



ЦЕНТР
СТРАТЕГИЧЕСКИХ
РАЗРАБОТОК

ТЕХНОЛОГИИ

Под научным руководством
В. Н. **КНЯГИНИНА**

**НОВАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
РЕВОЛЮЦИЯ:
ВЫЗОВЫ
И ВОЗМОЖНОСТИ
ДЛЯ РОССИИ**

ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД



Под научным руководством
В. Н. **КНЯГИНИНА**

**НОВАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
РЕВОЛЮЦИЯ:
ВЫЗОВЫ
И ВОЗМОЖНОСТИ
ДЛЯ РОССИИ**

ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД



МОСКВА
ОКТЯБРЬ 2017

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ
ДЛЯ РОССИИ. ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД. МОСКВА, 2017. — 136 С.

НАУЧНОЕ РУКОВОДСТВО:

В. Н. КНЯГИНИН, Вице-президент Фонда «Центр стратегических разработок»,
председатель правления Фонда «Центр стратегических разработок „Северо-Запад“».

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ:

Г. И. ИДРИСОВ, советник председателя совета
Фонда «Центр стратегических разработок».

А. С. КУЗЬМИНА, ведущий аналитик Фонда «Центр стратегических разработок».

Е. С. РОЖКОВА, руководитель проектного направления
Фонда «Центр стратегических разработок».

Д. В. САНАТОВ, советник вице-президента Фонда «Центр стратегических разработок».

Д. К. СУЛТАНОВ, руководитель проектного направления
Фонда «Центр стратегических разработок».

СОДЕРЖАНИЕ

7.....	Глоссарий
13.....	Введение
15.....	Резюме
19.....	1. Новая технологическая революция: передовые производственные технологии, цифровизация и платформизация
20.....	Кризис производительности
25.....	Технологический переход
35.....	Влияние технологической революции на общество
38.....	Технологическая революция как приоритет государственной политики
41.....	2. Вызовы для России
43.....	Императив повышения производительности: российская ситуация
46.....	Россия и новая технологическая революция
57.....	3. Научно-технологическая и промышленная политика России: предпосылки для участия в новой технологической революции
58.....	Нормативное правовое регулирование и стратегические документы
60.....	Институты развития в сфере инноваций
61.....	Технологические платформы, кластеры, особые экономические зоны
62.....	Национальная технологическая инициатива
64.....	Программы инновационного развития госкомпаний
66.....	Инициативы по развитию цифровой экономики
69.....	4. Риски разворачивания в России новой технологической революции
75.....	5. Целевое видение технологического развития России: подходы
76.....	Приоритеты
78.....	Возможные сценарии
80.....	Направления действий
101.....	Этапы реализации
103.....	Заключение
105.....	Приложения
106.....	Приложение 1. Ключевые параметры традиционных отраслей и секторов российской экономики в рамках новой технологической революции
126.....	Приложение 2. Оценка потенциала развития рынков НТИ до 2035 года
132.....	Список использованных источников и литературы

Авторы выражают благодарность за помощь в обсуждении и экспертизе положений доклада, а также за предложения по его совершенствованию заместителю директора департамента стратегического развития ГК «Внешэкономбанк» **Л. Б. ВОДОВАТОВУ**, президенту Фонда «Центр стратегических разработок» **П. А. КАДОЧНИКОВУ**, заместителю председателя (главному экономисту) ГК «Внешэкономбанк» **А. Н. КЛЕПАЧУ**, руководителю направления «Человеческий капитал» Фонда «Центр стратегических разработок» **Л. Н. ОВЧАРОВОЙ**, директору Фонда «Центр стратегических разработок „Северо-Запад“» **М. С. ЛИПЕЦКОЙ**.

Отдельная благодарность за помощь в подготовке справочных и статистических материалов аналитикам Фонда «Центр стратегических разработок» **А. С. БАСОВУ** и **Л. И. ЛЯКИШЕВОЙ**.

ГЛОССАРИЙ

Аддитивное производство — построение сложных трехмерных деталей из цифровых данных 3D-модели путем нанесения последовательных слоев материала (3D-печать).

