https://www.technologyreview.com/2020/03/10/916678/a-coronavirus-vaccine-will-take-at-least-18-months-if-it-works-at-all>.
- Rogge, K.S. and E. Dütschke (2018). What makes them believe in the low-carbon energy transition? Exploring corporate perceptions of the credibility of climate policy mixes. *Environmental Science and Policy*, 87, 74–84.
- Sampat, B. (2022). World War II and the Direction of Medical Innovation. *WIPO Economic Research Working Paper Series*, no. 70. Geneva: World Intellectual Property Organization.
- Scherer, F.M. (2011). Parallel R&D Paths Revisited. *HKS Faculty Research Working Paper Series*, no. RWP11- 022. Boston: Harvard Kennedy School.
- Scheuber, A. (2020). COVID-19 vaccine secures new government investment. *Imperial College London News*. Available at: <https://www.imperial.ac.uk/news/197573/covid-19-vaccine-secures-government-investment> (accessed November 29, 2021).
- Schlake, T., A. Thess, M. Fotin-Mleczek and K.-J. Kallen (2012). Developing mRNA-vaccine technologies. *RNA Biology*, 9, 1319–1330. DOI: <https://doi.org/10/f4qzdb>.
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution: What it means and how to respond. *World Economic Forum*. Available at: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond> (accessed October 12, 2021).
- Shipman, M. (2021). Why mRNA won't replace other vaccine types just yet. *World Economic Forum*. Available at: <https://www.weforum.org/agenda/2021/09/why-mrna-wont-replace-other-vaccine-types-just-yet> (accessed December 2, 2021).
- Sigurdardottir, R. and A. Rathi (2021). World's largest carbon-sucking plant starts making tiny dent in emissions. *Bloomberg.com*. Available at: <https://www.bloomberglia.com/2021/09/12/worlds-largest-carbon-sucking-plant-starts-making-tiny-dent-in-emissions>.
- Sohrabi, C., G. Mathew, T. Franchi, A. Kerwan, M. Griffin, J. Soleil C Del Mundo et al. (2021). Impact of the coronavirus (COVID-19) pandemic on scientific research and implications for clinical academic training – A review. *International Journal of Surgery*, 86, 57–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.12.008>.
- Sommer, L. (2021). What losing Build Back Better means for climate change. *NPR*. Available at: <https://www.ctpublic.org/2021-12-20/what-losing-build-back-better-means-for-climate-change>.
- Song, J. (2021). Google fined \$177m in South Korea for abusing market dominance. *Financial Times*. Available at: <https://www.ft.com/content/fbd758b2-9f99-4d60-a76b-82eeb5985542>.
- Taylor, M. (2020). *Energy Subsidies: Evolution in the Global Energy Transformation to 2050*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. Available at: <https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Energy-Subsidies-2020>.
- Trajtenberg, M. (2019). Artificial Intelligence as the Next GPT: A Political-Economy Perspective. In Agrawal, A., J. Gans and A. Goldfarb (eds), *The Economics of Artificial Intelligence*. University of Chicago Press, 175–186. DOI: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226613475.003.0006>.
- Trajtenberg, M., I. Hamdan-Livramento and A. Daly. (2022). *Harnessing digital-general purpose technology*. Unpublished background research commissioned for the World Intellectual Property Report 2022. Geneva: World Intellectual Property Organization.

- UK BEIS (UK Department for Business, Energy and Industrial Strategy) (2020). *UK Vaccine Taskforce 2020 Achievements and Future Strategy: End of Year Report*. London: UK Department for Business, Energy and Industrial Strategy. Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1027646/vtf-interim-report.pdf.
- UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) (2019). *Competition Issues in the Digital Economy, Trade and Development Board*. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development. Available at: https://unctad.org/system/files/official-document/ciclpd54_en.pdf.
- Unruh, G.C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, 28, 817–830. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00070-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00070-7).
- Vaishya, R., M. Javaid, I.H. Khan and A. Haleem (2020). Artificial Intelligence (AI) applications for COVID-19 pandemic. *Diabetes Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 14, 337–339. DOI: <https://doi.org/10/ggvccfp>.
- Varian, H.R. (2021). Seven deadly sins of tech? *Information Economics and Policy: Antitrust in the Digital Economy*, 54, 100893. DOI: <https://doi.org/10/ghc4t6>.
- Viscidi, L. (2021). Sustainable investment is flooding the market. *Foreign Policy*. Available at: <https://foreignpolicy.com/2021/06/11/sustainable-investment-is-flooding-the-market>.
- Wagner, S. and S. Wakeman (2016). What do patent-based measures tell us about product commercialization? Evidence from the pharmaceutical industry. *Research Policy*, 45, 1091–1102.
- Waller, S. (2009). The past, present, and future of monopolization remedies. *Antitrust Law Journal*, 76, 11–29.
- Wilke, M. (2011). Feed-in Tariffs for Renewable Energy and WTO Subsidy Rules: An Initial Legal Review (Issue Paper No. 4). *ICTSD Programme on Trade and Environment*. Geneva: International Centre for Trade and Sustainable Development.
- WIPO (World Intellectual Property Organization) (2015). *World Intellectual Property Report 2015: Breakthrough Innovation and Economic Growth*. Geneva: World Intellectual Property Organization. Available at: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=3995>.
- WIPO (2017). *World Intellectual Property Report 2017: Intangible Capital in Global Value Chains*. Geneva: World Intellectual Property Organization. Available at: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4225>.
- WIPO (2019a). *World Intellectual Property Report 2019: The Geography of Innovation: Global Hotspots, Local Networks, World Intellectual Property Report*. Geneva: World Intellectual Property Organization. Available at: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4467>.
- WIPO (2019b). *WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence, WIPO Technology Trends*. Geneva: World Intellectual Property Organization. Available at: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4386>.
- Woolliscroft, J.O. (2020). Innovation in response to the COVID-19 pandemic crisis. *Academic Medicine*, 95(8), 1140–1142. DOI: <https://doi.org/10/ggrzjc>.
- WTO and IRENA (World Trade Organization and International Renewable Energy Agency) (2021). *Trading into a Bright Energy Future: The Case for Open, High-quality Solar Photovoltaic Markets*. Geneva: World Trade Organization. Available at: https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/energyfuture2021_e.htm.
- Xue, Q.C. and L.L. Ouellette (forthcoming). Innovation policy and the market for vaccines. *Journal of Law and Biosciences*.
- Yilmazkuday, H. (forthcoming). Changes in consumption in the early COVID-19 era: Zip-code Level evidence from the U.S. *Journal of Risk and Financial Management*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3658518>.

