

МАКРОЭКОНОМИКА

*Г. И. Идрисов, В. Н. Княгинин,
А. Л. Кудрин, Е. С. Рожкова*

Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России*

В статье обсуждается сущность изменений, получивших название «новая технологическая революция», рассматриваются вызовы, которые ставит перед Россией наблюдающийся в мире технологический переход. На базе анализа готовности страны к его осуществлению одновременно или с опережением ведущих индустриальных стран формулируются целевое видение того, как можно инициировать в России технологическую революцию и ее приоритетные направления. Дополнительно оцениваются риски и сценарии действий, предлагаются основные меры и выделяются этапы их реализации. Задача статьи — ввести ускоренную технологическую трансформацию в состав первоочередных целей российской экономической политики с использованием терминологии в области радикальных производственных инноваций.

Ключевые слова: технологическая революция, производительность, стратегия для России.

JEL: L5, O14, O30.

В последние десятилетия ряд экономистов объясняют долговременную экономическую стагнацию¹ замедлением темпов роста производительности, которое началось еще в 1970-е годы. Распространена точка зрения, что в мире происходят важные структурные изменения, когда

Идрисов Георгий Искандерович (idrisov@ier.ru), д. э. н., директор Института отраслевых рынков и инфраструктуры Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), руководитель направления «Реальный сектор» Института экономической политики (ИЭП) имени Е. Т. Гайдара (Москва); *Княгинин Владимир Николаевич* (V.Knyagin@csr.ru), к. ю. н., вице-президент фонда «Центр стратегических разработок» (ЦСР; Москва); *Кудрин Алексей Леонидович*, к. э. н., проф. Санкт-Петербургского государственного университета, председатель Совета фонда ЦСР (Москва); *Рожкова Елена Сергеевна* (e.rozhkova@csr.ru), руководитель проектного направления фонда ЦСР (Москва).

* Статья основана на материалах экспертно-аналитического доклада «Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России», подготовленного ЦСР. Авторы выражают признательность анонимному рецензенту за полезные замечания.

¹ Термин «долговременная стагнация» ввел Л. Саммерс (подробнее см.: Teulings, Baldwin, 2014).

на смену индустриальной стадии развития приходит инновационная (Ясин и др., 2013), в рамках которой стагнацию можно преодолеть благодаря воздействию факторов научно-технологического прогресса, способствующих повышению темпов роста производительности. Некоторые страны уже стали увязывать эти процессы в рамках соответствующей экономической и научно-технологической политики. В частности, политику, направленную на переход к новой промышленной организации и на стимулирование производительности, реализуют Германия, США, Великобритания, Франция, Китай, Ю. Корея и другие страны. Причем в ряде стран, например в Ю. Корее², отдельно институционализированы организации, отвечающие за рост производительности. В других странах (Китай³, Малайзия⁴, Казахстан⁵) последовательно реализуется политика повышения эффективности государственного сектора экономики.

Кризис производительности: традиционные технологии достигли ее пределов

Тенденция к снижению темпов роста производительности в большинстве индустриально развитых стран наиболее сильно проявилась в конце 2000-х — начале 2010-х годов (рис. 1–2). С 2011 г. темпы ее роста не превышают 1% в год (это в два и более раза ниже, чем в 1990–2000 и 2000–2007 гг.).

На развитие промышленности стали сильно влиять падающая отдача от масштаба и избыточность основных фондов. Особенно серьезно сократился рост производительности в обрабатывающей промышленности, которая выступает системным заказчиком и потребителем продукции инновационно-технологических отраслей. Фактически речь идет о том, что традиционные технологии производства в большинстве секторов приблизились к пределу производительности, за которым отдача инвестиций резко падает. Эффективность традиционных технологий стала снижаться и в неиндустриальных секторах экономики: сельском хозяйстве, транспорте, энергетике, здравоохранении, образовании и социальной сфере в целом⁶.

² В Ю. Корее в соответствии с Законом о промышленном развитии с 1986 г. в качестве специальной корпорации действует Корейский центр производительности труда (Korea Productivity Center).

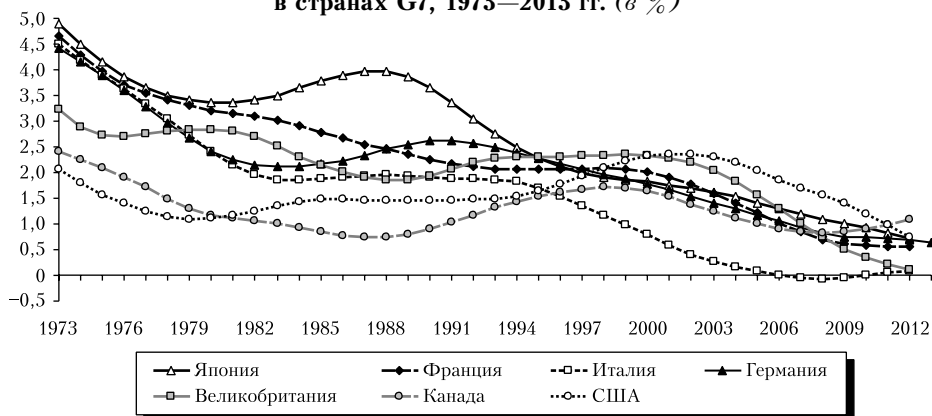
³ В Китае в рамках принятого в 1998 г. «Трехлетнего плана реформ», направленного на «реабилитацию» неприбыльных госкомпаний, были предусмотрены инициативы по технологической модернизации госпредприятий. Эта линия продолжается в рамках деятельности созданного в 2003 г. Комитета по контролю и управлению государственным имуществом Китая.

⁴ В 2015 г. в Малайзии завершена Программа трансформации компаний с государственным участием (Government Linked Companies Transformation Program, GLCTP), которая реализовывалась с 2005 г.

⁵ В Казахстане реализуется Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015–2019 гг., пришедшая на смену Государственной программе по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010–2014 гг. Государственная программа реализуется в соответствии с принципами Концепции индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015–2019 гг.

⁶ См. дополнительно гипотезу преждевременной деиндустриализации, выдвинутую Д. Родриком (Rodrik, 2016).

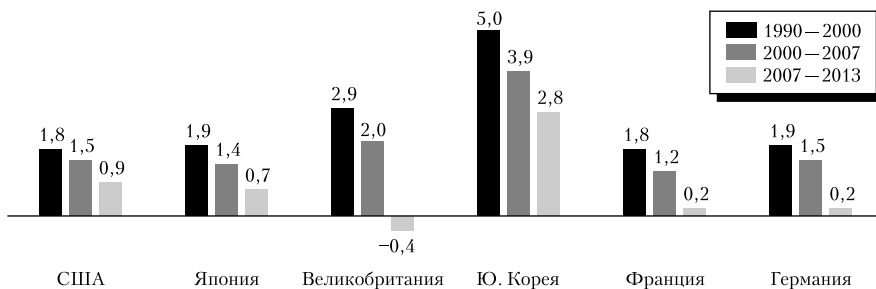
**Динамика темпов роста производительности экономики
в странах G7, 1973–2013 гг. (в %)**



Источник: ЦСР по данным ОЭСР.

