

РАЗВИТИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ВЫЗОВЫ ДЛЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ

И.В. Данилин

Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова (ИМЭМО) РАН
Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД России

В статье рассматривается трансформация научно-технологической и инновационной политики с учётом акцентов на развитии перспективных технологий. Непосредственной причиной роста актуальности технологической тематики стали кризис и рецессия, однако реальные истоки лежат в долгосрочных социально-экономических проблемах, которые, в свою очередь, формируют требования к политике по развитию перспективных технологий. Другая группа требований связана с изменением инновационных процессов, включая формирование распределённых инновационных экосистем, рост значения диффузии и адаптации новых технологий. Новые задачи потребовали трансформации политики. Основной площадкой экспериментов выступают крупные технологические программы, такие как Индустрия 4.0 в Германии. Можно выделить несколько направлений изменений. Прежде всего, это создание институтов, обеспечивающих помимо исследований и разработок коммуникацию субъектов, формирование экосистем и кластеров в сфере новых технологий. Далее, это акцент на диффузию технологий через специализированные платформы, экосистемы и сопутствующие институты. Данные изменения сталкиваются с серьёзными вызовами. Традиционные инструменты поддержки слабо соотносятся с потребностями новых субъектов и процессов, что нередко ведёт к неэффективности мероприятий. Вызовом является учёт последствий глобализации, в частности, взаимопроникновения инновационных систем. С учётом масштаба ожидающихся изменений, необходим как рост координации государственных усилий, так и повышение связанности и конвергенция научно-технологической и инновационной политики со смежными направлениями, включая социальную политику. Последняя приобретает особую роль в силу значения человеческого капитала, социальных и ценностных соображений для развития и диффузии новых технологий – от системы переподготовки кадров до адаптации старших поколений к новым реалиям. Эти перемены, с свою очередь, потребуют изменений в подходах к политическому процессу в сфере научно-технологического развития, включая совершенствование практик управления на основе ожиданий и поиск принципиально новых решений.

Ключевые слова: перспективные технологии; экосистемы; научно-технологическая политика; инновационные системы; большие вызовы.

УДК 327.7

Поступила в редакцию 14.10.2018 г.

Принята к публикации 01.12.2018 г.

В конце 2000-х – 2010-х гг. в центре внимания государств, экономических субъектов, научного и аналитического сообщества и широких кругов общественности оказался целый ряд «прорывных» (disruptive) или перспективных¹ (emerging) технологий, претендующих на статус нового поколения технологий широкого применения (ТШП) [14]. К ним относятся новые информационные – цифровые (искусственный интеллект, интернет вещей – IoT, облачные вычисления и пр.) и передовые производственные (3D-печать, робототехника и пр.) технологии, зелёная энергетика и электро-транспорт, финансовые технологии (т.н. финтех – в том числе на основе блокчейн) и иные².

На новых технологических направлениях растут расходы на исследования и разработки (ИР), венчурные инвестиции, патентование и публикационная активность, реализуются масштабные опытно-демонстрационные проекты, а по отдельным направлениям – таким, как солнечная энергетика или финтех – идёт активное масштабирование конечных решений.

Одновременно происходят характерные изменения государственной научно-технологической и инновационной политики большинства крупных экономик, включая государства БРИКС – что стало особенно заметно после мирового финансово-экономического кризиса. За немногими исключениями технологическая повестка заняла одно из центральных мест в антикризисных программах стран Запада [3]. А в 2010-2015 гг. все крупнейшие экономики мира инициировали флагманские технологические программы.

Интенсивные дискуссии сформировали неформальный консенсус относительно характера влияния новых технологий на мировую экономику. Едва ли не общепризнанным является ожидание радикальной трансформации – новой технологической «революции», сопоставимой с интернет-революцией 1990-х гг. или даже превосходящей её по масштабу изменений (концепции т.н. «сингулярности»). Апологеты этих идей обещают преобразования на уровне национальных экономик, отдельных отраслей и рынков, глобальных стоимостных цепочек (ГЦЦ)³. В реальности, конечно, в силу масштабов и известной инерции экономических процессов изменения будут локализованы на отдельных рынках,

¹ В российской практике часто переводятся как «возникающие» или «зарождающиеся» технологии (см., например: MiSET2014: Как возникают технологии? Форсайт-центр НИУ ВШЭ. 04.08.2018.URL: <https://foresight.hse.ru/news/130150029.html> (Дата обращения: 10.08.2018). Однако поскольку в английском значении акцент делается на высокой скорости развития того или иного технологического домена и перспективах его влияния на отрасль/рынок возникновения и смежные направления [23], на наш взгляд, определение «перспективные» в данном случае более релевантно. Хотя, строго говоря, феномены и сами термины «прорывные» и «перспективные» технологии не идентичны, в данной статье они будут употребляться как синонимы.

² Новые финансовые технологии // Глобальные технологические тренды. Информационный бюллетень. Тренд-леттер №11. 2016. Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ «ВШЭ». [Электронный ресурс]. URL: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/197551098.html> (дата обращения: 24.11.2018); OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016. Paris: OECD Publishing, 2016. Pp.77-126. DOI: 10.1787/sti_in_outlook-2016-en; The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business. Paris: OECD Publishing, 2017. Pp.73-242. DOI: 10.1787/9789264271036-en.

³ См., например: Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом. Пер. с англ. М.: Альпина нон-фикшн, 2014. 410 с.

в отдельных глобальных стоимостных цепочках и подотраслях. Но в целом они действительно будут значительными.