Технические примечания

Данные о патентах

Данные о патентах, использованные при подготовке настоящего доклада, получены из Глобальной статистической базы данных о патентах (PATSTAT, октябрь 2021 г.) Европейского патентного ведомства (ЕПВ) и фондов Договора о патентной кооперации (РСТ) ВОИС

Основной единицей анализа является первая подача пакета патентных заявок, которые подаются в одной или нескольких странах и касаются одного и того же изобретения. Каждый пакет, содержащий одну первую заявку и потенциально несколько последующих, считается одной патентной семьей.

Стратегии картирования

При разработке стратегии картирования для каждого из конкретных примеров (универсальные цифровые технологии и низкоуглеродные технологии) использовались имеющиеся исследования и предположения экспертов. По возможности учитывались также данные о результатах аналогичного картирования патентов и научных публикаций и проводилось сравнение с ними. Их краткое описание приведено ниже, более подробная информация представлена в публикациях Noailly (2022) и Trajtenberg, Hamdan-Livramento и Daly (2022).

Стратегии картирования основаны на сочетании патентных классификаций – а именно, Международной патентной классификации (МПК) и Совместной патентной классификации (СПК) – и ключевых слов, применяемых к данным PATSTAT.

Универсальные цифровые технологии

Картирование универсальных цифровых технологий было основано на следующих стратегиях для подкатегорий.

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО)

Символы МПК и СПК: A61B 5/7264; A61B 5/7267; A63F 13/67; B23K 31/006; B25J 9/161; B29C2945/76979; B29C 66/965; B29C 66/966; B60G2600/1876; B60G2600/1878; B60G2600/1879; B60T2210/122; B60T 8/174; B62D 15/0285; B65H2557/38; F02D 41/1405; F03D 7/046; F05B2270/707; F05B2270/709; F16H2061/0081; F16H2061/0084; G01N2201/1296; G01N 29/4481; G01N 33/0034; G01R 31/2846; G01R 31/2848; G01S 7/417; G05B 13/027; G05B 13/0275; G05B 13/028; G05B 13/0285; G05B 13/029; G05B 13/0295; G05B2219/21002; G05B2219/25255; G05B2219/32193; G05B2219/32335; G05B2219/33002; G05B2219/33013; G05B2219/33014; G05B2219/33021; G05B2219/33024; G05B2219/33025; G05B2219/33027; G05B2219/33029; G05B2219/33033; G05B2219/33035; G05B2219/33039; G05B2219/33041; G05B2219/33044; G05B2219/34066; G05B2219/39284; G05B2219/39286; G05B2219/39292; G05B2219/39385; G05B 23/024%; G05B 23/0251; G05B 23/0254; G05B 23/0281; G05D 1/0088; G06F 11/1476; G06F 11/2257; G06F 11/2263; G06F 16/243; G06F 16/3329; G06F 16/583; G06F 16/5838; G06F 16/5846; G06F 16/5854; G06F 16/5862; G06F 16/683; G06F 16/685; G06F 16/783%; G06F 16/7834; G06F 16/784%; G06F 16/785%; G06F 16/786; G06F 16/7864; G06F2207/4824; G06K 7/1482; G06K 9/6269; G06K 9/6277; G06K 9/6278; G06K 9/6285; G06N 20%; G06N 3/004; G06N 3/006; G06N 3/008; G06N 3/02; G06N 3/04%; G06N 3/06%; G06N 3/08%; G06N 3/10%; G06T2207/20081; G06T2207/20084; G06T 3/4046; G06T 9/002; G08B 29/186; G10H2250/151; G10H2250/311; G10K2210/3024; G10K2210/3038; G10L 15/16; G10L 15/18%; G10L 15/1%; G10L 17/18; G10L 25/30; G10L 25/33; G11B 20/10518; G16B 40/20; G16B 40/30; G16C 20/70; H01J2237/30427; H01M 8/04992; H02H 1/0092; H02P 21/0014; H02P 23/0018;

H03H2017/0208; H03H2222/04; H04L2012/5686; H04L2025/03464; H04L2025/03554; H04L 25/0254; H04L 25/03165; H04L 41/16; H04L 45/08; H04N 21/466%; H04Q2213/054; H 04Q2213/13343; H04Q2213/343; H04R 25/507; Y10S 128/924; Y10S 128/925; or, Y10S 706%.

Символы МПК и СПК в сочетании с ключевыми словами: (G01R 31/367; G06F%; G06F 16/245%; G06F 16/3334; G06F 16/3335; G06F 16/3337; G06F 16/35%; G06F 16/36%; G06F 16/374; G06F 16/435; G06F 16/436; G06F 16/437; G06F 17/16; G06F 17/2%; G06F 19%; G06K 9%; G06K 9/00973; G06K 9/46%; G06K 9/60%; G06N%; G06T%; G10L 15%; G10L 17%; G10L 21%; G10L 25%; G16B 40%; or; G16H 50%); and, (neural network; *supervis*.?learn*; *supervised*.?train*; adaboost; adaptive learning; adaptive.?boost*; adversar* network*; ANN; artific* intellig*; auto.?encod*; autonom* comput*; autonomous learning; back.?propagation*; bayes*.?network*; Bayesian learning; Bayesian model; blind signal separation; boosting algorithm; bootstrap aggregat*; brown-boost; chat.?bot*; classification algorithm; classification tree; cluster analysis; CNN; cognitiv* comput*; cognitive automation; cognitive modelling; collaborat* filter*; collision avoidance; computation* intellig*; computer vision; conceptual clustering; connectionis[mt]; convnet[s]?; convolutional network; decision model*; decision tree*; deep forest; deep.?belief net*; deep.?learning*; dictionary learning; differential*.?evol* algorithm*; dimensional*.?reduc*; emotion recognition; ensemble learn*; evolution* algorithm*; evolution* comput*; expert system*; extreme.?learning.?machine; factori[sz]ation machin*; feature learning; fuzzy environment*; fuzzy logic; fuzzy set; fuzzy system; fuzzy.?c; fuzzy.?logic*; gaussian mixture model; gaussian process*; generative adversarial net*; genetic program*; genetic* algorithm*; gradient boosting; gradient model boosting; gradient tree boos*; Hebbian learning; hidden markov model; hierarchical cluster*; high.?dimensional* data; high.?dimensional* feature*; high.?dimensional* input*; high.?dimensional* model*; high.?dimensional*; space*; high.?dimensional* system*; hyperplane; independent component analysis; inductive* logic* program*; inference *learn*; inference *train*; Instance.?based learning; intelligent agent; intelligent classifier; intelligent geometric computing; intelligent infrastruc-ture; intelligent machines; intelligent software agent; K-means; K-nearest neighbo[u]?r; latent dirichlet allocation*; latent semantic analys*; latent.?variable*; layered control system; learning{1,3}algorithm*; learning.?automata*; learning*.model*; linear regres-sion; link* predict*; logi* regression; logic learning machine; logitboost; long.?short.?term memory; LPboost; LSTM; machine intelligen*; machine.?learn*; madaboost; Markov* decision process; memetic algo-rithm*; meta learning; multi agent system*; multi task learning; multi.?agent system*; multi.?layer perceptron*; multi* label* classif*; multi*.?objective* algorithm*; multi*.?objective* optim*; multinomial nave Bayes;

natural language understanding; natural.?language* generat*; natural.?language* process*; nearest neighbour algorithm; neural.?turing; predictive mode; probabilist{1,2}algorithm*; probabilistic graphical model; random.?forest*; random* gradient*; rank-boost; regression tree; reinforc* learn*; relational learning; rule.?based learning; self organising map; self.?learning*; self.?organising map; self.?organising structure; similarity learning; simultaneous localisation mapping; single.?linkage clustering; sparse represent*; stacked.?generaliz*ation; statistical relational learning; stochastic gradient descent; support.?vector machine*; support.?vector regress*; SVM; temporal difference learning; totalboost; training algorithm; transfer.?learn*; trust region policy optimization; variational inference; or, xgboost).