Блокчейн (от англ. blockchain) — технология, объединяющая ряд математических, криптографических и экономических принципов, которые поддерживают существование распределенного между несколькими участниками реестра. Особенности технологии заключаются в невозможности изменить или подделать данные, в прозрачности производимых транзакций, децентрализованной проверке данных, избыточности узлов сети и особенностях верификации с помощью цифровых подписей.

Всеобщий Интернет («Интернет всего» / The Internet of Everything), «Интернет вещей» (Internet of Things) — термины, обозначающие ведущую концепцию формирования глобальной сетевой информационной инфраструктуры и определяющие вычислительную сеть физических объектов (людей и машин, различных технических устройств), которые оснащены встроенными программными и информационными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Всеобщий Интернет позволяет на основе общих стандартов и протоколов коммуникации идентифицировать и объединить в единое информационное пространство реальные и виртуальные объекты.

Государственная научно-техническая политика — составная часть социально-экономической политики, которая выражает отношение государства к научной и научно-технической деятельности, определяет цели, направления, формы деятельности органов государственной власти Российской Федерации в области науки, техники и реализации достижений науки и техники.

Дискретные производства — изготовление изделия, проходящего через конечное число технологических и сборочных операций. Термин используется для противопоставления непрерывному производству. Дискретным принято считать такой

тип производства, в котором исходный материал (сырье) при переработке в конечный продукт претерпевает более одного передела с прерыванием технологического процесса. Концепция управления жизненным циклом изделий (PLM) приносит максимальный эффект на дискретных производствах.

Инновационная экосистема — совокупность субъектов, взаимодействующих в процессе коммерциализации инноваций и их взаимосвязей, аккумулирующая человеческие, финансовые и иные ресурсы для интенсификации, оптимизации и обеспечения эффективности коммерциализации инноваций.

Институты развития — организации, являющиеся одним из инструментов государственной политики по стимулированию инновационных процессов и развитию инфраструктуры с использованием механизмов государственно-частного партнерства. Деятельность институтов развития направлена на аккумулирование частных инвестиций в приоритетных секторах и отраслях экономики, а также на создание условий для формирования инфраструктуры, обеспечивающей доступ предприятиям, функционирующим в приоритетных сферах экономики, к необходимым финансовым и информационным ресурсам.

Исследования и разработки — творческая деятельность, осуществляемая на систематической основе с целью увеличения запаса знаний и использования его для открытий или разработки новых продуктов, включая улучшенные модификации или качества существующих продуктов, а также для открытий или разработки новых, более эффективных процессов производства.

Кастомизация — индивидуализация продукции под заказы конкретных потребителей путем внесения конструктивных или дизайнерских изменений, главным образом на конечных стадиях производственного цикла.

Компьютерный инжиниринг — комплекс услуг по разработке продукта, проведению расчетов и автоматизации производственных процессов с использованием специализированного инженерного программного обеспечения, включающего в себя современные системы инженерного анализа и моделирования, такие как системы автоматизированного проектирования (Computer-Aided Design, CAD), подготовки производства (Computer-Aided Manufacturing, CAM), инженерного анализа (Computer-Aided Engineering, CAE), управления данными о продукте (Product Data Management, PDM), управления жизненным циклом продукта (Product Lifecycle Management, PLM). С более широкой точки зрения компьютерный инжиниринг — это совокупность всех компонентов, предназначенных для эффективного решения сложных научно-технических проблем путем математического и компьютерного моделирования.

Консорциумы — стратегические исследовательские, технологические или инвестиционные партнерства в составе компаний, поставщиков технологических решений, потребителей этих решений и государственного регулятора (в лице ответственного федерального органа исполнительной власти). Их деятельность оформляется как проектная, направленная на быстрое создание и рост прорывных технологий, новых отраслей и рынков, которые могут стать ведущими для экономики. За консорциумами закрепляется возможность реализации проектов, связанных с совместной предконкурентной разработкой новых технологий, передовых стандартов регулирования, осуществления НИОКР, а также создания тестовых полигонов, предназначенных для тестирования доступности, полноты и совместимости передовых технологических решений.