Новое поколение прорывных и перспективных технологий формирует серьёзные вызовы для государственной научно-технологической политики и в целом системы государственного управления. В зарубежной и отечественной литературе интерес к данной проблематике растёт. При сохранении внимания к форсайту как важному инструменту управления на основе ожиданий [5; 11], всё больший интерес вызывает проблематика «государства развития» и его импликаций для инновационно-технологических процессов [16] – как из-за осмысления причин и последствий мирового кризиса, так и вследствие успехов Китая. Расширяется изучение отдельных передовых практик и подходов к научно-технологическому и инновационному развитию – в том числе в контексте появления нового поколения технологий, роста сложности инновационных процессов и формирования экосистем и т.д. [6; 7; 9; 10].

И всё же, как представляется, данная проблема требует более системного подхода, фиксирующего основные проблемы и задачи и при этом учитывающего более широкий контекст развития прорывных и перспективных технологий. Данной задаче и посвящена эта статья.

В теоретико-методологическом отношении исследование базируется на сочетании подходов, определённых в концепциях технологий широкого применения, подрывных и открытых инноваций и инновационных экосистем, «тройной» и «четверной» спиралей, а также на основе теоретических построений, определённых теорией национальных инновационных систем.

Спрос на «революцию»: социально-экономические факторы и импликации для политики

Поскольку наиболее масштабные и известные программы поддержки прорывных и перспективных технологий берут своё начало в 2009-2012 гг., неформальной точкой отсчёта можно было бы считать мировой кризис. Кризис, а также посткризисный период с его аномально слабой восстановительной динамикой стран Еврозоны, Японии, да и США, вкупе с долгосрочными тенденциями снижения темпов роста ВВП КНР (переход к т.н. «новой норме» экономического роста), действительно остро поставили вопросы конкурентоспособности и инновационного развития. Важным показателем в данном отношении можно считать активизацию дискуссий о «вековой стагнации», исчерпаниии существующей научно-технологической базы роста экономики – включая дискуссии о новых технологических «укладах» [1; 4]. Да и быстрое распространение в общественно-политическом лексиконе «техно-революционных» нарративов после 2008-2009 гг. (от Четвёртой промышленной революции до «сингулярности»), косвенно указывает именно на кризис и связанные с ним процессы как на основной источник внимания к «прорывным» и перспективным технологиям.

Между тем, и кризис, и связанные с ним дискуссии стали, скорее, лакмусом более долгосрочных проблем мировой экономики.

Так, за последние три десятилетия значимым стало замедление темпов прироста производительности труда в развитых экономиках – на фоне компьютерной и интернет-революции и иных технологических и инновационных прорывов.

Отдельным вопросом являются последствия глобализации.

С одной стороны, произошла относительная деиндустриализация развитых стран в пользу КНР и иных развивающихся экономик. Что, в свою очередь, остро поставило вопрос о будущих источниках экономического и инновационного развития, т.к. промышленность остаётся неоспоримым лидером по расходам на ИР и патентованию и выполняет важные, системообразующие функции в национальных инновационных системах (НИС) [7].

С другой стороны, развивающиеся государства столкнулись с серьёзными сложностями перехода к интенсивному инновационному развитию. Несмотря на изменения последних десятилетий, сравнительно небольшая группа стран Запада до сих пор аккумулирует основные научно-технологические и инновационные ресурсы – в т.ч. нематериальные активы, кадры, финансы и пр., контролируя ключевые этапы создания стоимости. В последнем отношении полезно напомнить, например, о высокой концентрации усилий и затрат по формированию тех же прорывных и перспективных технологий. Например, 88% изобретений в сфере искусственного интеллекта приходится на транснациональные корпорации (ТНК), зарегистрированные в США, Японии, КНР, Р.Корее и на Тайване⁴. В этих условиях для развивающихся стран формирование мощной современной НИС и переход к собственным глобально конкурентоспособным инновациям становится всё более сложной задачей. Причём формирование цифровой экономики, видимо, лишь обострит данную проблему⁵.

Наконец, существенный блок проблем, оказывающих прямое влияние на спрос на прорывные и перспективные технологии, связан с т.н. «большими вызовами»⁶, от экологии и до роста затрат на здравоохранение и старения населения (в том числе в КНР). Преодолеть их за счёт существующих подходов невозможно по чисто ресурсным причинам. А различные организационные и регуляторные решения – например, глобальные режимы для экологии или реформы пенсионной системы и системы здравоохранения – показали себя как не очень эффективные меры в силу объективной сложности проблем и множества взаимопроверяющих интересов.

Наконец, для всех крупнейших ключевых экономик существенным фактором остаются ресурсные ограничения. Для стран Запада основной причиной яв-

⁴ См. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017 Paris: OECD Publishing, 2017. DOI:10.1787/9789264268821-en. P.20-22, 33

⁵ См.: Trade and Development Report 2018. Power, Platforms and Free Trade Delusion. UNCTAD. New York and Geneva: United Nations, 2018. Pp.70-80

⁶ См., например: OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016. Pp.21-76

ляются бюджетные дефициты при исторически невысоких темпах роста ВВП. Китай в настоящий момент не сталкивается с подобной проблемой, но нарастающие социально-демографические, экологические и иные проблемы на фоне снижения темпов роста экономики и глобальной ценовой конкурентоспособности указывают, что и здесь доступность ресурсов развития снизится уже в обозримой перспективе. И это при том, что в силу более низкого качества институтов НИС от Китая, как представляется, потребуется пропорционально более высокий объём затрат для обеспечения сопоставимых результатов.