Рис. 1

**Темпы ежегодного прироста производительности труда
(ВВП в расчете на 1 час занятых) в развитых странах
(в %, в среднем за период)**

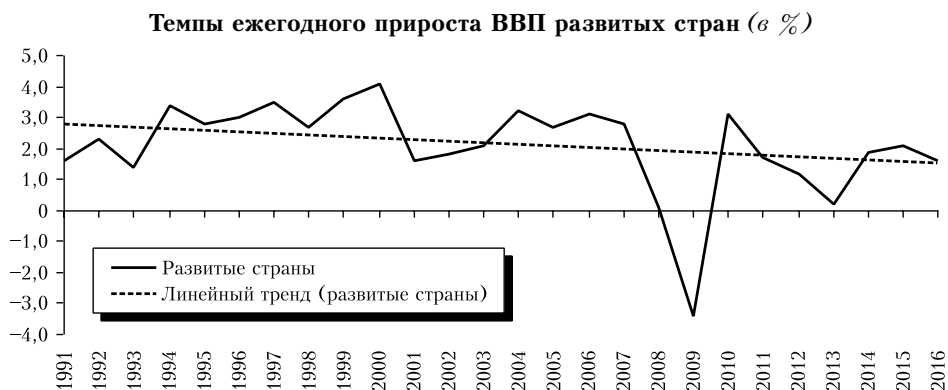


Источник: ИМЭМО РАН по данным ОЭСР.

Рис. 2

Снижение темпов роста производительности в развитых странах совпало с изменением основных параметров потребительского спроса, с переходом к потреблению глубоко кастомизированных или индивидуализированных продуктов. Даже в фазе восстановительного подъема после глобального финансово-экономического кризиса 2008–2010 гг. наблюдается относительно слабая экономическая динамика: темпы ежегодного прироста мирового ВВП в 2012–2016 гг. установились в среднем на уровне, который значительно (на 20–25%) ниже значений предкризисного десятилетия 1998–2007 гг. (рис. 3).

Индустриально развитые страны начали проигрывать конкуренцию по издержкам развивающимся странам (прежде всего Китаю), способным обеспечить необходимые для экономической эффективности большой масштаб производства и низкий уровень затрат на рабочую силу. Ситуация конкуренции для развитых стран усугубляется тем, что в последние десятилетия развивающиеся страны смогли создать собственный внутренний рынок, не только значительный по



Источник: ИМЭМО РАН по данным МВФ.

Рис. 3

объемам, но и демонстрирующий спрос на сложные технологические продукты: он выступает самостоятельным источником роста для этих стран, уже не зависящих исключительно от торговли с Северной Америкой, ЕС и Японией.

Технологический переход как условие восстановления высоких темпов роста производительности труда и экономики в целом

Взрывное развитие и распространение новых технологий, их проникновение во все сферы человеческой деятельности приводят к быстрым и глубоким изменениям архитектуры рынков, бизнес-моделей и организационных структур действующих на них игроков. Происходящие изменения настолько значительны, что мир вступает, возможно, в крупнейший за всю историю технологический переход, когда богатство природных ресурсов и дешевизна труда перестают быть основными факторами роста. Совокупно эти масштабные изменения оцениваются как «новая промышленная революция» (которую часто называют «четвертой»)⁷ или, в более узком смысле, как «технологическая революция»⁸, в основе которой лежит переход от

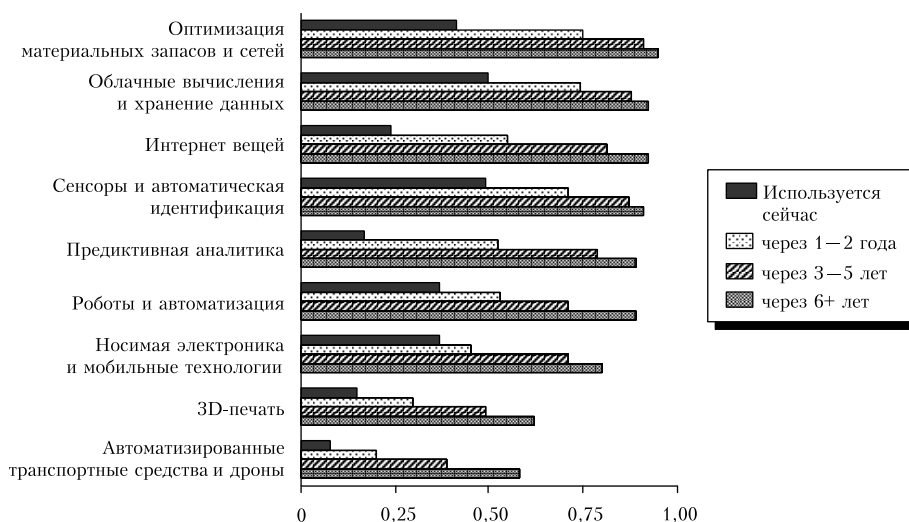
⁷ Считается, что первая промышленная революция (1760–1830-е годы) связана с переходом к машинному производству и его фабрично-заводской организации; вторая — с массовым производством при конвейерной организации (1910–1930-е годы); третья — с массовым производством глубоко кастомизированной продукции при гибких производственных системах и распределенном производстве, основанном на компьютерных технологиях (1970–1990-е годы) (см.: Марш, 2013; Рифкин, 2014; Шваб, 2016; Kaplinsky, Cooper, 2005; Kressel, Lento, 2007; Jovane et al., 2009; The Economist, 2012).

⁸ В общем виде термин «технологическая революция» можно определить как смену технологической парадигмы, комплекса лежащих в основе производства ключевых технологий. Технологическая революция предполагает качественное изменение в способе ведения хозяйственной деятельности, основанное на массовом применении технологических решений, которые позволяют радикально/экспоненциально повысить производительность различных секторов экономики и социальной сферы. Конечно, технологическая революция — одна из составных частей промышленной революции, наряду с социально-политической трансформацией, перестройкой основных видов инфраструктуры и системы расселения.

массового производства стандартизированной продукции к гибкому высокоэффективному производству, выпускающему индивидуализированную продукцию. При этом «сквозными» процессами для всех видов производств становятся передовые технологии, платформенные решения и цифровая трансформация (рис. 4).

Планируемая адаптация компаний к росту инноваций

(результаты опроса 1100 компаний с оборотом свыше 10 млн долл., 2017 г.)



Источники: МНИ; Deloitte Consulting.

Рис. 4

По расчетам аналитиков, именно эти технологии (в форме конкретных «прорывных» технологий и «радикальных» инноваций) создают условия для принципиально иного качества развития и должны обеспечить от 60 до 80% прогнозируемого экономического роста (рис. 5)⁹. В частности, данные технологии позволяют:

- существенно увеличить добавленную стоимость, производимую секторами, при неизменности, а иногда и сокращении роли традиционных факторов производства;
- обеспечить новое качество производственно-технологических процессов, а именно — скорость, точность, гибкость, сложность, недостижимые в традиционных производствах;
- перейти к выпуску продуктов, «закрывающих» старые и «открывающих» новые рынки.

Основными характеристиками технологической революции, таким образом, становятся:

- использование передовых производственных технологий (компьютерное проектирование, создание новых материалов и способов их обработки);

⁹ См., например: Moskowitz, 2009; Мокир, 2014; Muro, 2016.

**Зависимость экономического роста
от применения передовых производственных технологий**
(вклад технологий в экономический рост, в %)



Источник: Moskowitz, 2009.

Рис. 5

– цифровизация, которая прежде всего подразумевает революцию в потребительских свойствах продуктов;

– переход к платформенным решениям, которые изменяют архитектуру рынков, функционал компаний и их позиции в системе разделения труда¹⁰.