Концепция уровней готовности производства (Manufacturing Readiness Levels, MRL) — методика, позволяющая произвести оценку готовности производственного процесса к внедрению и использованию новых технологий. Традиционно выделяются десять уровней готовности производства (MRL1- MRL10), в число которых входят определение базовой производственной концепции (MRL1), проектирование производственной линии (MRL2), верификация производственной концепции (MRL3), запуск производственного процесса в лабораторных условиях (MRL4), воспроизводство некоторых элементов производственного процесса в естественных условиях (MRL5), создание прототипов систем и подсистем (MRL6), производство систем, подсистем или их компонентов в условиях, приближенных к реальным (MRL7), испытание пилотной производственной линии (MRL8), запуск мелкосерийного производства (MRL9), создание отлаженной системы полносерийного производства (MRL10).

Концепция уровней готовности технологий (Technology Readiness Levels, TRL) — методика, в соответствии с которой технологические решения оцениваются по степени их «зрелости» и готовности к внедрению в производство. Принято выделять девять уровней (TRL1-TRL9), которые можно условно разделить на три группы — начальные (развитие базовых концептов [TRL1], формулирование концепции технологии [TRL2], аналитическая апробация концепции [TRL3]), средние (апробация макета в лабораторных условиях [TRL4], апробация компонентов технологии в условиях, приближенных к реальным [TRL5], демонстрация прототипа в условиях, приближенных к реальным [TRL6]) и высокие (демонстрация прототипа в эксплуатационных условиях [TRL7], проверка технологии на работоспособность в ожидаемых условиях эксплуатации [TRL8], внедрение технологии в производство [TRL9]).

Наилучшая доступная технология (НДТ) – технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения

целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения¹.

Обратный инжиниринг — исследование некоторого готового устройства или программы, а также документации на него с целью понять принцип его работы; например, чтобы обнаружить недокументированные возможности (в том числе программные закладки), сделать изменение или воспроизвести устройство, программу или иной объект с аналогичными функциями, но без прямого копирования.

Передовые производственные технологии — технологии и технологические процессы (включая необходимое для их реализации оборудование), управляемые с помощью компьютера или основанные на микроэлектронике и используемые при проектировании, производстве или обработке продукции (товаров и услуг). Типичные применения включают автоматизированное конструирование и проектирование, гибкие производственные центры, роботов, автоматически управляемые транспортные средства, системы автоматизированного хранения и поиска. Все они могут быть соединены системами связи (локальными заводскими сетями) в единую гибкую производственную систему, а в конечном счете — в единое автоматизированное предприятие или интегрированную компьютерную производственную систему².

Платформа (цифровая) — принципиальная конструкция объекта, включающая в себя комплекс частей, подсистем, интерфейсов и технологических процессов, в который включены как неизменные («основные»), так и переменные («периферийные») компоненты, варьирующиеся от ситуации к ситуации. При этом можно выделить три основных проявления платформ:

- платформа как технологическая конструкция — программное решение, обеспечивающее интеграцию данных и приложений для их обработки;
- платформа как бизнес-модель, корпоративная организация — экосистема из разработчиков и поставщиков отдельных модулей и приложений вокруг компании-платформера. Стоимость создается за счет облегчения обмена между производителями и потребителями, а также за счет сокращения переменных расходов на разработку и создание нового индивидуального продукта на базе построенной общей исходной платформы;

¹ Определение из Федерального закона от 21 июля 2014 года № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон „Об охране окружающей среды“ и отдельные законодательные акты Российской Федерации»

² Приказ Росстата от 06.09.2012 № 481

- платформа как открытая, общедоступная инфраструктура (площадка, маркетплейс) для взаимодействий между внешними производителями и потребителями с установленными для них условиями управления.

Платформизация — процесс изменения архитектуры/организации рынков товаров и услуг под влиянием распространения модульных цифровых платформ и применения платформенных технологий, которые позволяют подключить к единому информационному пространству людей, устройства и системы по всей цепочке создания добавленной стоимости, а также связанная с данным процессом трансформация бизнес-моделей.

Прорывные исследования — исследования, способные коренным образом изменить понимание важной существующей научной или технологической концепции или привести к созданию новой парадигмы или области в науке и технике.

Совокупная (общая) факторная производительность (СФП) — показатель, исчисляемый как разность между валовой добавленной стоимостью (ВДС) и затратами традиционных факторов производства — труда и капитала. В экономической теории СФП часто рассматривается как показатель, отражающий влияние технического прогресса и улучшения организации производства на объем выпускаемой продукции.