Автономные системы

Символы МПК и СПК: A61B 34/32; A63B2047/022; A63H 27/00; B25J 9/0003; B60C 25/185; B60K2370/175; B60L 2260/32; B60T2201/02%; B60W2030%; B 6 0 W 2040%; B 6 0 W 2050%; B 6 0 W 240 0%; B 6 0 W 2420 %; B 6 0 W 2422%; B 6 0 W 2510 %; B60 W 2520%; B60 W 2530%; B60 W 2540%; B 6 0 W 2552%; B 6 0 W 2554%; B 6 0 W 2555%; B60W2556%; B60W2710/00; B60W2720/00; B60W275%; B60W2900/00; B60W 30%; B60W 40%; B60W 50%; B60W60%; B61L 27%; B61L 27/04; B62D 15%; B62D 15/0255; B62D 15/026; B62D 15/0265; B62D 6%; B63B2035/007; B63G2008/002; B63G2008/004; B64C2201%; B64G 1/24%; B64G2001/247; E02F 3%; E02F 3/3645; E02F 3/434; E02F 3/437; E02F 3/439; E02F 5%; E02F 9%; E02F 9/2041; E21B 44%; G01C 21%; G01C 22%; G05D 1%; G05D 1/0061; G05D 1/0088; G05D 13%; G05D2201/0207; G05D2201/0212; G05D 3%; G06K 9/00624; G06K 9/0079%; G06K 9/0080%; G06K 9/0081%; G06K 9/0082%; or, G08G%.

Символы МПК и СПК в сочетании с ключевыми словами: (A63H 27/00; B62D 15%; B64G 1/24%; E02F 3%; E02F 5%; E02F 9%; G01C 21%; G01C 22%; G05D 1%; G05D 13%; G05D 3%; G06K 9/00624; G06K 9/0079%; G06K 9/0080%; G06K 9/0081%; G06K 9/0082%; or, G08G%); and, (self adapted cruise; self control; self guided; self guiding; self steering; UAV; or, unmanned aerial vehicle).

Большие данные

Символы МПК и СПК: B60W2556/05; G06F%; G06F 16%; G06F 16/2465; G06F 16/283; G06F 17/3%; G06F2216/03; G06F 3%; G06F 30%; G06F 9/5072; G06Q%; or, G16B 50%.

Символы МПК и СПК в сочетании с ключевыми словами: (G06F%; G06F 16%; G06F 3%; G06F 30%;

G06Q%; or, G16B 50%); and, (Accumulo; Aster; big dat*; Cassandra; crowd sourc*; data fusion; data mine*; data warehous*; data mining*; Datameer; DataStax; distributed database; distributed process*; distributed quer*; distributed server; elasticsearch; enormous data*; FICO Blaze; Hadoop; HANA; hp veritca; huge data*; informatic*; kafka; large data*; MapReduce; Marklogic; massive data*; massively parallel database; massively parallel process*; massive- ly parallel software; nosql; open dat*; Platfora; Splunk; Vertica; or, Yarn).

Облачные вычисления

Ключевые слова: *as-a-service; Aneka; cloud app*; cloud architectur*; cloud based; cloud based computing; cloud comput*; cloud data*; cloud infrastructure; cloud networking; cloud process*; cloud securit*; cloud serv*; cloud software; cloud solution*; cloud storage; cloud system*; cloud technolog*; cluster comput*; concurrent comput*; data portability; distrubuted comput*; grid comput*; hybrid cloud[s]?; Hyper-V; hypervisor*; InterCloud; multi.?core; multitenan*; parallel comput*; parallel process*; parallel software; private cloud; public cloud; service[.]?orient*; utility comput*; utility orient*; virtualization; VMware; or, web service*.

Символы МПК и СПК в сочетании с ключевыми словами: (G06F%) and (*as-a-service; Aneka; cloud app*; cloud architectur*; cloud based; cloud based computing; cloud comput*; cloud data*; cloud infrastructure; cloud networking; cloud process*; cloud securit*; cloud serv*; cloud software; cloud solution*; cloud storage; cloud system*; cloud technolog*; cluster comput*; concurrent comput*; data portability; distrubuted comput*; grid comput*; hybrid cloud[s]?; Hyper-V; hypervisor*; InterCloud; multi.?core; multitenan*; parallel comput*; parallel process*; parallel software; private cloud; public cloud; service[.]?orient*; utility comput*; utility orient*; virtualization; VMware; or, web service*).

Интернет вещей (ИВ)

Символы МПК и СПК: G16Y%; H04L 29/06%; H04L 29/08%; H04W 4/70; H04W 72/04%; H04W 72/06%; H04W 72/08%; H04W 72/10; H04W 84/18; H04W 84/20; or, H04W 84/22.

Символы МПК и СПК в сочетании с ключевыми словами: (H04B 7/26%; H04L 12/28%; or, H04W4%); and, (ambient intelligence; connected* device*; device* network*; digital life; IIoT; industrial internet; internet of everything*; internet of thing*; IoT; M2M; machine-to-machine; network* device*; perva- sive comput*; smart device*; smart dust; smart grid*; smart home*; smart meter*; smart sensor*; smarter planet; ubicomp; ubiquitous computing; virtual plant*; or, web of thing*).

Робототехника

Символы МПК и СПК: A47L2201/00; A61B2034/30%; A61B 34/30; A61B 34/30; A61B 34/37; A61F2002/4632; A61F2002/704; A61H2201/1659; A61N 5/1083; A63H 11%; B01J2219/00691; B07C2501/0063; B25J 19/0029; B25J 19/0033; B25J 19/0037; B25J 19/0041; B25J 9/065; B29C2945/76317; B29C 66/863; B32B2038/1891; B60C 25/0587; B64G2004/005; B65F2230/14; B65H2555/31; B67D2007/0403; B67D2007/0405; B67D2007/0407; B67D2007/0409; B67D2007/041%; B67D2007/042%; B67D2007/043%; F16H2061/0071; G01S 13/881; G05B2219/39; G05B2219/40%; G05B2219/43119; G05B2219/45058; G05B2219/45059; G05B2219/45061; G05B2219/45062; G05B2219/45064; G05B2219/45065; G05B2219/45066; G05B2219/45068; G05B2219/45073; G05B2219/45074; G05B2219/45079; G05B2219/45081; G05B2219/45082; G05B2219/45083; G05B2219/45084; G05B2219/45085; G05B2219/45086; G05B2219/45087; G05B2219/45088; G05B2219/45089; G05B2219/45091; G05B2219/45092; G05D2201/0217; H01H2231/04; H04Q 1/147; Y10S 320/34; Y10S 700/90; or, Y10S 901%.