Отдельные технологии, лежащие в основе текущей производственной революции, разрабатываются уже несколько десятилетий. В настоящее время они начинают применяться как единые комплексы: информационные технологии объединяются с операционными; проектирование материала интегрируется с проектированием конструкций в производстве, например, современных самолетов, энергоустановок, медицинских изделий и пр. Применение платформенных решений приводит к перестройке архитектуры рынков. Здесь можно назвать огромные платформы американских компаний Amazon, Apple, Uber или китайской Alibaba. Но в результате развития мультисервисных платформ трансформируются и изначально производственные компании — Siemens, General Electric, ABB, Boeing, Airbus и др. Эти компании меняют не только технологическую основу, но и свои бизнес-модели, систему управления, перестраивают цепочки создания стоимости своих продуктов.

Многочисленные исследования показывают, что передовые технологии будут распространяться очень быстро и окажут системное повсеместное влияние на конфигурацию и объемы рынков. В полной мере этот тренд, как ожидается, реализуется в течение ближайших 10–15 лет. По прогнозам, пик новой промышленной революции (масштабирование «прорывных» технологий и смена архитектуры рынков) придется на 2020–2030-е годы¹¹. При этом в мире не только обновится

¹⁰ Более подробное описание характеристик новой технологической революции см. в: ЦСР, 2017.

¹¹ См., например: Гохберг, 2014; Дежина и др., 2015; ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, 2014 и др.

структура экономики, но и сложится новая экономическая география со своим ядром — странами — лидерами текущей революции, а также с технологической периферией, представленной странами, отставшими в своем развитии.

Вызовы и масштаб участия России в новой технологической революции

Для России участие в новой технологической революции выступает одним из главных социально-экономических и исторических вызовов первой половины XXI в. Помимо универсальных «больших вызовов»¹², Россия сталкивается с комплексом специфических вызовов и проблем, которые определяют особенности ее участия в технологической революции. Введение секторальных санкций против России со стороны ЕС и США с 2014 г. четко выявило ряд направлений, по которым наша страна на данный момент не может конкурировать с зарубежными партнерами. Падение мировых цен на нефть в 2014–2015 гг. существенно сократило величину природной ренты, что поставило перед РФ вопрос о радикальной диверсификации национальной экономики, которая все еще в значительной степени зависит от экспорта энергоносителей¹³.

В данном контексте именно продуктивное включение в новую технологическую революцию, осуществление требуемого для этого структурного маневра в экономике и социальной системе должны стать одной из главных целей России в среднесрочной перспективе. Но для этого нужно перейти к новой модели развития на базе высокотехнологичных отраслей, основанных на научных знаниях и инновационных технологиях. При этом императив повышения темпов роста производительности, ставший определяющим для развитых стран, в России приобретает другое звучание: российской экономике необходимо обеспечить такой рост производительности труда, чтобы в кратчайшие сроки ликвидировать отставание от стран-лидеров и не уступать им в будущем. Однако в настоящее время в России наблюдаются низкий уровень инновационного потенциала, недостаточно высокая результативность научно-технологической деятельности, скромные результаты в области цифровизации и платформизации экономики¹⁴.

¹² «Большие вызовы» — совокупность проблем и возможностей, реакция на которые признается обществом и государством на данный период главной задачей развития. Универсальными «большими вызовами» в настоящее время признаны: исчерпание и снижение эффективности использования традиционных ресурсов; демографическое сжатие и старение населения; отставание в росте продолжительности жизни от других индустриально развитых стран; изменение климата; трудности адаптации общества и государства к распространению новых «прорывных» технологий. Наука и технологии выступают инструментами, вооружающими общество знаниями, которые необходимы для ответа на данные вызовы, что предполагает воплощение знаний и технологий в инновации и требует расширения научно-технологической политики за счет тесной координации с инновационной политикой (см., например: UN GA, 2000; 2015; ЕС DG Research, 2009). Наиболее значимые «большие вызовы» для России закреплены в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642.

¹³ Подробнее см.: Idrisov, Sinelnikov-Murylev, 2015; Идрисов и др., 2017.

¹⁴ Подробнее см.: ЦСР, 2017.

Особенности государственной научно-технологической и инновационной политики

В России на государственном уровне в последние десятилетия реализовывались целенаправленные меры по развитию национальной инновационной системы и среды инноваций. В основном они касались формирования системы правового и нормативного регулирования научно-технологической и инновационной деятельности, повышения эффективности науки, создания инфраструктуры инноваций и компетенций инновационной деятельности, развития инновационного бизнеса и инновационного потенциала промышленности и регионов, расширения участия России в мировой инновационной системе. Сформировалась система финансирования инновационных проектов в рамках государственных программ РФ и федеральных целевых программ; сложилась система институтов развития в сфере инноваций, обеспечивающая грантовое и заемное финансирование инновационных проектов для технологических предпринимателей и предприятий.

В промышленном секторе переход на инновационную модель развития был закреплен в серии отраслевых стратегий, касающихся в основном обрабатывающих отраслей, а также в отраслевых планах импортозамещения в промышленности. Кроме того, было усовершенствовано законодательство в сфере применения наилучших доступных технологий. Еще одним инструментом, призванным способствовать технологической перезагрузке российской экономики, стали программы инновационного развития (ПИР) государственных корпораций и компаний с государственным участием, ведущих деятельность в наукоемких отраслях. За 2011–2016 гг. финансирование ПИР госкомпаний существенно выросло: в 2016 г. валовые расходы в рамках реализации ПИР достигли 1346 млрд руб. (1,7% ВВП), а валовые расходы на НИОКР — 466 млрд (по сравнению со 192 млрд руб. в 2011 г.)¹⁵. Резко увеличились затраты на технологические инновации организаций промышленного производства, находящихся в собственности госкорпораций: по данным НИИ РИНКЦЭ, за 2010–2015 гг. показатель вырос в 26 раз (с 2,15 млрд руб. в 2010 г. до 56 млрд в 2015 г.).

В рамках выполнения поручения Президента РФ от 12 декабря 2012 г. № Пр-3410 были разработаны «дорожные карты», направленные на развитие новых приоритетных секторов российской экономики: информационные технологии, фотоника, производство композитных материалов, развитие биотехнологий и геномной инженерии, инжиниринг и промышленный дизайн. В 2015 г. также по поручению президента РФ была запущена Национальная технологическая инициатива (НТИ) — долгосрочная комплексная программа, основанная на государственно-частном партнерстве и направленная на поддержку лидерства российских компаний на высокотехнологичных рынках, которые будут определять структуру мировой экономики в ближайшие 15–20 лет (к 2035 г. объем каждого из них должен превысить 100 млрд долл.). В соответствии с поручениями президента РФ утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации» и связанные с ней документы.

¹⁵ По данным Минэкономразвития России на основе отчетов компаний.

Благодаря ряду поддержанных на государственном уровне инициатив и проектов у страны сохраняется «окно возможностей» для преобразований, позволяющих претендовать не только на лидерство по ряду технологических направлений, но и на заметную долю в мировой экономике. Однако вопрос о повышении эффективности применяемых инструментов остается актуальным¹⁶.

Ключевая проблема — высокая степень зависимости запущенных инициатив от бюджетного финансирования: в условиях ограниченности средств полноценно и эффективно функционировать могут лишь проекты, в рамках которых удастся быстро отладить механизмы коммерциализации инновационных решений. Это во многом связано с тем, что бюджетные институты (планирование, выделение средств или закупки, оценка эффективности) не нацелены на технологическое развитие, а ориентированы преимущественно на инерционное ресурсное обеспечение существующих отраслей и цепочек создания добавленной стоимости, на консервацию традиционных решений, протекционизм внутри национальных границ, поддержку неэффективных предприятий. Декларируемые в документах стратегического планирования, в том числе в государственных программах РФ, приоритеты развития высокотехнологичных рынков часто не учитываются в практике формирования и администрирования мер бюджетной поддержки, а единая система оценки ее эффективности отсутствует.