Технологические инновации — деятельность организации, связанная с разработкой и внедрением:

- технологически новых продуктов и процессов;
- технологических усовершенствований в продуктах и процессах;
- технологически новых или значительно усовершенствованных услуг;
- новых или значительно усовершенствованных способов производства (передачи) услуг.

Технологические инновации представляют собой конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового либо усовершенствованного продукта или услуги, внедренных на рынке, нового либо усовершенствованного процесса или способа производства (передачи) услуг, используемых в практической деятельности. Технологическими инновациями могут быть как те продукты, процессы, услуги и методы, которые организация разрабатывает впервые, так и те, которые перенимаются ею у других организаций.

Технологическое предпринимательство — это стиль лидерства в бизнесе, основанный на процессе идентификации технологически интенсивных бизнес-возможностей с высоким потенциалом, а также на управлении быстрым ростом с использованием принципиальных навыков принятия решений в режиме реального времени.

Цифровизация — замена аналоговых (физических) систем сбора и обработки данных технологическими системами, которые генерируют, передают и обрабатывают цифровой сигнал о своем состоянии. В широком смысле — процесс переноса в цифровую среду функций и деятельности (бизнес-процессов), ранее выполнявшихся людьми и организациями.

ВВЕДЕНИЕ

Аналитический доклад «Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России» является результатом осмысления разворачивающихся глобальных процессов, ведущих к смене технологического уклада и моделей экономического роста.

Доклад призван соотнести происходящие в мире технологические и экономические изменения с российской ситуацией и реализуемой государственной политикой в области научно-технологического и инновационного развития.

В представленном докладе предпринимается попытка понять сущность изменений, получивших название новой технологической революции, рассматриваются вызовы, которые ставит перед Россией происходящий в мире технологический переход, анализируется готовность страны к осуществлению такого перехода одновременно с ведущими индустриальными странами или с их опережением, обозначается целевое видение запуска в России технологической революции и его приоритетные направления, оцениваются риски и сценарии действий, предлагаются основные меры и обозначаются этапы их реализации.

При подготовке доклада помимо данных, полученных по итогам анализа статистической информации, стратегических документов Российской Федерации и зарубежных стран, а также открытых данных компаний, позиций ведущих международных организаций, авторитетных аналитических и консалтинговых агентств, были использованы результаты круглых столов и экспертных обсуждений, проведенных на площадке Центра стратегических разработок, Фонда «Сколково», Московской школы управления «Сколково», Высшей школы экономики, Российского союза промышленников и предпринимателей в 2016–2017 годах.

Кроме того, предложения, положенные в основу доклада, обсуждались на форумах и конференциях, в том числе в рамках «Санкт-Петербург-

ского международного экономического форума–2017», международной промышленной выставки «Иннопром–2017», «Красноярского экономического форума–2017» и других мероприятий.

Часть предложений Центра стратегических разработок по мерам, представленным в настоящем докладе, уже получила развитие в ряде государственных программных и нормативных документов.

Более детальный комплекс конкретных мер разработан ЦСР в рамках специального проекта «Российская технологическая революция».

РЕЗЮМЕ

В последние 15 лет высокие темпы роста экономики России были обусловлены прежде всего расширением участия страны в мировых сырьевых и энергетических рынках. В настоящее время возможности экономического роста за счет этих факторов в основном исчерпаны. Перед Россией стоят задачи качественного обновления всех сторон социально-экономической и общественно-политической жизни. Эти задачи диктуются как внешними «большими вызовами»³ глобального характера, так и внутренними процессами.

Для того чтобы противостоять вызовам и минимизировать риски, России необходимо выйти из колеи сырьевой модели роста, несущей в себе определенные угрозы для стабильности социально-экономического развития. Страна должна определиться, совершает ли она стратегические переходы, необходимые для перевода вызовов из статуса проблем в категорию возможностей, которыми можно воспользоваться для возобновления роста.

С вызовами развития сталкивается не только Россия. В конце 2000-х – начале 2010-х годов в большинстве индустриально развитых стран проявилась тенденция к снижению темпов роста производительности. С 2011 года значения роста производительности колеблются в границах, не превышающих 1% в год (это в два и более раз меньше по сравнению

³ «Большие вызовы» — совокупность проблем и возможностей, реакция на которые признается обществом и государством на данный период времени главной задачей своего развития. Универсальными «большими вызовами» для России в настоящий момент 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, необходимыми 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.