Символы МПК и СПК в сочетании с ключевыми словами: (A63F 13/803; B23K 11/314; B23K 26/0884; B29C 70/38; B62D 57%; or, H01L 21%); and, (cobot; mechatronic*; robot; or, robotics).

Низкоуглеродные технологии

Картирование низкоуглеродных технологий было основано на следующих стратегиях для подкатегорий.

Меры по рациональному использованию природных ресурсов

Символы МПК и СПК: A23K 1/06; A23K 1/07; A23K 1/08; A23K 1/09; A23K 1/10; A43B 1/12; A43B 21/14; A61L 11; B01D 46; B01D 47; B01D 49; B01D 50; B01D 51; B01D 53/34; B01D 53/35; B01D 53/36; B01D 53/37; B01D 53/38; B01D 53/39; B01D 53/40; B01D 53/41; B01D 53/42; B01D 53/43; B01D 53/44; B01D 53/45; B01D 53/46; B01D 53/47; B01D 53/48; B01D 53/49; B01D 53/50; B01D 53/51; B01D 53/52; B01D 53/53; B01D 53/54; B01D 53/55; B01D 53/56; B01D 53/57; B01D 53/58; B01D 53/59; B01D 53/60; B01D 53/61; B01D 53/62; B01D 53/63; B01D 53/64; B01D 53/65; B01D 53/66; B01D 53/67; B01D 53/68; B01D 53/69; B01D 53/70; B01D 53/71; B01D 53/72; B01D 53/92; B01D 53/94; B01D 53/96; B01J 23/38; B01J 23/39; B01J 23/40; B01J 23/41; B01J 23/42; B01J 23/43; B01J 23/44; B01J 23/45; B01J 23/46; B03B 9/06; B03C 3; B09B; B09C; B22F 8; B29B 7/66; B29B 17; B30B 9/32; B62D 67; B63B 35/32; B63J 4; B65D 65/46; B65F; B65H 73; C02F; C03B 1/02; C03C 6/02; C03C 6/08; C04B 7/24; C04B 7/25; C04B 7/26; C04B 7/27; C04B 7/28; C04B 7/29; C04B 7/30; C04B 11/26; C04B

18/04; C04B 18/05; C04B 18/06; C04B 18/07; C04B 18/08; C04B 18/09; C04B 18/10; C04B 33/13*; C05F 1/; C05F 5/; C05F 7/; C05F 9/; C05F 17/; C08J 11/; C09K 3/32; C09K 11/01; C10G 1/10; C10L 5/46; C10L 5/47; C10L 5/48; C10L 10/02; C10L 10/06; C10M 175/; C21B 7/22; C21C 5/38; C22B 7/; C22B 19/28; C22B 19/29; C22B 19/30; C22B 25/06; D01G 11/; D21B 1/08; D21B 1/09; D21B 1/10; D21B 1/32; D21C 5/02; D21H 17/01; E01H 15/; E02B 15/04; E02B 15/05; E02B 15/06; E02B 15/07; E02B 15/08; E02B 15/09; E02B 15/10; E03C 1/12; E03F; F01M 13/02; F01M 13/03; F01M 13/04; F01N 3/; F01N 5/; F01N 7/; F01N 9/; F01N 11/; F01N 13/; F02B 47/06; F02B 47/08; F02B 47/09; F02B 47/10; F02D 21/06; F02D 21/07; F02D 21/08; F02D 21/09; F02D 21/10; F02D 41/; F02D 43/; F02D 45/; F02M 3/02; F02M 3/03; F02M 3/04; F02M 3/05; F02M 23/; F02M 25/; F02M 25/07; F02M 27/; F02M 31/02; F02M 31/03; F02M 31/04; F02M 31/05; F02M 31/06; F02M 31/07; F02M 31/08; F02M 31/09; F02M 31/10; F02M 31/11; F02M 31/12; F02M 31/13; F02M 31/14; F02M 31/15; F02M 31/16; F02M 31/17; F02M 31/18; F02P 5/; F23B 80/; F23C 9/; F23C 10/; F23G 5/; F23G 7/; F23G 7/06; F23J 15/; F27B 1/18; G01M 15/10; G08B 21/12; G08B 21/13; G08B 21/14; H01B 15/00; H01J 9/52; H01M 6/52; or, H01M 10/54.

Технологии адаптации, связанные с водными ресурсами

Символы МПК и СПК: A01G 25/02; A01G 25/06; A01G 25/16; A47K 11/02; A47K 11/12; C12N 15/82*; E03B 1/04; E03B 3/00; E03B 3/02; E03B 3/03; E03B 3/06; E03B 3/07; E03B 3/08; E03B 3/09; E03B 3/10; E03B 3/11; E03B 3/12; E03B 3/13; E03B 3/14; E03B 3/15; E03B 3/16; E03B 3/17; E03B 3/18; E03B 3/19; E03B 3/20; E03B 3/21; E03B 3/22; E03B 3/23; E03B 3/24; E03B 3/25; E03B 3/26; E03B 3/40; E03B 5/; E03B 9/; E03B 11/; E03C 1/08; E03D 1/14; E03D 3/12; E03D 5/01; E03D 13/00; F01D 11/; F01K 23/08; F01K 23/09; F01K 23/10; F16K 21/06; F16K 21/07; F16K 21/08; F16K 21/09; F16K 21/10; F16K 21/11; F16K 21/12; F16K 21/16; F16K 21/17; F16K 21/18; F16K 21/19; F16K 21/20; F16L 55/07; Y02B 40/46; or, Y02B 40/56.