Вполне объяснимо, что обострение всех этих вызовов и дискуссий об их решении в период кризиса и рецессии привели к росту внимания к новым технологиям. Разные страны и группы субъектов полагали, что технологические прорывы могли бы помочь как минимум с поиском приемлемого решения существующих проблем, а как максимум – снять их с повестки дня. При этом нередко одни и те же технологии рассматривались как ответ на взаимоисключающие задачи. Характерный пример даёт анализ документов, связанных с передовыми производственными технологиями. Для ФРГ, США и ряда иных развитых стран они виделись, в том числе, как ответ на вызов Китая и, шире, глобальной конкурентоспособности. Для самой КНР или, например, России – очередным способом догнать и перегнать традиционных лидеров и повысить качество экономического роста в условиях сокращения возможности эксплуатации фактора отсталости и т.д.

В совокупности причины и ограничения интереса субъектов к развитию прорывных и перспективных технологий – вплоть до полуажиотажного спроса на «революционные» нарративы и решения – создают вполне предметный комплекс требований к научно-технологической и инновационной политике. Это неоднозначные макроэкономические условия, которые снижают предсказуемость и ресурсное обеспечение политики; учёт последствий глобализации (в том числе рост конкуренции за кадры и рынки, транснационализация экономических процессов и фрагментация субъектов НИС); рост акцента на кратко- и долгосрочных социально-экономических задачах; расширенное партнёрство с частным сектором в том числе для преодоления ресурсных ограничений⁷.

Специфика современных инновационных процессов

Если социально-экономические тренды предопределили сам рост акцента на новых технологиях и рамочные требования к реализации научно-технологической и инновационной политики по их развитию, то её настройка определяется в значительной мере изменением характера инновационной деятельности.

Прежде всего, мы наблюдаем рост «открытости» инновационных процессов, диверсификации числа игроков и горизонтальных взаимодействий субъектов,

⁷ Во многом подтверждается динамикой 2010-х гг.: OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016. Pp.166-184

включая формирование экосистем, сетей и инновационных кластеров как едва ли не ключевой тренд организации продуктивной инновационной деятельности [8; 13; 18; 24; 26]. Феномен объясняется, в частности, растущим значением цифровых технологий – в том числе как части иных прорывных/перспективных технологий и как инструментов обеспечения инновационных процессов (платформы кооперации, обмена данными и пр.), высокой специализацией научно-технологических и инновационных функций, а также спецификой самих новых технологий, включая их комплексный, междисциплинарный характер. Свою лепту вносит и доступ малых и средних (МСП) и микро-предприятий к большим объёмам венчурного капитала и иных инвестиций, а также стратегическим фокусом крупных компаний на диалог с МСП, что стимулирует появление большого числа новых технологических игроков. Всё большую роль в инновационных процессах играют также сообщества практики, промежуточные и конечные потребители – ранние и квалифицированные пользователи [10; 22; 26]. Рискнём предположить, что в новых условиях оценка производительности инновационных систем в сфере прорывных и перспективных технологий может даже описываться в терминах закона Меткалфа (ценность сети пропорциональна квадрату числа её пользователей).

Несмотря на огромное значение ИР и сопутствующей деятельности, всё более значительная часть вызовов современного технологического и инновационного развития связана с диффузией технологий, включая формирование новых стандартов и норм, перестройки технологических и бизнес-процессов, формирования перспективных схем монетизации прорывных и передовых технологий. Более того, эта часть инновационного процесса оказывается центральной для их успеха⁸. Это тем более верно в современных условиях, с их растущей избыточностью информации и информационными асимметриями, естественными ресурсными ограничениями (в условиях глобальной конкуренции) и объективной сложностью и затратностью перестройки организационных, технологических и бизнес-процессов в рамках отдельных компаний (особенно МСП), ГСЦ и целых отраслей [17; 20; 25]⁹. Одновременно, успех этих процессов определяет и совокупность социально-экономических эффектов от новых технологий, что уже является предметом интереса государства.

Взаимосвязанной темой является акцепция рынком прорывных и перспективных технологий и, особенно, ТШП. Поскольку новые технологии нередко меняют основы сложившейся системы оценки ценности продукта и культуру потребления, этот вопрос является значимым для их развития, создавая первично серьёзные барьеры на пути распространения передовых решений.

В данном отношении в качестве своего рода кейса можно было бы привести пример автономного вождения. Несмотря на объективные изменения культуры

⁸ См.: OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016. P. 56

⁹ См.: The Next Production Revolution... Pp. 244-245, 248-250, 327, etc.

использования автомобилем и позитивный фон в СМИ, рост рынка сдерживается (если не принимать во внимание отдельные категории жителей мегаполисов) культурно-социальными факторами, включая нехватку информации и доверия, отсутствие культуры использования, опасения социальных последствий (безработица и пр.). Несмотря на постепенное улучшение ситуации, проблема чётко просматривается при анализе опросов даже в таких странах, как ФРГ (где уровень доверия к автопроизводителям традиционно высок) и США (с их культом цифровых технологий)¹⁰.

В настоящий момент в той или иной мере данные факторы учитываются в государственной политике, но сказать, что она в полной мере соответствует новым реалиям инновационного и научно-технологического развития, уже нельзя. Отсюда эксперименты с глобальными режимами, государственными закупками¹¹ и иными способами преодоления барьеров на ранних этапах диффузии и масштабирования новых технологий. Однако паллиативные меры, связанные с модернизацией существующего инструментария и подходов, как представляется, исчерпали себя.

Научно-технологическая и инновационная политика: направления эволюции

Избранный фокус на развитие прорывных и перспективных технологий объективно требует интенсификации и перестройки научно-технологической и инновационной политики как наиболее развитых, так и развивающихся стран.