с периодами 1990–2000, 2000–2007 и 2007–2013 годов). Потенциал дальнейшего роста производительности в условиях существующего экономического и технологического уклада оказался близок к исчерпанию как в традиционном производстве, так и в непроизводственных секторах.

Сформировать ответ на вызов сохранения конкурентоспособности и достижения высоких темпов производительности в настоящее время призвана, прежде всего, проводимая индустриально развитыми странами и рядом новых индустриальных держав научно-технологическая и инновационная политика. Ее цель — стимулировать разработку и внедрение передовых технологий, производительность которых существенно превышает характеристики традиционных.

Взрывное развитие и распространение новых технологий, их проникновение во все сферы человеческой деятельности приводят сегодня к быстрым и глубоким изменениям глобальных рынков, структуры и характера современного промышленного производства, экономики и социальной сферы. 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 изменения оцениваются как «новая промышленная революция» или, в более узком смысле, как «технологическая революция», в основе которой лежит переход от массового производства стандартизированной продукции к гибкому высокопроизводительному производству, выпускающему индивидуализированную продукцию. При этом «сквозными» технологическими процессами для всех видов производств становятся автоматизация и роботизация, а также интеллектуализация производственных процессов. Именно эти технологии должны обеспечить принципиально иное качество роста.

В частности, базой перехода к новому типу социально-экономического роста становятся «прорывные» производственные технологии и «радикальные» инновации, которые позволяют:

- существенно увеличить общую производительность секторов экономики и социальной сферы;
- обеспечить достижение нового качества производственно-технологических процессов, а именно — скорость, точность, гибкость, сложность, недостижимые в традиционных (конвенциональных) производствах;
- перейти к выпуску продуктов, «закрывающих» старые и «открывающих» новые рынки.

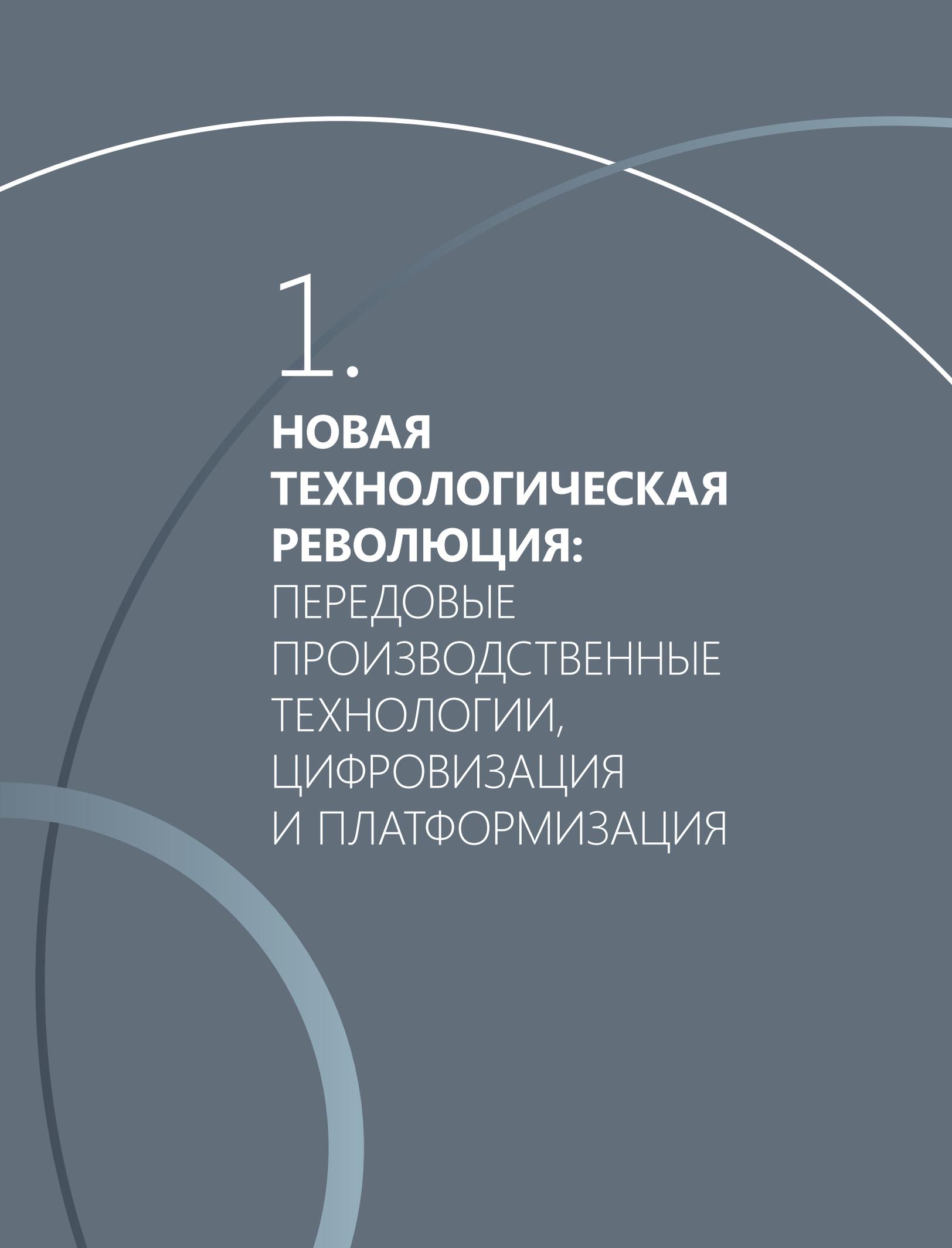
По прогнозам, пик новой промышленной революции (масштабирование «прорывных» технологий и смена архитектуры рынков) придется на 2020–2030-е годы. Многочисленные исследования показывают, что передовые технологии будут очень быстро разворачиваться и оказывать системное повсеместное влияние.