Технологии смягчения последствий изменения климата, связанные с производством, передачей и распределением энергии

Символы МПК и СПК: Y02E; Y02E 10/; Y02E 10/10; Y02E 10/11; Y02E 10/12; Y02E 10/13; Y02E 10/14; Y02E 10/15; Y02E 10/16; Y02E 10/17; Y02E 10/18; Y02E 10/20; Y02E 10/21; Y02E 10/22; Y02E 10/23; Y02E 10/24; Y02E 10/25; Y02E 10/26; Y02E 10/27; Y02E 10/28; Y02E 10/30; Y02E 10/31; Y02E 10/32; Y02E 10/33; Y02E 10/34; Y02E 10/35; Y02E 10/36; Y02E 10/37; Y02E 10/38; Y02E 10/40; Y02E 10/41; Y02E 10/42; Y02E 10/43; Y02E 10/44; Y02E 10/45; Y02E 10/46; Y02E

10/47; Y02E 10/50; Y02E 10/51; Y02E 10/52; Y02E 10/53; Y02E 10/54; Y02E 10/55; Y02E 10/56; Y02E 10/57; Y02E 10/58; Y02E 10/60; Y02E 10/70; Y02E 10/71; Y02E 10/72; Y02E 10/73; Y02E 10/74; Y02E 10/75; Y02E 10/76; Y02E 20/; Y02E 20/10; Y02E 20/11; Y02E 20/12; Y02E 20/13; Y02E 20/14; Y02E 20/15; Y02E 20/16; Y02E 20/17; Y02E 20/18; Y02E 20/18*; Y02E 20/30; Y02E 20/31; Y02E 20/32; Y02E 20/33; Y02E 20/34; Y02E 20/35; Y02E 20/36; Y02E 30/; Y02E 30/10; Y02E 30/11; Y02E 30/12; Y02E 30/13; Y02E 30/14; Y02E 30/15; Y02E 30/16; Y02E 30/17; Y02E 30/18; Y02E 30/30; Y02E 30/31; Y02E 30/32; Y02E 30/33; Y02E 30/34; Y02E 30/35; Y02E 30/36; Y02E 30/37; Y02E 30/38; Y02E 30/39; Y02E 30/40; Y02E 40/; Y02E 40/10; Y02E 40/11; Y02E 40/12; Y02E 40/13; Y02E 40/14; Y02E 40/15; Y02E 40/16; Y02E 40/17; Y02E 40/18; Y02E 40/20; Y02E 40/21; Y02E 40/22; Y02E 40/23; Y02E 40/24; Y02E 40/25; Y02E 40/26; Y02E 40/30; Y02E 40/31; Y02E 40/32; Y02E 40/33; Y02E 40/34; Y02E 40/40; Y02E 40/50; Y02E 40/60; Y02E 40/61; Y02E 40/62; Y02E 40/63; Y02E 40/64; Y02E 40/65; Y02E 40/66; Y02E 40/67; Y02E 40/68; Y02E 40/69; Y02E 40/70; Y02E 50/; Y02E 50/10; Y02E 50/11; Y02E 50/12; Y02E 50/13; Y02E 50/14; Y02E 50/15; Y02E 50/16; Y02E 50/17; Y02E 50/18; Y02E 50/30; Y02E 50/31; Y02E 50/32; Y02E 50/33; Y02E 50/34; Y02E 60/; Y02E 60/10; Y02E 60/11; Y02E 60/12; Y02E 60/13; Y02E 60/14; Y02E 60/15; Y02E 60/16; Y02E 60/17; Y02E 60/30; Y02E 60/31; Y02E 60/32; Y02E 60/33; Y02E 60/34; Y02E 60/35; Y02E 60/36; Y02E 60/50; Y02E 60/51; Y02E 60/52; Y02E 60/53; Y02E 60/54; Y02E 60/55; Y02E 60/56; Y02E 60/70; Y02E 60/71; Y02E 60/72; Y02E 60/73; Y02E 60/74; Y02E 60/75; Y02E 60/76; Y02E 60/77; Y02E 60/78; or, Y02E 70/.

Улавливание, хранение или удаление парниковых газов

Символы МПК и СПК: Y02C; Y02C 10/; Y02C 10/00; Y02C 10/01; Y02C 10/02; Y02C 10/03; Y02C 10/04; Y02C 10/05; Y02C 10/06; Y02C 10/07; Y02C 10/08; Y02C 10/09; Y02C 10/10; Y02C 10/11; Y02C 10/12; Y02C 10/13; Y02C 10/14; Y02C 20/; Y02C 20/00; Y02C 20/01; Y02C 20/02; Y02C 20/03; Y02C 20/04; Y02C 20/05; Y02C 20/06; Y02C 20/07; Y02C 20/08; Y02C 20/09; Y02C 20/10; Y02C 20/11; Y02C 20/12; Y02C 20/13; Y02C 20/14; Y02C 20/15; Y02C 20/16; Y02C 20/17; Y02C 20/18; Y02C 20/19; Y02C 20/20; Y02C 20/21; Y02C 20/22; Y02C 20/23; Y02C 20/24; Y02C 20/25; Y02C 20/26; Y02C 20/27; Y02C 20/28; Y02C 20/29; or, Y02C 20/30.

Технологии смягчения последствий изменения климата, связанные с транспортом

Символы МПК и СПК: Y02T; Y02T 10/; Y02T 10/10; Y02T 10/11; Y02T 10/12; Y02T 10/13; Y02T 10/14; Y02T