Сразу оговоримся, что речь идёт не о ресурсном обеспечении инновационно-технологических процессов. Анализ бюджетов ИР показывает, что хотя объём государственных расходов, вероятно, не вполне соответствуют масштабам поставленных задач, ресурсы корпоративного и венчурного секторов позволяют поддерживать адекватный уровень финансирования науки, технологий и инноваций. Причём ситуация сохранится на перспективу, т.к. рост мировой экономики требует постоянной технологической подпитки и, в свою очередь, обеспечивает возможность наращивать ИР и иные затраты/инвестиции. Так, согласно оценкам ИМЭМО РАН, на период до 2035 г. сохранится опережающая динамика роста расходов на ИР относительно роста мирового ВВП – с увеличением на-укоёмкости экономики мира и крупнейших экономик. При пересчёте на постоянные цены 2016 г., общий объём расходов на ИР в мире практически удвоится –

¹⁰ Ferris R. There is a ton of people who still don't want to ride in self-driving cars, says survey // CNBC. 24.08.2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cnn.com/2017/08/24/consumers-still-anxious-about-autonomous-cars-says-gartner.html> (дата обращения: 01.08.2018); Hutson M. People don't trust driverless cars. Researchers are trying to change that // Science. 2017. Dec. 14. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sciencemag.org/news/2017/12/people-don-t-trust-driverless-cars-researchers-are-trying-change> (дата обращения: 01.08.2018); Giffi C.A., Vitale J., Schiller T., Robinson R. A reality check on advanced vehicle technologies. Deloitte. 08.01.2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/industry/automotive/advanced-vehicle-technologies-autonomous-electric-vehicles.html> (дата обращения: 01.08.2018).

¹¹ OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016. Pp. 48, 51, 176, 179-180

с 1,7 трлн долл. США в 2016 г. до 3,3 трлн долл. в 2035 г.¹². Причём рост будет значим как в быстрорастущих (Китай, Индия и пр.), так и в развитых экономиках. Нет никаких сомнений и в том, что развитие прорывных и перспективных технологий получит необходимый уровень поддержки.

Таким образом, основные вызовы носят институциональный и инструментальный характер. Данная проблема, в целом, очевидна для ключевых субъектов, в наиболее развитых странах, КНР, России и иных государствах. Как следствие, наблюдается поиск новых (или обновлённых) форм и способов реализации государственной поддержки прорывных и перспективных технологий¹³ [7]. Но если совершенствование традиционных инструментов и подходов происходит на регулярной основе, то основной площадкой для экспериментов с 2010 г. выступают уже упоминавшиеся крупные «зонтичные» технологические программы, объединяющие разные группы мероприятий. Среди них хорошо известная Индустрия 4.0 в Германии, Manufacturing U.S.A. и Инициатива в сфере исследования мозга в США, программы «Сделано в Китае 2025» и «Интернет+» (КНР) и «Делай в Индии» (Индия), «Общество 5.0» (Япония), Национальная технологическая инициатива и Программа цифровая экономика в России и многие другие [2; 7; 15; 19]¹⁴.

С известной долей условности и с пониманием непрерывности процесса экспериментирования с инструментарием научно-технологической и инновационной политики, можно выделить несколько новых направлений государственных усилий.

Во-первых, наблюдается выраженный рост интереса к инструментам, поддерживающим новые, распределённые формы коммуникации и взаимодействия субъектов. Сюда относятся усилия, которые вслед за известным исследователем промышленной политики Д. Родриком можно назвать стратегической коллаборацией и координацией государственных и частных усилий [21, р. 27], реализация идеологии т.н. «тройной» [8] и «четверной» спиралей (взаимодействие государства, бизнеса, науки и общественных структур), поддержка экосистем и кластеров [6]. Не считая таких уже классических примеров, как, например, Технологические платформы Европейского союза, одним из трендов можно назвать формирование многофункциональных распределённых институтов, обеспечивающих реализацию и координацию проектной деятельности субъектов по перспективным научно-технологическим направлениям, доступ к уникальному

¹² Прогноз заведующего Сектором прогнозирования мировой экономики ИМЭМО РАН Г.И. Мачавариани на основании данных IMF, World Economic Outlook Database, World Bank Group, WDI database.

¹³ OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016. Pp. 61-188; The Next Production Revolution... Pp. 328, 228, etc.

¹⁴ См. также: Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Acatech. National Academy of Science and Engineering. 2013. [Электронный ресурс]. URL: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf (дата обращения: 01.09.2018); The Next Production Revolution... Pp.329-335, 342-351; Fukuyama M. Society 5.0: Aiming for a New Human-Centered Society // Japan Spotlight. July / August 2018. [Электронный ресурс]. URL: https://www.jef.or.jp/journal/pdf/220th_Special_Article_02.pdf (дата обращения: 01.09.2018).

оборудованию, компетенциям и базами данных, и, одновременно, выступающих как организаторы формирования экосистем, прото-кластеров и стоимостных цепочек в сфере новых прорывных и перспективных технологий. Характерными примерами подобных структур являются институты промышленных инноваций в США, катаapult-центры в Великобритании, частично – с учётом уже сложившихся практики – институты Общества Фраунгофера в Германии и пр. [7; 9; 20; 25]¹⁵.

Заметим, что до определённой степени подобные институты способствуют также формированию системы ранних и квалифицированных пользователей. С одной стороны, они снижают информационные асимметрии субъектов за счёт интенсивных информационных, просветительских мероприятий, создания опытно-демонстрационных и пилотных площадок и проектов. С другой – формируют предметный опыт и практики использования новейших технологий через вовлечение в проектную деятельность и коммуникацию широкого круга малых, средних и крупных предприятий и университетов, льготный доступ к новому оборудованию или услугами и т.д.

Новое качество в меняющихся условиях приобретают и традиционные инструменты, такие, как кластеры [6] или центры научно-технологического превосходства (ЦП), необходимые для усиления или поддержания глобальной конкурентоспособности страны и/или региона по избранным направлениям развития. Так, статус ЦП, помимо междисциплинарного характера ИР, интенсивного межорганизационного и международного сотрудничества предполагает также решение задач коммуникации и коллаборации ключевых субъектов науки, технологий и инноваций – от формирования экспертных сетей до участия в формировании ядра будущих инновационно-технологических кластеров¹⁶.