Несмотря на реализованные меры государственной политики, обеспечение эффективности системы управления научно-технологическим развитием и формирование эффективной национальной инновационной системы также остаются вызовами для России. На их преодоление направлена Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Неясно, однако, как предложенный в ее рамках подход к выстраиванию государственной научно-технологической политики в качестве ответа на «большие вызовы», стоящие перед государством и обществом, будет отражен в конкретных проектах и мерах¹⁷.

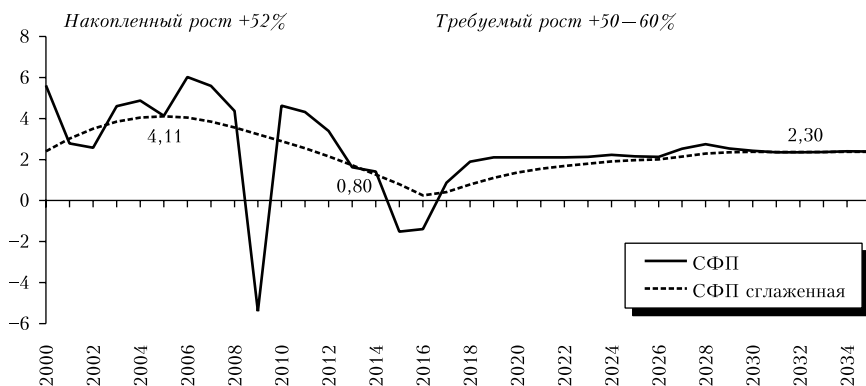
Предлагаемая система действий для России

Как показывает проведенный анализ, Россия фактически с запозданием включается в новую технологическую революцию. Несмотря на активизацию модернизационной повестки и системное выстраивание инновационной политики, пока «технологические» позиции нашей страны на фоне происходящих в мире изменений слабые. Вклад совокупной факторной производительности

¹⁶ Более подробный анализ особенностей государственной научно-технологической и инновационной политики см. в: ЦСР, 2017; анализ инновационной политики и деятельности институтов развития см. также в: Российская венчурная компания, 2015; 2016.

¹⁷ Более подробный анализ особенностей проводимой в России научно-технологической и инновационной политики см. в: ЦСР, 2017.

Фактическая и прогнозная динамика СФП (в %)



Источник: расчеты Института Гайдара и ЦСР.

Рис. 6

(СФП)¹⁸, учитывающий в том числе «премию новых технологий», в экономический рост традиционно невелик. Согласно расчетам ЦСР, для достижения в 2024 г. потенциальных темпов экономического роста 4,0% ВВП необходимо (рис. 6):

– при сохранении существующей производительности экономики добавить в нее 4,6 млн занятых и 40 трлн руб. инвестиций в основной капитал (сверх инерционного сценария развития);

– либо при сложившихся трендах в области численности населения и инвестиций обеспечить рост СФП до 2% в год.

При этом очевидно, что технологическая революция, с одной стороны, даст толчок формированию новых отраслей и секторов, а с другой — приведет к глубоким технологическим и организационным изменениям в традиционных отраслях российской экономики. Следовательно, при выборе приоритетных направлений развития ставка должна быть сделана одновременно и на опережающее развитие принципиально новых высокотехнологичных секторов и рынков, и на глубокую технологическую модернизацию традиционных отраслей и производств. Их совмещение может обеспечить фронтальный запуск технологической революции уже в среднесрочной перспективе. Для инициирования в России к 2024 г. собственной технологической революции, осуществления структурного маневра в экономике и социальной сфере на базе передовых технологий и научных знаний важны следующие направления развития (ЦСР, 2017).

1. Модернизация традиционных секторов

Глубокая и радикальная технологическая модернизация, по нашему мнению, должна охватить отрасли, которые составляют сейчас и по

¹⁸ Совокупная факторная производительность — расчетный показатель, характеризующий разницу между наблюдаемыми темпами роста и темпами, которые можно объяснить накоплением факторов производства.

прогнозам будут составлять в середине 2020-х годов базовый сектор российской экономики, то есть ТЭК, АПК, металлургию, горнодобывающую промышленность и др.¹⁹ Именно технологическая модернизация производств, подразумевающая введение в эксплуатацию новой техники, усовершенствование действующего оборудования, внедрение комплексной автоматизации, остается одним из основных резервов повышения производительности традиционных секторов.

Как показало исследование, проведенное в феврале 2017 г. ЦСР совместно с Минпромторгом России, ЦМРП и Агентством по технологическому развитию, абсолютное большинство опрошенных руководителей российских промышленных предприятий (83,6%) считают повышение технического уровня производства ключевым внутренним условием роста производительности труда (Минпромторг, 2017). Таким образом, на государственном уровне должны быть созданы условия для запуска в базовом секторе масштабного обновления основных фондов и программного обеспечения, инвестиции в которые могут дать около 40% дополнительного роста производительности²⁰. Это предполагает принятие правительством РФ специальных мер поддержки в рамках действующих госпрограмм.

Деятельность российских компаний целесообразно ориентировать на выпуск продукции новых поколений, переход к стандартам цифровой экономики, применению наилучших доступных технологий. Институциональное закрепление в правительственных документах могут получить принципы поступательного подъема по поколениям продукции и уровням готовности технологий (Technology Readiness Level, TRL) и уровням готовности производства (Manufacturing Readiness Level, MRL)²¹. Например, оценки уровней готовности технологий и производства потребуются для обеспечения перехода российской промышленности к поколению глобально конкурентоспособных модульных цифровых платформенных продуктов (преимущественно с открытой архитектурой), а также к платформенной корпоративной организации в основных отраслях российской промышленности, прежде всего в автомобилестроении, судостроении и авиастроении, космической промышленности, в иных секторах машиностроения, в медицинской технике и фармацевтике, строительстве и эксплуатации атомных станций, сложных технологических объектов в сфере нефте- и газодобычи и др.

Учитывая высокую долю государственного сектора в экономике России, роль ключевых агентов технологического развития фактически могут играть крупные госкорпорации и компании с государственным

¹⁹ Предпосылки для выводов, сделанных авторами, рассматривались в том числе в: Княгинин, Щедровицкий, 2005.

²⁰ Согласно расчетам, сделанным в совместном докладе ЦСР и ЦМАКП (2017).

²¹ В настоящее время в России методики TRL и MRL практически не используются, хотя их применение могло бы значительно повысить эффективность технологического менеджмента, инвестиций в инновационные технологии, а также государственной политики в данной сфере. Индикаторы уровней готовности технологий и производства могут применяться для повышения эффективности грантовых программ, финансирования перспективных проектов, а также решения задач, связанных с сокращением разрыва в распределении инвестиций по стадиям TRL и MRL (предполагается, что государственная поддержка в основном будет предоставляться на начальных уровнях готовности, а бизнес будет инвестировать на более поздних стадиях).

ным участием. В частности, может быть реализован комплекс мер по повышению конкурентоспособности госкомпаний в системообразующих отраслях российской экономики, предполагающий их переход на передовые производственные технологии, цифровые и платформенные решения, выпуск новых поколений продуктов и в целом на стандарты цифровой экономики. Безусловно, необходимо развивать вокруг госкомпаний сеть поставщиков инновационных и высокотехнологичных решений (преимущественно малых и средних предприятий)²². Инициативы в данной области, предложенные президентом и правительством, не только могут способствовать формированию отраслевых и кросс-отраслевых инновационных экосистем, развитию технологического предпринимательства и общему повышению технологической конкурентоспособности российской экономики, но и потребуют изменить систему управления в госкомпаниях, модели проведения и финансирования НИОКР, реализовать новое поколение программ инновационного развития и долгосрочных программ развития (ДПР) госкомпаний. Одновременно на уровне государственной политики необходимо инициировать модернизацию системы технического регулирования и создание передовых систем стандартизации, сертификации и подтверждения соответствия, отвечающих современному уровню и скорости развития технологий²³.