10/15; Y02T 10/16; Y02T 10/17; Y02T 10/18; Y02T 10/19; Y02T 10/20; Y02T 10/21; Y02T 10/22; Y02T 10/23; Y02T 10/24; Y02T 10/25; Y02T 10/26; Y02T 10/27; Y02T 10/28; Y02T 10/29; Y02T 10/30; Y02T 10/31; Y02T 10/32; Y02T 10/33; Y02T 10/34; Y02T 10/35; Y02T 10/36; Y02T 10/37; Y02T 10/38; Y02T 10/39; Y02T 10/40; Y02T 10/41; Y02T 10/42; Y02T 10/43; Y02T 10/44; Y02T 10/45; Y02T 10/46; Y02T 10/47; Y02T 10/48; Y02T 10/49; Y02T 10/50; Y02T 10/51; Y02T 10/52; Y02T 10/53; Y02T 10/54; Y02T 10/55; Y02T 10/56; Y02T 10/62; Y02T 10/64; Y02T 10/70; Y02T 10/72; Y02T 10/80; Y02T 10/81; Y02T 10/82; Y02T 10/83; Y02T 10/84; Y02T 10/85; Y02T 10/86; Y02T 10/90; Y02T 10/91; Y02T 10/92; Y02T 30/0; Y02T 30/00; Y02T 30/01; Y02T 30/02; Y02T 30/03; Y02T 30/04; Y02T 30/05; Y02T 30/06; Y02T 30/07; Y02T 30/08; Y02T 30/09; Y02T 30/10; Y02T 30/11; Y02T 30/12; Y02T 30/13; Y02T 30/14; Y02T 30/15; Y02T 30/16; Y02T 30/17; Y02T 30/18; Y02T 30/19; Y02T 30/20; Y02T 30/21; Y02T 30/22; Y02T 30/23; Y02T 30/24; Y02T 30/25; Y02T 30/26; Y02T 30/27; Y02T 30/28; Y02T 30/29; Y02T 30/30; Y02T 30/31; Y02T 30/32; Y02T 30/33; Y02T 30/34; Y02T 30/35; Y02T 30/36; Y02T 30/37; Y02T 30/38; Y02T 30/39; Y02T 30/40; Y02T 30/41; Y02T 30/42; Y02T 50/0; Y02T 50/00; Y02T 50/01; Y02T 50/02; Y02T 50/03; Y02T 50/04; Y02T 50/05; Y02T 50/06; Y02T 50/07; Y02T 50/08; Y02T 50/09; Y02T 50/10; Y02T 50/11; Y02T 50/12; Y02T 50/13; Y02T 50/14; Y02T 50/15; Y02T 50/16; Y02T 50/17; Y02T 50/18; Y02T 50/19; Y02T 50/20; Y02T 50/21; Y02T 50/22; Y02T 50/23; Y02T 50/24; Y02T 50/25; Y02T 50/26; Y02T 50/27; Y02T 50/28; Y02T 50/29; Y02T 50/30; Y02T 50/31; Y02T 50/32; Y02T 50/33; Y02T 50/34; Y02T 50/35; Y02T 50/36; Y02T 50/37; Y02T 50/38; Y02T 50/39; Y02T 50/40; Y02T 50/41; Y02T 50/42; Y02T 50/43; Y02T 50/44; Y02T 50/45; Y02T 50/46; Y02T 50/47; Y02T 50/48; Y02T 50/49; Y02T 50/50; Y02T 50/51; Y02T 50/52; Y02T 50/53; Y02T 50/54; Y02T 50/55; Y02T 50/56; Y02T 50/57; Y02T 50/58; Y02T 50/59; Y02T 50/60; Y02T 50/61; Y02T 50/62; Y02T 50/63; Y02T 50/64; Y02T 50/65; Y02T 50/66; Y02T 50/67; Y02T 50/68; Y02T 50/69; Y02T 50/70; Y02T 50/71; Y02T 50/72; Y02T 50/73; Y02T 50/74; Y02T 50/75; Y02T 50/76; Y02T 50/77; Y02T 50/78; Y02T 50/79; Y02T 50/80; Y02T 50/81; Y02T 50/82; Y02T 50/83; Y02T 50/84; Y02T 50/85; Y02T 50/86; Y02T 50/87; Y02T 50/88; Y02T 50/89; Y02T 50/90; Y02T 70/0; Y02T 70/00; Y02T 70/01; Y02T 70/02; Y02T 70/03; Y02T 70/04; Y02T 70/05; Y02T 70/06; Y02T 70/07; Y02T 70/08; Y02T 70/09; Y02T 70/10; Y02T 70/11; Y02T 70/12; Y02T 70/13; Y02T 70/14; Y02T 70/15; Y02T 70/16; Y02T 70/17; Y02T 70/18; Y02T 70/19; Y02T 70/20; Y02T 70/21; Y02T 70/22; Y02T 70/23; Y02T 70/24; Y02T 70/25; Y02T 70/26; Y02T 70/27; Y02T 70/28; Y02T 70/29; Y02T 70/30; Y02T 70/31; Y02T 70/32; Y02T 70/33; Y02T 70/34; Y02T 70/35; Y02T 70/36; Y02T 70/37; Y02T 70/38; Y02T 70/39; Y02T 70/40; Y02T 70/41; Y02T 70/42; Y02T 70/43; Y02T 70/44; Y02T 70/45; Y02T 70/46; Y02T 70/47; Y02T 70/48; Y02T 70/49; Y02T 70/50; Y02T 70/51; Y02T 70/52; Y02T 70/53; Y02T 70/54; Y02T 70/55; Y02T 70/56; Y02T 70/57; Y02T 70/58; Y02T 70/59;

Y02T 70/60; Y02T 70/61; Y02T 70/62; Y02T 70/63; Y02T 70/64; Y02T 70/65; Y02T 70/66; Y02T 70/67; Y02T 70/68; Y02T 70/69; Y02T 70/70; Y02T 70/71; Y02T 70/72; Y02T 70/73; Y02T 70/74; Y02T 70/75; Y02T 70/76; Y02T 70/77; Y02T 70/78; Y02T 70/79; Y02T 70/80; Y02T 70/81; Y02T 70/82; Y02T 70/83; Y02T 70/84; Y02T 70/85; Y02T 70/86; Y02T 70/87; Y02T 70/88; Y02T 70/89; Y02T 70/90; Y02T 90/0; Y02T 90/10; Y02T 90/11; Y02T 90/12; Y02T 90/13; Y02T 90/14; Y02T 90/15; Y02T 90/16; Y02T 90/30; Y02T 90/31; Y02T 90/32; Y02T 90/33; Y02T 90/34; Y02T 90/35; Y02T 90/36; Y02T 90/37; Y02T 90/38; Y02T 90/40; Y02T 90/41; Y02T 90/42; Y02T 90/43; Y02T 90/44; Y02T 90/45; or, Y02T 90/46;

Технологии смягчения последствий изменения климата, связанные со зданиями

Y02B; Y02B 10/0; Y02B 10/00; Y02B 10/01; Y02B 10/02; Y02B 10/03; Y02B 10/04; Y02B 10/05; Y02B 10/06; Y02B 10/07; Y02B 10/08; Y02B 10/09; Y02B 10/10; Y02B 10/11; Y02B 10/12; Y02B 10/13; Y02B 10/14; Y02B 10/15; Y02B 10/16; Y02B 10/17; Y02B 10/18; Y02B 10/19; Y02B 10/20; Y02B 10/21; Y02B 10/22; Y02B 10/23; Y02B 10/24; Y02B 10/25; Y02B 10/26; Y02B 10/27; Y02B 10/28; Y02B 10/29; Y02B 10/30; Y02B 10/31; Y02B 10/32; Y02B 10/33; Y02B 10/34; Y02B 10/35; Y02B 10/36; Y02B 10/37; Y02B 10/38; Y02B 10/39; Y02B 10/40; Y02B 10/41; Y02B 10/42; Y02B 10/43; Y02B 10/44; Y02B 10/45; Y02B 10/46; Y02B 10/47; Y02B 10/48; Y02B 10/49; Y02B 10/50; Y02B 10/51; Y02B 10/52; Y02B 10/53; Y02B 10/54; Y02B 10/55; Y02B 10/56; Y02B 10/57; Y02B 10/58; Y02B 10/59; Y02B 10/60; Y02B 10/61; Y02B 10/62; Y02B 10/63; Y02B 10/64; Y02B 10/65; Y02B 10/66; Y02B 10/67; Y02B 10/68; Y02B 10/69; Y02B 10/70; Y02B 10/71; Y02B 10/72; Y02B 20/0; Y02B 20/00; Y02B 20/01; Y02B 20/02; Y02B 20/03; Y02B 20/04; Y02B 20/05; Y02B 20/06; Y02B 20/07; Y02B 20/08; Y02B 20/09; Y02B 20/10; Y02B 20/11; Y02B 20/12; Y02B 20/13; Y02B 20/14; Y02B 20/15; Y02B 20/16; Y02B 20/17; Y02B 20/18; Y02B 20/19; Y02B 20/20; Y02B 20/21; Y02B 20/22; Y02B 20/23; Y02B 20/24; Y02B 20/25; Y02B 20/26; Y02B 20/27; Y02B 20/28; Y02B 20/29; Y02B 20/30; Y02B 20/31; Y02B 20/32; Y02B 20/33; Y02B 20/34; Y02B 20/35; Y02B 20/36; Y02B 20/37; Y02B 20/38; Y02B 20/39; Y02B 20/40; Y02B 20/41; Y02B 20/42; Y02B 20/43; Y02B 20/44; Y02B 20/45; Y02B 20/46; Y02B 20/47; Y02B 20/48; Y02B 20/49; Y02B 20/50; Y02B 20/51; Y02B 20/52; Y02B 20/53; Y02B 20/54; Y02B 20/55; Y02B 20/56; Y02B 20/57; Y02B 20/58; Y02B 20/59; Y02B 20/60; Y02B 20/61; Y02B 20/62; Y02B 20/63; Y02B 20/64; Y02B 20/65; Y02B 20/66; Y02B 20/67; Y02B 20/68; Y02B 20/69; Y02B 20/70; Y02B 20/71; Y02B 20/72; Y02B 30/0; Y02B 30/00; Y02B 30/01; Y02B 30/02; Y02B 30/03; Y02B 30/04; Y02B 30/05; Y02B 30/06; Y02B 30/07; Y02B 30/08; Y02B 30/09; Y02B 30/10; Y02B 30/11;