Одним из основных изменений является постепенный переход к поддержке прорывных и перспективных технологий на всех ключевых этапах жизненного цикла.

Речь, в частности, идёт о продолжающемся смещении акцентов на усилия по обеспечению условий масштабирования и акцепции новых технологий экономикой. Первым этапом этого процесса стала политика по обеспечению трансфера технологий, активность которой нарастает с 1980-х гг. Однако всё более актуальной оказывается смежная задача, связанная с диффузией прорывных и перспективных технологий и созданию условий максимизации их социально-экономических эффектов. Данные мероприятия долгое время поддерживались слабо или вообще находились вне внимания регуляторов (де-факто рассматривались либо как искажающие правила рынка, либо как выходящие за пределы компетенций научно-технологической и инновационной политики). Сохранение подобного подхода не представляется возможным, особенно

¹⁵ The Next Production Revolution... Pp. 342, 351

¹⁶ См.: Promoting Research Excellence: New Approaches to Funding. Paris: OECD Publishing, 2014. DOI: 10.1787/9789264207462-en. 216 p.

с учётом объективных барьеров на пути развития и масштабирования новых технологий как ТШП. Как следствие, на одно из ключевых мест выходят вопросы работы с т.н. «мягкой» инфраструктурой диффузии – специализированными платформами «стратегической» коллаборации и координации, экосистемами и сопутствующими институтами, такими, как профессиональные общества и пр. Как показывает анализ профильных усилий в рамках текущих флагманских программ [2; 9; 20], а также платформ, успехи в данном процессе есть, однако они сдерживаются несоответствием инструментов государственного бюджетирования и регулирования реалиями распределенных инновационных систем.

Выводы и дискуссия

Разработка, диффузия и масштабирование прорывных и перспективных технологий становится всё более актуальной задачей, требующей высокого динамизма преобразований научно-технологической и инновационной политики. В соответствии с законом необходимого разнообразия (закон Эшби) традиционные, даже модернизированные институты, подходы, инструменты и практики управления не полностью отвечают новым задачам и процессам научно-технологического и инновационного развития, сложность, взаимосвязанность и дифференцированность которых нарастает. Это тем более верно, что любое новое поколение прорывных и перспективных технологий требует особого обращения, вплоть до новых агентов развития. Последнее, в целом, подтверждается историей науки и техники: как пример можно привести роль крупных инвестиционных банков во «второй» промышленной революции, госпрограмм и госструктур в развитии ядерного и космического мегапроектов; венчурного капитала, «предпринимательских» университетов и специализированных государственных институтов развития (от американской DARPA до финских SITRA и TEKES) в период компьютерной и интернет-/коммуникационной революции. Несмотря на наличие целого ряда гибридных и транзитных институтов, формировавшихся со второй половины XX в. в ответ на меняющиеся условия научно-технологического и инновационного развития, и активное экспериментирование с новыми формами, данный процесс находится на ранней стадии. Помимо прочего, это объясняется пока не до конца очевидными последствиями и параметрами развития самих прорывных и перспективных технологий¹⁷, но также последствиями очередного раунда глобализации конца 1990-х – 2000-х гг., динамикой «больших вызовов» и иными внешними факторами.

Как показывает проведённое исследование, на данный момент фиксируется несколько основных направлений – и, одновременно, вызовов – эволюции научно-технологической и инновационной политики в части поддержки прорывных

¹⁷ См., например, относительно цифровых технологий: Trade and Development Report 2018. Pp. 80-87

и перспективных технологий. Все они определяются комбинацией рамочных социально-экономических процессов и интересов субъектов, а также характеристиками новых инновационных процессов и самих технологий. Связаны они, прежде всего, с перестройкой инструментария, форм и задач политики под распределённые процессы, сетевые формы отношений и новые виды субъектов, возникающие в сфере прорывных и перспективных технологий, а также с переходом к управлению развитием на принципах жизненного цикла, где новый фокус (не снижая поддержки ИР и ключевых субъектов) делается в том числе на диффузии и совершенствовании социально-экономических параметров новых технологий за пределами традиционных усилий по их трансферу и поддержки коммерциализации.

В значительной мере препятствием на пути к успеху этих новых мероприятий и форм являются доминирующие нормы, подходы и культура научно-технологической и инновационной политики. Наиболее очевидно это при анализе применимости традиционных инструментов бюджетирования для поддержки экосистем [2; 9]. Однако и на техническом уровне (постановка задач, разработка системы контроля и пр.) наблюдаются серьёзные проблемы. В частности, чиновникам нередко сложно идентифицировать конкретный результат или субъект-бенефициара господдержки. Хорошим примером является ситуация, когда де-факто результатом должна стать система горизонтальных связей со всеми сопутствующими синергетическими эффектами и эффектами перелива, не поддающаяся чёткой квантификации, тем более на коротких и равных – отчётных – промежутках времени. Как следствие, государственные и окологосударственные структуры формируют пакет мер и пытаются оценить параметры их эффективности на априори нерелевантных принципах, что нередко ведёт или к трате ресурсов, или к невольному искажению задач, когда те же экосистемные и диффузионные процессы регулятор вынуждено подгоняет под лекала классических ИР или иной проектной деятельности.