2. Новые высокотехнологичные секторы

Другим направлением действий может стать формирование комплекса значительных по своим масштабам передовых высокотехнологичных отраслей и рынков, способных претендовать на роль нового базового сектора в российской экономике к 2025–2030 гг. По нашим оценкам, к 2024 г. эти новые секторы и отрасли могут составить 10% ВВП страны (сейчас менее 1%).

Основные мероприятия должны быть связаны с масштабированием экспериментальных проектов НТИ до размеров новых (передовых) рынков на принципах партнерства государства и частного сектора. Для объединения усилий государства и рыночных игроков, а также для разделения рисков, традиционно связанных с развитием новых секторов, реализацию крупных проектов НТИ можно поручить специально сформированным проектным технологическим консорциумам. Такие

²² Например, в США в рамках решения похожей задачи с 1977 г. действует программа «Инновационные исследования и разработки малого бизнеса» (Small Business Innovation Research, SBIR), призванная стимулировать американский малый высокотехнологичный бизнес реализовывать научные исследования и разработки с высоким коммерческим потенциалом для нужд федерального правительства. Аналогичная SBIR «Инициатива по поддержке исследовательского потенциала малого бизнеса» (The Small Business Research Initiative, SBRI) реализуется британским агентством Innovate UK: проект предоставляет малым и средним предприятиям возможности, связанные с коммерциализацией разрабатываемых технологий, а также с поиском источников финансирования на ранних этапах развития.

²³ Значительное количество предложений, связанных с необходимостью активного участия государства в изменениях, объективно обусловлено тем, что Россия реализует модель догоняющего развития. При этом всегда возрастает роль государства (подробнее см.: Mathews, Cho, 2000; Matsumoto, 2006; Райнерт, 2011; Гершенкрон, 2015).

консорциумы (в формате инвестиционно-технологических партнерств) могут стать основным организационным механизмом развития цифровой экономики, а также формой реализации «экспериментальной» составляющей современной технологической политики России. Данная практика широко распространена за рубежом²⁴. Поэтому есть все основания предполагать, что меры по запуску в России стратегических технологических консорциумов восполнят дефицит кооперационной культуры и расширят горизонт планирования, необходимый для реализации долгосрочных высокорискованных технологических проектов, а также сбалансируют участие бизнеса в формировании приоритетов государственной инвестиционной политики в технологическом секторе²⁵.

Вместе с этим очевидна необходимость реализовывать другие программы и инициативы технологического развития. Если в настоящее время проекты, поддерживаемые НТИ, преимущественно ориентированы на создание продуктов для конечного потребления (модель B2C), то представляется целесообразным, чтобы другие государственные программы были ориентированы на развитие рынков производственного потребления (модель B2B). Сбалансированная политика, основанная одновременно на этих подходах, позволит эффективнее и быстрее перейти от запуска новых рынков к созданию принципиально новых отраслей экономики.

3. Цифровой переход

Построение основ цифровой экономики — еще один потенциальный приоритет российской технологической повестки. Цифровая трансформация экономики выражается не только в замене аналоговых систем управления цифровыми, но и в интеллектуализации технологических объектов и систем, интеграции информационных и операционных технологий. Ожидается, что в ближайшие десятилетия цифровизация будет вносить основной вклад в повышение эффективности производственно-технологических процессов. Например, по оценкам ведущих

²⁴ Для продвижения решений на базе технологии блокчейн в различных секторах экономики (финансы, здравоохранение, цепочки поставок) создан консорциум Hyperledger, возглавляемый The Linux Foundation, который объединяет компании Accenture, Airbus, American Express, CISCO, Daimler, Fujitsu, IBM, Intel, JP Morgan и др. В рамках другого перспективного рынка — беспилотных транспортных средств — лаборатория AgeLab Массачусетского технологического института совместно с Touchstone Evaluations и Agero создали консорциум в сфере передовых транспортных технологий — AVT (Advanced Vehicle Technology) Consortium. В состав консорциума вошли ведущие автопроизводители, страховые компании и автодилеры, в том числе Delphi, Liberty Mutual Insurance, Jaguar Land Rover, Autoliv и Toyota. Опыт этих и других консорциумов (Industrial Internet Consortium, IoT Consortium и пр.) показывает, что в области новых технологий и перспективных рынков объединение усилий держателей ключевых компетенций более эффективно с точки зрения решения сложных исследовательских, управленческих и регуляторных задач.

²⁵ Мировая практика формирования исследовательских и технологических консорциумов обширна. Япония, США, Ю. Корея и ЕС прибегали к использованию консорциумов в ситуациях форсированного развития целых технологических комплексов. Например, одним из первых наиболее известных исследовательских консорциумов стала инициатива Японии по реализации проекта VLSI (Very Large Scale Integrated circuit), направленная на разработку технологии производства полупроводников. Проект был запущен в 1975 г. и длился 10 лет. Вклад государства составил 22% общего объема финансирования проекта. Более подробный анализ особенностей деятельности и функций исследовательских и технологических консорциумов см. в: Sakakibara, 1997; Mothe, Quelin, 2001; Carayannis, Alexander, 2006; Majewski, 2008; Wardenaar, 2014.

аналитических агентств²⁶, к 2024 г. доля цифровой экономики России может превысить 6% ВВП.

При этом принятая правительством РФ программа «Цифровая экономика Российской Федерации», которая в настоящее время в основном сосредоточена на приоритетах развития сектора ИКТ, должна заложить фундамент для изменений в различных секторах экономики, поскольку такие сферы, как медиа, финансы, а также сектор услуг, уже пережили цифровую трансформацию. По нашему мнению, это означает, что по мере реализации программа должна расширяться за счет осуществления цифрового перехода в реальном секторе экономики — в основных отраслях промышленности и ключевых инфраструктурных секторах²⁷. Кроме этого, необходима цифровизация критических для России инфраструктур, к которым на следующем шаге реализации Федерального закона от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» могут быть отнесены информационная инфраструктура, здравоохранение, наука, транспорт, связь, энергетика, банковская и иные сферы финансового рынка, топливно-энергетический комплекс, включая атомную энергетiku, оборонная, ракетно-космическая, горнодобывающая, металлургическая и химическая промышленность, а также системы продовольственного обеспечения и государственного управления.

Именно в этих сегментах должны быть сосредоточены основные усилия и ресурсы государственной поддержки цифровизации экономики в рамках программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и других госпрограмм. Кроме того, технологии, которые лежат в основе цифровой экономики, — работа с большими данными, облачные вычисления, искусственный интеллект, машинное обучение и др., — должны перейти в статус технологий общего пользования (см.: Cossia, 2015). Все общество должно иметь возможность воспользоваться преимуществами, которые дают технологии, избегая при этом цифровой исключенности. Для этого необходимо перевести на стандарты цифровой экономики систему государственного управления, а также финансовый сектор.

²⁶ В докладе Boston Consulting Group «Россия онлайн? Догнать нельзя отстать» отмечается, что при реализации сценария интенсивной цифровизации к 2021 г. можно увеличить долю цифровой экономики в России до 5,6% ВВП, а также создать масштабные межотраслевые эффекты и реальную добавленную стоимость в отраслях до 5–7 трлн руб. в год. По данным BCG, в 2015 г. доля цифровой экономики в России составляла 2,1% (BCG, 2016).