В этой связи одной из основных целей для России на период до 2035 года может стать продуктивное включение в новую технологическую революцию, осуществление необходимого для этого структурного маневра в экономике и социальной системе. Российская Федерация должна перейти к новой модели развития, фундаментом которой станут высокотехнологичные индустрии, основанные на научных знаниях и инновационных технологиях. Речь идет о запуске большого национального проекта (программы) «Российская технологическая революция».

При этом пока, несмотря на активизацию модернизационной повестки и системное выстраивание инновационной политики, «технологические» позиции России на фоне происходящих в мире изменений недостаточно заметны. Вместе с тем, благодаря ряду поддержанных на государственном уровне инициатив и проектов, у страны сохраняется определенное окно возможностей.

При выборе приоритетных направлений ускоренного развития, по мнению ЦСР, ставка должна быть сделана как на опережающее развитие принципиально новых высокотехнологичных секторов и рынков, так и на глубокую технологическую модернизацию традиционных отраслей и производств. Совмещение двух этих линий может обеспечить фронтальный запуск технологической революции уже в среднесрочной перспективе.

Указанный комплекс мероприятий, сведенный в проект (программу) национального уровня «Российская технологическая революция», должен обеспечить в долгосрочной перспективе экономический рост в стране на уровне не ниже 4% ВВП в год.



1.

**НОВАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
РЕВОЛЮЦИЯ:**

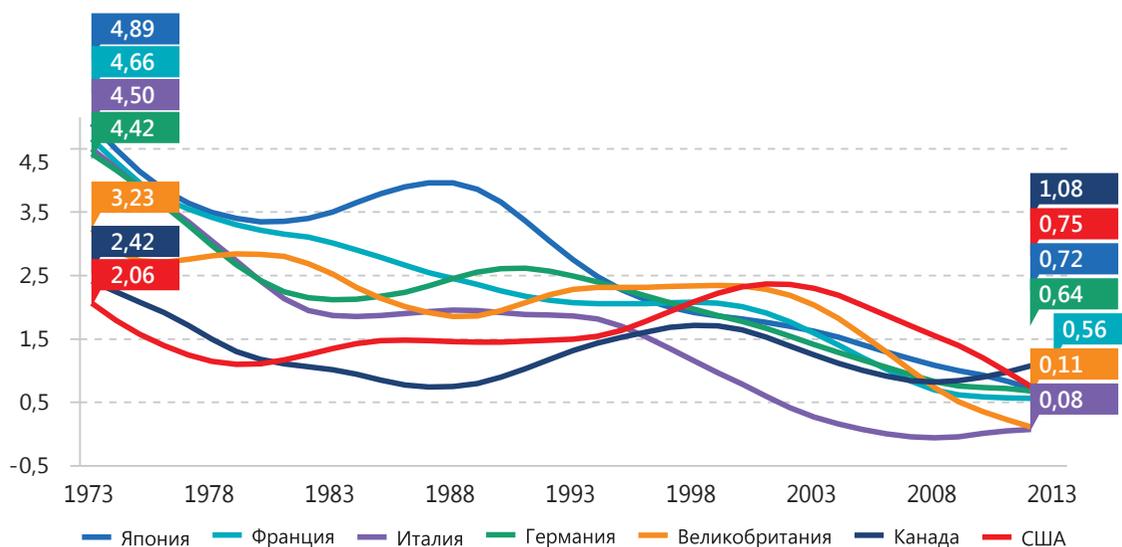
ПЕРЕДОВЫЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ,
ЦИФРОВИЗАЦИЯ
И ПЛАТФОРМИЗАЦИЯ