Отдельным фактором является учёт последствий глобализации. В частности, фокус, позитивные и негативные критерии выбора объектов поддержки становится всё менее очевидными в условиях доминирования ГСЦ, высокой роли иностранных ТНК в инновационном развитии страны пребывания (актуально даже для США), появления международной научной и технологической специализации, трансграничной синергии/интеграции отдельных НИС (страны ЕС, Израиль – США и пр.) или их элементов (кластеров, экосистем и пр.). Как представляется, всплеск экономического национализма и протекционизма в мире ясно показывает, что даже параметры ответа на этот вызов пока не осмыслены, кроме, разве что, регионального измерения. В последнем отношении отдельные научно-технологические инновационные мероприятия ЕС могут служить если и не эталоном, то, по крайней мере, важным кейсом.

Наконец, поскольку новые ТШП способны вызвать масштабные изменения социально-экономических процессов, налицо необходимость роста системно-

сти мер госполитики¹⁸. Помимо нормальной межведомственной координации в сфере науки, технологий и инноваций, речь идёт также о повышении связанности, а местами даже конвергенции научно-технологической и инновационной политики с иными направлениями, включая финансовую, промышленную (отраслевую) и социальную. Причём в силу роста значения человеческого капитала, значения социальных и ценностных соображений для диффузии технологий и иных соображений, социально-гуманитарное измерение приобретает особое значение. Наиболее очевидные последствия касаются формирования новых компетенций (в рамках изменений сферы образования и системы переподготовки кадров), коррекции паттернов потребления (включая стандарты, стимулирующие финансовые меры и пр.), предотвращения негативных трендов на рынках труда – таких, как нехватка квалифицированного персонала или угроза структурной безработицы, адаптации старших поколений к новым реалиям жизни (безотносительно к феномену т.н. «серебряного» спроса, т.е. рынков, ориентированных на лиц старшего возраста). Отработанных решений или хотя бы чёткого понимания пути изменений в данном отношении пока также нет.

Все эти перемены, в свою очередь, требуют серьёзных изменений в подходах к организации и реализации политического процесса, связанного с определением перспективных целей и задач, выбора и доработки необходимых инструментов, диалога с ключевыми субъектами о развитии прорывных и перспективных технологий и, шире, научно-технологической и инновационной деятельности. Последние 25 лет в практике как развитых, так и развивающихся стран все активно используется форсайт, а также иные элементы т.н. управления на основе ожиданий (*anticipatory governance*) [5; 11; 12]. Однако, тренды социально-экономического и научно-технологического развития показывают, что эффективность этих инструментов остаётся пока не полностью удовлетворительной. Возможно, развитие новых цифровых технологий, включая искусственный интеллект, позволит повысить их продуктивность – хотя они же явно поставят целый ряд болезненных вопросов об этических стандартах, конфиденциальности (“*privacy*”), угрозах правам и свободам граждан и пр. Как представляется, требуется следующий шаг как в научно-обоснованном анализе возможностей госполитики будущего относительно прорывных и перспективных технологий, так и в выработке практических подходов к ее формированию и реализации.

Список литературы:

1. Варнавский В.Г. Экономический рост в США: тренды и факторы // *Мировая экономика и международные отношения*. 2016. Т.60. № 2. С. 26-39.
2. Данилин И.В., Мамедьяров З.А. Национальная технологическая инициатива: новый фокус и вызовы реализации российской инновационной политики / *Год планеты*. Вып. 2016 г.: экономика, политика, безопасность. Гл. ред. В.Г. Барановский. М.: Идея-Пресс, 2016. С. 121-131.
3. Иванова Н.И. Данилин И.В. Антикризисные