²⁷ Продвинутая часть российской промышленности уже разрабатывает и применяет передовые решения в сфере цифровизации производства. Ряд системообразующих российских компаний формируют повестку собственной цифровой трансформации: КАМАЗ, ОАК, РЖД, ОДК, УАЗ и пр. Далеко продвинулись в цифровизации производства металлургические компании: «Евраз», «Северсталь», НМЛК и др. На многих производствах внедряют в том числе российские технологические решения, которые в настоящее время не очень отстают от мировых: SDI Solution (управление мастер-данными); Аспект и Mail.ru (подключенное производство и платформы индустриального интернета); Yandex (использование искусственного интеллекта для оптимизации производственных процессов в металлургии); НПК «Разумные решения» (мультиагентные системы); СМЛ (компьютерный инжиниринг последнего поколения, цифровые двойники, цифровые фабрики); Data Advance (предиктивная аналитика, компьютерный инжиниринг); ВИСТ Групп (цифровизация горнодобывающей промышленности); Атомстройэкспорт (цифровая платформа строительства и эксплуатации сложных технологических объектов); «Еврохим» (IIoT и аналитика данных последнего поколения); ТЕХНОСЕРВ (платформа для «Аэрофлота», клиентский менеджмент на базе IIoT) и пр.).

Риск для России в том, что действия государства будут сосредоточены на развитии только специальной цифровой инфраструктуры, то есть основаны на позиции, что рынок и реальный сектор сами отрегулируют то, как им провести цифровую трансформацию. Однако гораздо важнее оперативно осуществить фронтальный цифровой переход во всей экономике, для чего требуется специальная государственная политика. Зарубежный опыт (например, Германии) демонстрирует, что невозможно системно переключить экономику и социальную сферу на цифровые технологии и платформенную архитектуру только за счет изменения системы правового регулирования и государственных инвестиций в специальную инфраструктуру. Здесь требуется комплексный, всеобъемлющий подход, который, помимо изменений в законодательстве, учитывал бы перемены, затрагивающие реальные экономические процессы и их участников²⁸.

4. Реинжиниринг институтов развития и комплексная поддержка технологического предпринимательства

Следующий шаг радикальной технологической модернизации подразумевает фокусирование деятельности институтов развития на включении России в технологическую революцию и развитии радикальных инноваций, а также создание комфортной и эффективной регуляторной среды для инноваций и технологического предпринимательства, облегчающей разработку и внедрение передовых технологий. Комплекс сформированных в России институтов развития, направленных на поддержку инноваций и технологического предпринимательства, не ориентирован на решение задач новой технологической революции (возможно, за исключением АО «Роснано» и институтов НТИ)²⁹. Ключевая проблема институтов развития состоит в их постепенном смещении в зону финансирования проектов с наименьшим риском (проектов поздних стадий инновационного цикла — прототипа изделия, опытного образца). Это в том числе стало следствием избыточного давления контрольно-надзорных органов, ориентированных на получение стопроцентного результата при вложении государственных средств. Но тогда недофинансированными остаются инновационные проекты ранних стадий и заделные (поисковые и проблемно-ориентированные) исследования, которые могут стать основой для будущих технологических прорывов.

В связи с ростом и усложнением задач по поддержке инновационных технологических проектов перспективная деятельность институтов

²⁸ Например, цифровизация экономики выступает одной из центральных тем и направлений научно-технологической политики Германии: в 2014 г. федеральное правительство разработало программный документ, получивший название «Цифровая повестка 2014–2017» (Digitale Agenda 2014–2017), а в 2016 г. была принята «Цифровая стратегия – 2025» («DE.DIGITAL»). В рамках последней предполагается реализация 10 конкретных шагов по переходу к цифровой экономике и цифровому обществу: отдельные меры связаны с развитием новых бизнес-моделей для малого бизнеса, налаживанием взаимодействия между стартапами и зрелыми компаниями, созданием эффективной регуляторной среды, которая способствовала бы увеличению инвестиций и появлению инноваций, и т. д. Одним из результатов реализации этих мер можно считать стабильный рост индекса цифровизации экономики и общества (Digital Economy and Society Index, DESI) для Германии: если в 2014 г. его значение составляло 0,49, то в 2017 г. — 0,56.

²⁹ Об особенностях современного технологического предпринимательства см. подробнее, например, в: Ковалевич, Щедровицкий, 2016.

развития, с нашей точки зрения, должна быть переориентирована на обеспечение непрерывности инновационного процесса, стыковку между его стадиями («инновационный лифт»), создание стартапов на всех этапах жизненного цикла инновационного продукта (базовые исследования, создание концепта, развитие технологии на ранней стадии, создание продукта, производство и маркетинг) и на предоставление им технологических и организационных сервисов. Это означает, что правительство должно принять меры по закреплению специализации институтов развития на определенных стадиях жизненного цикла инноваций: от высокорискованных ранних (достартаповских, посевных) до поздних (стартаповских). Кроме того, целесообразно учредить ряд институтов развития (переориентировать действующие) для поддержки прорывных разработок и высокорискованных поисковых исследований, приводящих к смене научной или технологической парадигмы.

Отдельным приоритетом должно стать государственное содействие развитию в России высокотехнологичных компаний и технологического предпринимательства. Ключевыми здесь могут стать институциональные меры в части регулирования контрольно-надзорной деятельности, внесения изменений в стандарты работы контрольно-надзорных органов при проверке финансирования НИОКР и инновационно-технологической деятельности, а также создание правовых условий, облегчающих разработку передовых технологий в области нейронаук, биомедицинских исследований, биоинжиниринга, искусственного интеллекта и пр. Кроме того, по линии институтов развития необходимо инициировать программы, направленные на поддержку среднего инновационного бизнеса, а также стимулирование быстрорастущих малых и средних инновационных предприятий (со среднегодовым темпом роста выручки не менее 15% за последние пять лет), так называемых «газелей».

5. Формирование и сохранение научной базы, обеспечивающей готовность России к технологическому рынку

В парадигме новой технологической революции наука и инновационно-технологические разработки становятся основным фактором производства. В связи с этим России необходимо иметь собственную научную базу, обеспечивающую готовность страны к текущей технологической революции и к технологическим изменениям после 2035 г.

Условиями реализации в России технологической революции выступают переход к новой специализации российской науки и трансформация сектора фундаментальной и прикладной науки в целостную национальную научно-технологическую систему, которая отвечала бы на «большие вызовы», возникающие перед обществом и государством в долгосрочной перспективе. Правительство РФ должно сфокусировать российский сектор НИОКР на приоритетных направлениях науки, техники и технологий; необходимо принять долгосрочные стратегии проведения научных исследований и технологических разработок в разных сферах, а также системно готовить отраслевые, межотраслевые прогнозы и программы (стратегии) научно-технологического развития.

Одновременно в России должна быть выстроена система «страховки» от глобальных рисков и угроз, связанных с технологической революцией, что требует специально настроенной системы фундаментальных исследований и научно-технологического прогнозирования.

В приоритетном порядке изменения, безусловно, должны затронуть наиболее крупную и авторитетную научную и исследовательскую структуру — Российскую академию наук (РАН). Для этого необходимо модернизировать РАН и входящие в нее организации, в том числе с учетом их предложений, чтобы способствовать переходу РАН на принципиально новый уровень («РАН 2.0»)³⁰.