Y02B 30/12; Y02B 30/13; Y02B 30/14; Y02B 30/15;
Y02B 30/16; Y02B 30/17; Y02B 30/18; Y02B 30/19;
Y02B 30/20; Y02B 30/21; Y02B 30/22; Y02B 30/23;
Y02B 30/24; Y02B 30/25; Y02B 30/26; Y02B 30/27;
Y02B 30/28; Y02B 30/29; Y02B 30/30; Y02B 30/31;
Y02B 30/32; Y02B 30/33; Y02B 30/34; Y02B 30/35;
Y02B 30/36; Y02B 30/37; Y02B 30/38; Y02B 30/39;
Y02B 30/40; Y02B 30/41; Y02B 30/42; Y02B 30/43;
Y02B 30/44; Y02B 30/45; Y02B 30/46; Y02B 30/47;
Y02B 30/48; Y02B 30/49; Y02B 30/50; Y02B 30/51;
Y02B 30/52; Y02B 30/53; Y02B 30/54; Y02B 30/55;
Y02B 30/56; Y02B 30/57; Y02B 30/58; Y02B 30/59;
Y02B 30/60; Y02B 30/61; Y02B 30/62; Y02B 30/63;
Y02B 30/64; Y02B 30/65; Y02B 30/66; Y02B 30/67;
Y02B 30/68; Y02B 30/69; Y02B 30/70; Y02B 30/71;
Y02B 30/72; Y02B 30/73; Y02B 30/74; Y02B 30/75;
Y02B 30/76; Y02B 30/77; Y02B 30/78; Y02B 30/79;
Y02B 30/80; Y02B 30/81; Y02B 30/82; Y02B 30/83;
Y02B 30/84; Y02B 30/85; Y02B 30/86; Y02B 30/87;
Y02B 30/88; Y02B 30/89; Y02B 30/90; Y02B 30/91;
Y02B 30/92; Y02B 30/93; Y02B 30/94; Y02B 40/; Y02B
40/00; Y02B 40/01; Y02B 40/02; Y02B 40/03; Y02B
40/04; Y02B 40/05; Y02B 40/06; Y02B 40/07; Y02B
40/08; Y02B 40/09; Y02B 40/10; Y02B 40/11; Y02B
40/12; Y02B 40/13; Y02B 40/14; Y02B 40/15; Y02B
40/16; Y02B 40/17; Y02B 40/18; Y02B 40/19; Y02B
40/20; Y02B 40/21; Y02B 40/22; Y02B 40/23; Y02B
40/24; Y02B 40/25; Y02B 40/26; Y02B 40/27; Y02B
40/28; Y02B 40/29; Y02B 40/30; Y02B 40/31; Y02B
40/32; Y02B 40/33; Y02B 40/34; Y02B 40/35; Y02B
40/36; Y02B 40/37; Y02B 40/38; Y02B 40/39; Y02B
40/40; Y02B 40/41; Y02B 40/42; Y02B 40/43; Y02B
40/44; Y02B 40/45; Y02B 40/47; Y02B 40/48; Y02B
40/49; Y02B 40/50; Y02B 40/51; Y02B 40/52; Y02B
40/53; Y02B 40/54; Y02B 40/55; Y02B 40/57; Y02B
40/58; Y02B 40/59; Y02B 40/60; Y02B 40/61; Y02B
40/62; Y02B 40/63; Y02B 40/64; Y02B 40/65; Y02B
40/66; Y02B 40/67; Y02B 40/68; Y02B 40/69; Y02B
40/70; Y02B 40/71; Y02B 40/72; Y02B 40/73; Y02B
40/74; Y02B 40/75; Y02B 40/76; Y02B 40/77; Y02B
40/78; Y02B 40/79; Y02B 40/80; Y02B 40/81; Y02B
40/82; Y02B 40/83; Y02B 40/84; Y02B 40/85; Y02B
40/86; Y02B 40/87; Y02B 40/88; Y02B 40/89; Y02B
40/90; Y02B 50/; Y02B 50/00; Y02B 50/01; Y02B 50/02;
Y02B 50/03; Y02B 50/04; Y02B 50/05; Y02B 50/06;
Y02B 50/07; Y02B 50/08; Y02B 50/09; Y02B 50/10;
Y02B 50/11; Y02B 50/12; Y02B 50/13; Y02B 50/14;
Y02B 50/15; Y02B 50/16; Y02B 50/17; Y02B 50/18;
Y02B 50/19; Y02B 50/20; Y02B 50/21; Y02B 50/22;
Y02B 50/23; Y02B 50/24; Y02B 60/; Y02B 60/00; Y02B
60/01; Y02B 60/02; Y02B 60/03; Y02B 60/04; Y02B
60/05; Y02B 60/06; Y02B 60/07; Y02B 60/08; Y02B
60/09; Y02B 60/10; Y02B 60/11; Y02B 60/12; Y02B
60/13; Y02B 60/14; Y02B 60/15; Y02B 60/16; Y02B
60/17; Y02B 60/18; Y02B 60/19; Y02B 60/20; Y02B
60/21; Y02B 60/22; Y02B 60/23; Y02B 60/24; Y02B
60/25; Y02B 60/26; Y02B 60/27; Y02B 60/28; Y02B
60/29; Y02B 60/30; Y02B 60/31; Y02B 60/32; Y02B
60/33; Y02B 60/34; Y02B 60/35; Y02B 60/36; Y02B
60/37; Y02B 60/38; Y02B 60/39; Y02B 60/40; Y02B