¹⁸ См. также: OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016. P.172

- программы в инновационной сфере // *Мировая экономика и международные отношения*. 2010. № 1. С. 26-37.
4. Капелюшников Р.И. Идея «вековой стагнации»: три версии // *Вопросы экономики*. 2015. № 5. С. 104 – 133
 5. Кинэн М. Технологический Форсайт: международный опыт // *Форсайт*. 2009. Т. 3. № 3. С. 60–68
 6. Куценко Е.С. Рациональная кластерная стратегия: маневрируя между провалами рынка и государства // *Форсайт*. 2012. Т. 6. № 3. С. 6-15
 7. *Отраслевые инструменты инновационной политики*. Отв. ред. акад. Н.И. Иванова. М.: ИМЭМО РАН, 2016. 161 с.
 8. Чесбро Г. *Открытые инновации. Создание прибыльных технологий*. М.: Поколение, 2007. 336 с.
 9. Bonvillian W.B. *Advanced Manufacturing: A New Policy Challenge* // *Annals of Science and Technology Policy*. 2017. Vol. 1. № 1. Pp 1-131. DOI: 10.1561/110.00000001
 10. Fuchs E.R.H. *Rethinking the role of the state in technology development: DARPA and the case for embedded network governance* // *Research Policy*. 2010. Vol. 39. Issue 9. Pp. 1133-1147
 11. Fuerth L.S. *Foresight and anticipatory governance* // *Foresight*. 2009. Vol. 11, no. 4. Pp.14-32. DOI: 10.1108/14636680910982412
 12. Fuller S. *Knowledge politics and new converging technologies: a social epistemological perspective* // *Innovation: the European journal of social science research*. 2009. Vol. 22, no. 1. Pp. 7-34. DOI: 10.1080/13511610902770552
 13. Hwang V.W., Horowitz G. *The Rainforest: The Secret to Building the Next Silicon Valley*. Los Altos Hills, CA: Regenwald, 2012. 304 p.
 14. Jovanovic B., Rousseau P.L. *General purpose technologies* / *Handbook of Economic Growth*, Vol. 1B. Ed.by Aghion P., Durlauf S.N. Amsterdam: Elsevier B.V., 2005. Pp. 1181-1224. DOI: 10.1016/S1574-0684(05)01018-X
 15. Ling Li. *China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of "Made-in-China 2025" and "Industry 4.0"* // *Technological Forecasting and Social Change*. 2018. Vol 135. Pp. 66–74. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.05.028
 16. Mazzucato M. *The Entrepreneurial State – Debunking Public vs. Private Sector Myths*. London: Demos, 2011. 150 p.
 17. Müller J.M., Buliga O., Voigt K.-I. *Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0* // *Technological Forecasting and Social Change*. 2018. Vol.132. Pp.2-17. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.12.019
 18. Oh D.-S., Phillips F., Park S., Lee E. *Innovation ecosystems: A critical examination* // *Technovation*. 2016. Vol. 54. Pp.1-6
 19. Rajan J., Mehta Y. *Manufacturing Sectors in India: Outlook and Challenges* // *Procedia Engineering*. 2017. Vol.174. Pp.90–104. doi:10.1016/j.proeng.2017.01.173
 20. Reynolds E.B., Uygun Y. *Strengthening advanced manufacturing innovation ecosystems: The case of Massachusetts* // *Technological Forecasting and Social Change*. 2017. 14 p. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.06.003
 21. Rodrik D. *Normalizing Industrial Policy*. Working Paper no.3. Commission on Growth and Development. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 2008. [Электронный ресурс]. 40 p. URL: https://siteresources.worldbank.org/EXTPREMNET/Resources/489960-1338997241035/Growth_Commission_Working_Paper_3_Normalizing_Industrial_Policy.pdf (дата обращения: 01.02.2017)
 22. Rogers E. *Diffusion of Innovations*. 4th edition. New York: The Free Press, 1995. 524 p.
 23. Rotolo D., Hicks D., Martin B. *What Is an Emerging Technology?* // *Research Policy*. 2015. Vol. 10. Issue 44. P. 1827-1843.
 24. Russell M. G., Smorodinskaya N.V. *Leveraging complexity for ecosystemic innovation* // *Technological Forecasting and Social Change*. 2018. Issue 136. Pp. 114–131. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.11.024
 25. Tassej G. *Competing in Advanced Manufacturing: The Need for Improved Growth Models and Policies* // *Journal of Economic Perspectives*. 2014. Vol.28. Issue 1. Pp.27-48. DOI: 10.1257/jep.28.1.27
 26. von Hippel E.A. *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press, 2005. 204 p.
 27. Wolf I. *The Interaction Between Humans and Autonomous Agents / Autonomous Driving: Technical, Legal and Social Aspects*. Maurer M., Gerdes J.Ch., Ladenburg B.L. (Eds.). Berlin: Springer, 2016. 706 p.
 28. Wübbcke J., Meissner M., Zenglein M.J., Ives J., Conrad B. *Made in China 2025*. Mercator Institute for China Studies. *Papers on China*. 2016. №2. 74 p. URL: https://www.merics.org/sites/default/files/2017-09/MPOC_No.2_MadeinChina2025.pdf

Об авторе:

Иван Владимирович Данилин – старший научный сотрудник Лаборатории анализа международных проблем МГИМО МИД России, 119454, Москва, проспект Вернадского, 76. Заведующий Отделом науки и инноваций, Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М.Примакова (ИМЭМО) РАН. Россия, 117997, Москва, улица Профсоюзная, д.23, E-mail: danilin.iv@imemo.ru.

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (номер договора о выделении гранта 14.461.31.000)

EMERGING TECHNOLOGIES DEVELOPMENT: CHALLENGES FOR THE SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION POLICIES

I.V. Danilin
DOI 10.24833/2071-8160-2018-6-63-255-270

Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations
Moscow State Institute of International Relations (MGIMO-University)

Abstract: The article discusses transformations of science, technology and innovation policy as a result of emphasis on the emerging technologies. Crisis and recession were the immediate causes for their actualization, but real reasons appear to be long-term socio-economic problems, which, in turn, form requirements for emerging technologies policies. Another group of policy factors are defined by the evolution of innovation processes, including rise of innovation ecosystems and growing importance of technology diffusion. New tasks required policy transformations, with important experiments realized within technological programs like Industrie 4.0. Among key policy trends was creation of new institutions that provide, in addition to research and development, communication of actors, formation of ecosystems and clusters in the area of emerging technologies. Another focus was technology diffusion through standards, specialized platforms and related institutions. These novelties face serious challenges. Traditional policy instruments do not correlate with the needs of new actors and processes, resulting in inefficiency of efforts. Another challenge is globalization, also growing interdependencies of innovation systems. Given the scale of expected changes, there is a need for both increased coordination of government efforts, as well as increased coherence and convergence of science, technology and innovation policy with related areas, including social policy. The latter is especially important due to the human capital and social dimensions of emerging technologies development and diffusion. In turn, these changes will require new approaches to the political process in science and technology area, including improvements in anticipatory governance practices and search for new, innovative solutions.

Key words: Disruptive and emerging technologies; ecosystems; science and technology policies; innovation systems.