КРИЗИС ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

В конце 2000-х–начале 2010-х годов в большинстве развитых стран потенциал дальнейшего роста производительности в условиях существующего экономического и технологического уклада оказался близок к исчерпанию. Темпы роста производительности в развитых странах начали существенно снижаться еще в 1970-е годы. С 2011 года значения данного показателя колеблются в границах, не превышающих 1% в год (это в два и более раз меньше по сравнению с периодами 1990–2000, 2000–2007 и 2007–2013 годов).

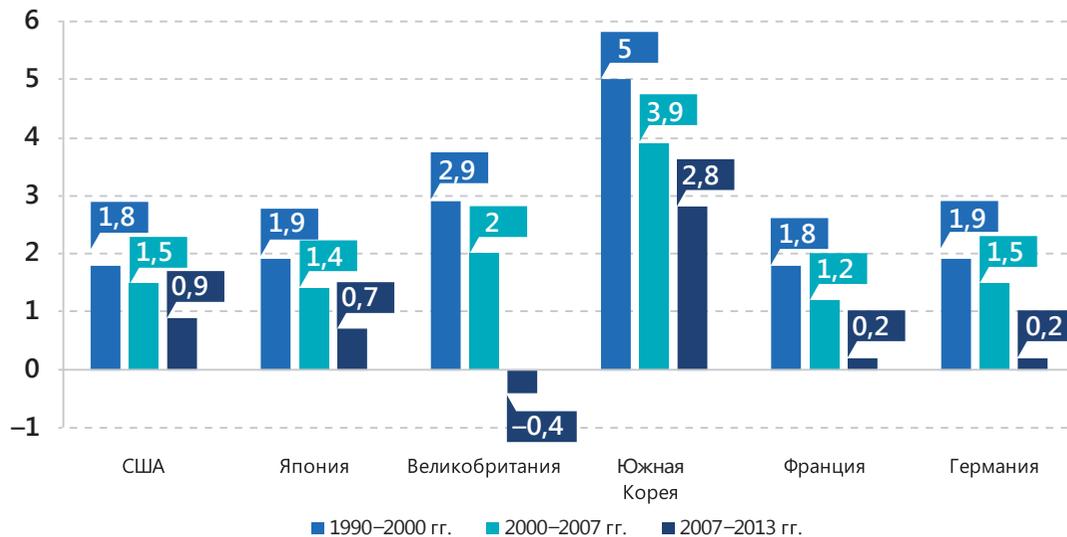
Промышленность попала под действие закона падающей отдачи от капиталовложений и столкнулась с избыточностью основных фондов. Особенно серьезно сократился рост производительности в обрабатывающей промышленности, которая выступает системным заказчиком и потребителем продукции инновационно-технологических отраслей.