Помимо этого, отдельными масштабными блоками действий со стороны правительства должны стать: развернутая поддержка системы инженерно-технического образования и формирование на базе ведущих университетов «фабрик» генерации новых технологий и новых предприятий; запуск нового формата проектов повышения глобальной конкурентоспособности университетов³¹ (продолжение Проекта «5-100»); развитие рынка труда в сфере исследований и разработок³²; создание специальной цифровой исследовательской и технологической инфраструктуры нового поколения для исследований, разработок и технологического предпринимательства³³. Целесообразно подготовить масштабные исследовательские и технологические инициативы президента России³⁴ по тематикам, согласованным с приоритетными направлениями науки и технологий в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: биомедицинские исследования и трансляционная медицина; исследования и разработки в сфере передовых производственных технологий; искусственный интеллект; природоподобные технологии; сохранение, использование и развитие экосистем Арктического региона и др. Кроме того, совместно с субъектами Российской Федерации может быть реализована программа создания крупных современных

³⁰ Например, Китайская академия наук под давлением указанных выше тенденций и критики со стороны политических кругов запустила Программу инициативных действий (Pioneering Action Initiative), направленную на повышение конкурентоспособности академии на международной арене, решение ключевых национальных общественных и экономических проблем.

³¹ В Докладе ЮНЕСКО по науке (UNESCO, 2015) отмечается, что университеты становятся глобальными игроками в системе фундаментальной науки. Они проводят все больше фундаментальных исследований в разных форматах (спин-оффы, совместные с предприятиями лаборатории и т. д.). Для них фундаментальные исследования не только выступают генераторами новых знаний, но и способствуют повышению качества университетского образования.

³² Все более углубляющееся разделение научного труда требует реорганизации сложившейся системы научно-исследовательской деятельности и специализации различных ее позиций. В России должны профессионально оформиться новые классы кадровых позиций в этой сфере, например такая позиция, как «руководитель научных проектов» — аналог principal investigator, PI, который определяет конкретную исследовательскую тематику, а также разрабатывает и реализует стратегии исследовательских проектов.

³³ В том числе специализированное оборудование, система тестовых полигонов, которые принадлежат государству, исследовательским или технологическим консорциумам.

³⁴ Такие инициативы президента могут выступать специальным механизмом ускоренного развития исследований и разработок в рамках отдельных приоритетных направлений науки и технологий, например в формате комплексных научно-технологических программ. Реализация данных программ должна осуществляться с использованием механизмов исследовательских сетей и стратегических исследовательских консорциумов, участниками которых, помимо исследовательских организаций, могут стать заинтересованные в результатах НИОКР промышленные партнеры, а также государственные регуляторы.

глобально конкурентоспособных инновационных регионов (экосистем), обеспечивающих концентрацию на своей территории образовательных и исследовательских организаций, инновационно-технологических кластеров, исследовательских и инновационных инфраструктур.

Для осуществления этих трансформаций на уровне президента России потребуется инициировать реформу управления российской наукой. Целесообразно, по нашему мнению, создать новый механизм управления в формате специального федерального органа исполнительной власти, наделенного полномочиями по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере высшего образования и науки. Важно также включить государственную научную и технологическую политику в разряд приоритетных для страны на следующем этапе развития, в том числе путем принятия специальных государственных документов — основ политики в этих сферах.

* * *

Учитывая сложности, возникающие в системе государственного управления при необходимости практически одновременно достигать всех предложенных целей, важно сформировать для их реализации взаимосвязанные системы действий — регулярную и экспериментальную. Это означает, что действия по модернизации традиционных отраслей надо увязать с планами и стратегиями существующих систем управления научно-технологическим развитием, а меры по опережающему созданию новых отраслей/рынков вывести в зону *экспериментальных стратегических проектных инициатив, реализуемых специальными проектными офисами*.

В условиях ограниченных ресурсов основная задача в настоящее время — выработать эффективные механизмы государственной научно-технологической политики, которые позволили бы одновременно запустить программы действий по каждому из этих блоков. По сути, это потребует реализации принципов амбидекстрии в системе государственного управления³⁵. Для включения страны в технологическую революцию также нужна специальная социальная, культурная и образовательная политика для сглаживания общественных противоречий. Это означает, что публичная власть, если она решится на реальный запуск технологической революции, должна сформировать предложение обществу, обеспечивающее консенсус при выборе направления развития страны.

³⁵ При изначальной принадлежности понятия «амбидекстрия» к характеристике психофизиологических особенностей человека (равное владение правой и левой рукой), в последние десятилетия оно стало применяться в контексте развития систем операционного менеджмента и стратегического предпринимательства (см., например: Ривз и др., 2016). Так, в работе: Kyrgidou, Hughes, 2010, отмечается, что влияние внутренней среды компании на стратегическое предпринимательство связано с необходимостью развивать разнообразные организационные структуры для реализации действий, направленных, с одной стороны, на поиск бизнес-возможностей, а с другой — на укрепление конкурентных преимуществ. Для одновременного осуществления этих действий условия внутренней среды должны способствовать появлению в компании амбидекстрии, то есть возможности переключаться между действиями, противоречащими друг другу.

Список литературы / References

- Гершенкрон А. (2015). Экономическая отсталость в исторической перспективе. М.: Дело. [Gershenkron A. (2015). *Economic backwardness in historical perspective*. Moscow: Delo. (In Russian).]
- Гохберг Л. М. (ред.) (2014). Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации: 2030. М.: Министерство образования и науки Российской Федерации; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». [Gokhberg L. M. (ed.) (2014). *Forecast of scientific and technological development of the Russian Federation: 2030*. Moscow: Ministry of Education and Science of the Russian Federation; National Research University Higher School of Economics. (In Russian).]
- Дежина И. Г., Пономарев А. К., Фролов А. С. и др. (2015). Новые производственные технологии: публичный аналитический доклад. М.: Дело. [Dezhina I. G., Ponomarev A. K., Frolov A. S. et al. (2015). *New manufacturing technologies: Public analytical report*. Moscow: Delo. (In Russian).]
- Идрисов Г., Мау В., Божечкова А. (2017). В поисках новой модели роста // Вопросы экономики. № 12. С. 5–23. [Idrisov G., Mau V., Vozhechkova A. (2017). Searching for the new growth model. *Voprosy Ekonomiki*, No. 12, pp. 5–23. (In Russian).]
- Княгинин В. Н., Щедровицкий П. Г. (2005). Промышленная политика России: кто оплатит издержки глобализации. М.: Европа. [Knyagin V. N., Shchedrovitskiy P. G. (2005). *The industrial policy of Russia: Who will pay for the costs of globalization*. Moscow: Evropa. (In Russian).]
- Ковалевич Д. А., Щедровицкий П. Г. (2016). Конвейер инновации. М.: Агентство стратегических инициатив: [Электронный ресурс]. <http://asi.ru/conveyor-of-innovations/> [Kovalevich D. A., Shchedrovitskiy P. G. (2016). *Conveyor of innovations*. Moscow: Agency for Strategic Initiatives. (In Russian).]
- Марш П. (2013). Новая промышленная революция: Потребители, глобализация и конец массового производства. М.: Институт Гайдара. [Marsh P. (2013). *The new industrial revolution: Consumers, globalization and the end of mass production*. Moscow: Gaidar Institute Publ. (In Russian).]
- Минпромторг (2017). Производительность труда. Результаты опроса 500 руководителей промышленных предприятий. М.: Минпромторг России; Фонд «Центр стратегических разработок»; Центр мониторинга развития промышленности; Агентство по технологическому развитию. [Minpromtorg (2017). *Labor productivity. 500 firms survey*. Moscow: Minpromtorg, CSR, CMRP, TECH-Agency. (In Russian).]
- Мокир Дж. (2014). Рычаг богатства. Технологическая креативность и экономический прогресс. М.: Изд-во Института Гайдара. [Mokir J. (2014). *The lever of riches: Technological creativity and economic progress*. Moscow: Gaidar Institute Publ. (In Russian).]
- Райнерт Э. С. (2011). Как богатые страны стали богатыми, и почему бедные страны остаются бедными. М.: Издат. дом ВШЭ. [Reinert E. (2011). *How rich countries got rich and why poor countries stay poor*. Moscow: HSE Publ. (In Russian).]
- Ривз М., Хаанес К., Синха Дж. (2016). Стратегии тоже нужна стратегия. М.: Эксмо. [Reeves M., Haanaes K., Sinha J. (2016). *Your strategy needs a strategy: How to choose and execute the right approach*. Moscow: Eksmo. (In Russian).]
- Рифкин Дж. (2014). Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом. М.: АНФ. [Rifkin J. (2014). *The third industrial revolution: How lateral power is transforming energy, the economy, and the world*. Moscow: ANF. (In Russian).]
- Российская венчурная компания (2015). Национальный доклад об инновациях в России 2015. Москва. [Russian Venture Company (2015). *National report on innovations in Russia 2015*. Moscow. (In Russian).]
- Российская венчурная компания (2016). Национальный доклад об инновациях в России 2016. Москва. [Russian Venture Company (2016). *National report on innovations in Russia 2016*. Moscow. (In Russian).]

- ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ (2014). Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов Федерального реестра (отчет). М.: Научно-исследовательский институт — Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертиз. [Research Institute — Republican Research Scientific Consulting Center of Expertise (2014). *Analysis of the level and trends of new manufacturing technologies with experts of the Federal register* (report). Moscow. (In Russian).]
- ЦСР (2017). Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России. Экспертно-аналитический доклад. М.: Центр стратегических разработок. [CSR (2017). *New technological revolution: Challenges and opportunities for Russia* Moscow: Center for Strategic Research. (In Russian).]
- ЦСР, ЦМАКП (2017). Анализ важнейших структурных характеристик производственных мощностей обрабатывающей промышленности России. М.: Центр стратегических разработок; Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования. [CSR, CMAF (2017). *Analysis of the most important structural characteristics of manufacturing production capacities in Russia*. Moscow: Center for Strategic Research; Center for Macroeconomic Analysis and Short-term Forecasting. (In Russian).]
- Шваб К. (2016). Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо. [Schwab K. (2016). *The fourth industrial revolution*. Moscow: Eksmo. (In Russian).]
- Ясин Е. Г., Акиндинова Н. В., Якобсон Л. И., Яковлев А. А. (2013). Состоится ли новая модель экономического роста в России? Доклад к XIV Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. Москва, 2–5 апр. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом ВШЭ. [Yasin E. G., Akindinova N. V., Yakobson L. I., Yakovlev A. A. (2013). *Will there be a new model of economic growth in Russia?* NRU HSE report. Moscow: HSE Publ. (In Russian).]
- BCG (2016). Россия онлайн? Догнать нельзя отстать. М.: The Boston Consulting Group. [BCG (2016). *Russia online? Catch up impossible to fall behind*. Moscow: The Boston Consulting Group.]
- Carayannis E. G., Alexander J. M. (2006). *Global and local knowledge: Glocal transatlantic public-private partnerships for research and technological development*. New York: Palgrave Macmillan, pp. 41–49.
- Coccia M. (2015). General sources of general purpose technologies in complex societies: Theory of global leadership-driven innovation, warfare and human development. *Technology in Society*, Vol. 42, pp. 199–226.
- EC DG Research (2009). *Futures of science in society: Emerging trends and cutting-edge issues*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Idrisov G., Sinelnikov-Murylev S. (2017). The perspectives of long-term growth in Russia. *Acta Oeconomica*, Vol. 65, No. s1, pp. 7–23.
- Jovane F., Westkämper E., Williams D. (2009). *The ManuFuture: Towards competitive and sustainable high-adding-value manufacturing*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kaplinsky R., Cooper Ch. (eds.) (2005). *Technology and development in the third industrial revolution*. London: Frank Cass.
- Kressel H., Lento T. V. (2007). *Competing for the future: How digital innovations are changing the world*. New York: Cambridge University Press.
- Kyrgidou L. P., Hughes M. (2010). Strategic entrepreneurship: Origins, core elements and research directions. *European Business Review*, Vol. 22, No. 1, pp. 43–63.
- Majewski S. E. (2008). *How do consortia organize collaborative R&D? Evidence from the National Cooperative Research Act*. Alfred P. Sloan Foundation, Industry Studies 2008, annual conference, Boston, MA.
- Mathews J. A., Cho D.-S. (2000). *Tiger technology: The creation of a semiconductor industry in East Asia*. New York: Cambridge University Press.
- Matsumoto M. (2006). *Technology gatekeepers for war and peace: The British ship revolution and Japanese industrialization*. New York; Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Moskowitz S. L. (2009). *The advanced materials revolution: Technology and economic growth in the age of globalization*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

- Mothe C., Quelin B. V. (2001). Resource creation and partnership in R&D consortia. *Journal of High Technology Management Research*, Vol. 12, No. 1, pp. 113–138.
- Muro M. (2016). Look to advanced industries to help drive productivity gains. *The Avenue*, July 21.
- Rodrik D. (2016). Premature deindustrialization. *Journal of Economic Growth*, Vol. 21, No. 1, pp. 1–33.
- Sakakibara M. (1997). *Evaluating government-sponsored R&D consortia in Japan: Who benefits and how?* (CIPER Working Paper, No. 97-4). Los Angeles: University of California, Los Angeles, John E. Anderson Graduate School of Management.
- Teulings C., Baldwin R. (eds.) (2014). *Secular stagnation: Facts, causes and cures*. A VoxEU.org eBook. London: Centre for Economic Policy Research (CEPR).
- The Economist (2012). *Manufacturing: The third industrial revolution*. April 21.
- UNESCO (2015). *Science report: Towards 2030*. Paris: UNESCO Publishing.
- UN GA (2000). *United Nations Millennium Declaration (A/RES/55/2)*. New York: UN General Assembly.
- UN GA (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development (A/RES/70/1)*. New York: UN General Assembly.
- Wardenaar T., de Jong S. P. L., Hessels L. K. (2014). Varieties of research coordination: A comparative analysis of two strategic research consortia. *Science and Public Policy*, Vol. 41, No. 6, pp. 780–792.
-

New technological revolution: Challenges and opportunities for Russia

Georgy I. Idrisov^{1,2}, *Vladimir N. Knyagin*³,
Alexey L. Kudrin^{3,4}, *Elena S. Rozhkova*^{3,*}

Authors affiliation: ¹ Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Moscow, Russia); ² Gaidar Institute for Economic Policy (Moscow, Russia); ³ Center for Strategic Research (Moscow, Russia); ⁴ St. Petersburg State University (St. Petersburg, Russia).

* Corresponding author, email: e.rozhkova@csr.ru

The article discusses the core changes, called the “new industrial revolution”. It addresses the challenges that Russia faces in its technological transition. Based on the cross-country analysis of the readiness to transition, we bring the target vision of the technological revolution for Russia. Risks and action scenarios are also evaluated, the main measures are proposed and the stages of their implementation are indicated. The aim of the article is to put the accelerated technological transformation in the list of priority goals for Russian economic policy. The article is based on the Center for Strategic Research report.

Keywords: industrial revolution, productivity, Russian strategy.

JEL: L5, O14, O30.