References

1. Varnavskii V.G. Ekonomicheskiy rost v SShA: trendy i faktory [Economic growth in the U.S.A.: trends and factors]. *Mirovaia ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniia*. 2016, vol.60, no.2, pp. 26-39. (In Russian).
2. Danilin I.V., Mamed'iarov Z.A. Natsional'naiia tekhnologicheskaiia initsiativa: novyi fokus i vyzovy realizatsii Rossiiskoi innovatsionnoi politiki [National Technology Initiative: New Focus and Challenges of Russian Innovation Policy Realization]. *God planety*. 2016. Ekonomika, politika, bezopasnost'. Ed. by V.G. Baranovskii. Moscow: Ideia-Press, 2016. Pp.121-131. (In Russian).
3. Ivanova N.I. Danilin I.V. Antikrizisnye programmy v innovatsionnoi sfere [Anticrisis Programs in the Innovation Sphere]. *Mirovaia ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniia*. 2010, no.1, pp. 26-37 (In Russian)
4. Kapeliushnikov R.I. Ideia «vekovoi stagnatsii»: tri versii [Ideas of Secular Stagnation: Three Versions]. *Voprosy ekonomiki*. 2015, no.5, pp. 104 – 133. (In Russian).
5. Kinen M. Tekhnologicheskii Forsayt: mezhdunarodnyy opyt [Technology Foresight: International Experience]. *Foresight-Russia*. 2009, vol. 3, no 3, pp. 60-68. (In Russian).
6. Kutsenko E.S. Ratsional'naiia klasternaia strategii: manevriruia mezhdur provalami rynka i gosudarstva [Rationalizing the Cluster Strategy: Maneuvering Between Market and State Failures]. *Foresight-Russia*. 2012, vol. 6, no. 3, pp.6-15 (In Russian)
7. Otrasleye instrument innovatsionnoi politiki [Instruments of Industrial Innovation Policy]. Ed by. N.I. Ivanova. Moscow: IMEMO RAN, 2016. 161 p. (In Russian)
8. Chesbrough W. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Publishing Corporation, 2006. 228 p.
9. Bonvillian W.B. Advanced Manufacturing: A New Policy Challenge. *Annals of Science and Technology Policy*. 2017, vol. 1, no. 1, pp. 1-131. DOI: 10.1561/110.00000001
10. Fuchs E.R.H. Rethinking the role of the state in technology development: DARPA and the case for embedded network governance. *Research Policy*. 2010, vol. 39, no. 9, pp. 1133-1147.
11. Fuerth L.S. Foresight and anticipatory governance. *Foresight*. 2009, vol. 11, no. 4, pp.14-32. DOI: 10.1108/14636680910982412
12. Fuller S. Knowledge politics and new converging technologies: a social epistemological perspective. *Innovation: the European journal of social science research*. 2009, vol. 22, no. 1, pp. 7-34. DOI: 10.1080/13511610902770552
13. Hwang V.W., Horowitz G. *The Rainforest: The Secret to Building the Next Silicon Valley*. Los Altos Hills, CA: Regenwald, 2012. 304 p.
14. Jovanovic B., Rousseau P.L. General purpose technologies in *Handbook of Economic Growth*. Vol. 1B. Ed. by Aghion P., Durlauf S.N. Amsterdam: Elsevier B.V., 2005. Pp. 1181-1224. DOI: 10.1016/S1574-0684(05)01018-X
15. Ling Li. China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of "Made-in-China 2025" and "Industry 4.0". *Technological Forecasting and Social Change*. 2018, vol. 135, pp. 66-74. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.05.028
16. Mazzucato M. *The Entrepreneurial State – Debunking Public vs. Private Sector Myths*. London: Demos, 2011. 150 p.
17. Müller J.M., Buliga O., Voigt K.-I. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*. 2018, vol.132, pp.2-17. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.12.019
18. Oh D.-S., Phillips F., Park S., Lee E. Innovation ecosystems: A critical examination. *Technovation*. 2016, vol. 54, pp.1-6.
19. Rajan J., Mehta Y. Manufacturing Sectors in India: Outlook and Challenges. *Procedia Engineering*. 2017, vol. 174, pp.90-104. doi:10.1016/j.proeng.2017.01.173
20. Reynolds E.B., Uygun Y. Strengthening advanced manufacturing innovation ecosystems: The case of Massachusetts. *Technological Forecasting and Social Change*. 2017. 14 p. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.06.003

21. Rodrik D. *Normalizing Industrial Policy*. Working Paper no.3. Commission on Growth and Development. The International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank. 2008. 40 p. URL: https://siteresources.worldbank.org/EXTPREMNET/Resources/489960-1338997241035/Growth_Commission_Working_Paper_3_Normalizing_Industrial_Policy.pdf (accessed: 01.02.2017).
22. Rogers E. *Diffusion of Innovations*. 4th edition. New York: The Free Press, 1995. 524 p.
23. Rotolo D., Hicks D., Martin B. What Is an Emerging Technology? *Research Policy*. 2015, vol. 10, no. 44, pp. 1827-1843.
24. Russell M. G., Smorodinskaya N.V. Leveraging complexity for ecosystemic innovation. *Technological Forecasting and Social Change*. 2018, vol. 136, pp. 114–131. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.11.024
25. Tassef G. Competing in Advanced Manufacturing: The Need for Improved Growth Models and Policies. *Journal of Economic Perspectives*. 2014, vol.28, no 1, pp.27-48. DOI: 10.1257/jep.28.1.27
26. von Hippel E.A. *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press, 2005. 204 p.
27. Wolf I. *The Interaction Between Humans and Autonomous Agents* in Autonomous Driving: Technical, Legal and Social Aspects. Ed. by Maurer M., Gerdes J.Ch., Ladenburg B.L. Springer, 2016. 706 p.
28. Wübbecke J., Meissner M., Zenglein M.J., Ives J., Conrad B. Made in China 2025. Mercator Institute for China Studies. *Papers on China*. 2016, no.2, 74 p. URL: https://www.merics.org/sites/default/files/2017-09/MPOC_No.2_MadeinChina2025.pdf

About the author:

Ivan V. Danilin – PhD in Political Sciences. Senior Research Fellow at the Laboratory of the Analysis of International Problems at the Moscow State Institute of International Relations. MGIMO Russian Ministry of Foreign Affairs. Russia, 119454, Moscow, Vernadsky Prospekt, 76. Head of Department for Science and Innovation at the Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations, Russian Academy of Sciences (IMEMO). E-mail: danilin.iv@imemo.ru.

Research is accomplished with financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (contract #14.461.31.000)