60/41; Y02B 60/42; Y02B 60/43; Y02B 60/44; Y02B
60/45; Y02B 60/46; Y02B 60/47; Y02B 60/48; Y02B
60/49; Y02B 60/50; Y02B 70/; Y02B 70/00; Y02B 70/01;
Y02B 70/02; Y02B 70/03; Y02B 70/04; Y02B 70/05;
Y02B 70/06; Y02B 70/07; Y02B 70/08; Y02B 70/09;
Y02B 70/10; Y02B 70/11; Y02B 70/12; Y02B 70/13;
Y02B 70/14; Y02B 70/15; Y02B 70/16; Y02B 70/17;
Y02B 70/18; Y02B 70/19; Y02B 70/20; Y02B 70/21;
Y02B 70/22; Y02B 70/23; Y02B 70/24; Y02B 70/25;
Y02B 70/26; Y02B 70/27; Y02B 70/28; Y02B 70/29;
Y02B 70/30; Y02B 70/31; Y02B 70/32; Y02B 70/33;
Y02B 70/34; Y02B 80/; Y02B 80/00; Y02B 80/01; Y02B
80/02; Y02B 80/03; Y02B 80/04; Y02B 80/05; Y02B
80/06; Y02B 80/07; Y02B 80/08; Y02B 80/09; Y02B
80/10; Y02B 80/11; Y02B 80/12; Y02B 80/13; Y02B
80/14; Y02B 80/15; Y02B 80/16; Y02B 80/17; Y02B
80/18; Y02B 80/19; Y02B 80/20; Y02B 80/21; Y02B
80/22; Y02B 80/23; Y02B 80/24; Y02B 80/25; Y02B
80/26; Y02B 80/27; Y02B 80/28; Y02B 80/29; Y02B
80/30; Y02B 80/31; Y02B 80/32; Y02B 80/33; Y02B
80/34; Y02B 80/35; Y02B 80/36; Y02B 80/37; Y02B
80/38; Y02B 80/39; Y02B 80/40; Y02B 80/41; Y02B
80/42; Y02B 80/43; Y02B 80/44; Y02B 80/45; Y02B
80/46; Y02B 80/47; Y02B 80/48; Y02B 80/49; Y02B
80/50; Y02B 90/; Y02B 90/00; Y02B 90/01; Y02B 90/02;
Y02B 90/03; Y02B 90/04; Y02B 90/05; Y02B 90/06;
Y02B 90/07; Y02B 90/08; Y02B 90/09; Y02B 90/10;
Y02B 90/11; Y02B 90/12; Y02B 90/13; Y02B 90/14;
Y02B 90/15; Y02B 90/16; Y02B 90/17; Y02B 90/18;
Y02B 90/19; Y02B 90/20; Y02B 90/21; Y02B 90/22;
Y02B 90/23; Y02B 90/24; Y02B 90/25; or, Y02B 90/26.

Автомобильная промышленность

«Зеленые» патенты

B60L 11; B60L 3; B60L 15; B60K 1; B60W 10/08; B60W
10/24; B60W 10/26; B60K 6; B60W 20; B60L 7/01; B60L
7/20; B60W 10/28; B60L 11/18; H01M 8

«Серые» патенты

F02M 3/02-05; F02M 23; F02M 25; F02D 41; F02B
47/06; F02M 39-71

«Грязные» патенты

F02B; F02M; F02D; F02F; F02N; F02P.

Сокращения

AGC	бортовой управляющий компьютер космического корабля «Аполлон»	ИКАО	Международная организация гражданской авиации
ИИ	искусственный интеллект	ИКТ	информационно-коммуникационные технологии
AMC	механизм предварительных обязательств по закупкам	МЭА	Международное энергетическое агентство
ATC	автономное транспортное средство	ИБ	Интернет вещей
CalTech	Калифорнийский технологический институт	ИС	интеллектуальная собственность
ПЗС	прибор с зарядовой связью	ПИС	права интеллектуальной собственности
КИГЭ	Коалиция по инновациям в области обеспечения готовности к эпидемиям	IRENA	Международное агентство по возобновляемым источникам энергии
CFRP	углеродное волокно и пластик, армированный углеродным волокном	ИТ	информационные технологии
CMR	Комитет по научным медицинским исследованиям	JPL	Лаборатория реактивного движения
COVID	коронавирусная болезнь, также COVID-19	MIT	Массачусетский технологический институт
CO2	двуокись углерода	МРНК	матричная рибонуклеиновая кислота
DARPA	Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США	НАСА	Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства
DoD	Министерство обороны США	НПО	Неправительственная организация
DoE	Министерство энергетики.	NIH	Национальный институт здравоохранения
D-RAM	динамическая память с произвольным доступом	НИС	Национальный исследовательский совет
EKA	Европейское космическое агентство	NRRL	Северная региональная исследовательская лаборатория
ЭСУ	экологические, социальные и управленческие факторы	NSF	Национальный научный фонд
EU	Европейский союз	OBM	фирменный производитель
.		ODM	изготовитель систем собственной разработки
FDA	Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США	ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
FRAND	принципы справедливости, здравого смысла и недискриминационности	OEM	изготовитель комплектного оборудования
ВВП	валовой внутренний продукт	ORSD	Управление научных исследований и разработок
ГНИИ	государственные научно-исследовательские институты	OWS	программа Operation Warp Speed (в 2021 г. была переименована в Countermeasures Acceleration Group).
		TPNT	данные позиционирования, навигации и синхронизации

НИОКР	научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы	U.K.	Соединенное Королевство
РЭС	радиоизотопные энергетические системы	РКИК ООН	Рамочная конвенция ООН об изменении климата
SARS-CoV-2	коронавирус тяжелого острого респираторного синдрома – 2	США	Соединенные Штаты Америки
МСП	малые и средние предприятия	ВПТЗ США	Ведомство США по патентам и товарным знакам
СМС	служба коротких текстовых сообщений	VTF	Целевая группа по вакцинам
		WPB	Совет по военному производству



Всемирная организация
интеллектуальной собственности
34, chemin des Colombettes
P.O. Box 18
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Телефон: + 41 22 338 91 11
Факс: + 41 22 733 54 28

Контактные данные внешних бюро ВОИС
приводятся по адресу:
www.wipo.int/about-wipo/ru/offices

Публикация ВОИС № 944R/22
ISBN: 978-92-805-3393-4 (печатная версия)
ISBN: 978-92-805-3394-1 (онлайн-версия)
ISSN: 2790-9883 (печатная версия)
ISSN: 2790-9891 (онлайн-версия)