Рисунок 1. Динамика темпов роста производительности экономики в странах G-7, 1973–2013 годы



Источник: ЦСР по материалам ОЭСР

Рисунок 2. Темпы ежегодного прироста производительности труда* в отдельных развитых странах, в %, в среднем за период



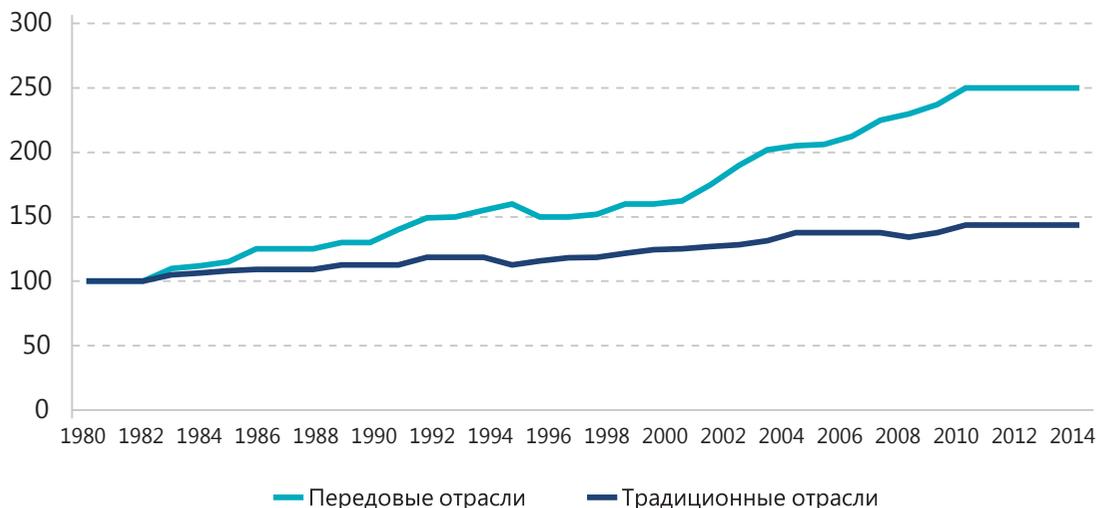
* — ВВП в расчете на 1 час занятых

Источник: ИМЭМО по данным *The future of productivity — preliminary version. OECD. 2015. P. 83.*

Фактически речь идет о том, что традиционные технологии производства в большинстве секторов приблизились к «потолку» производительности, за которым отдача инвестиций в их развитие резко падает.

На примере США можно увидеть, что пятикратный рост вложений в основной капитал за период 1980–2015 годов не привел к аналогичному росту производительности.

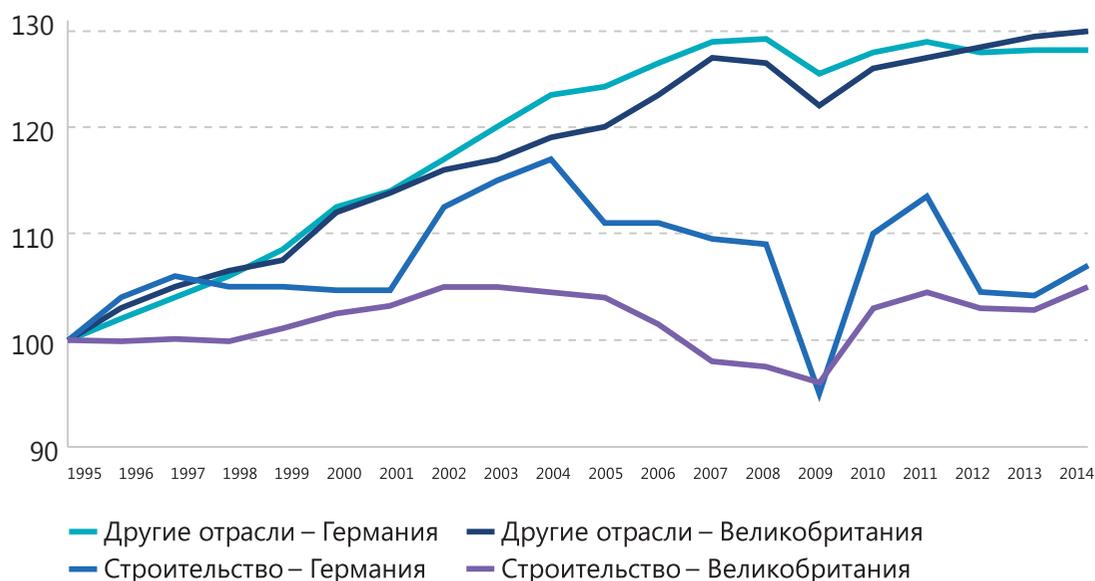
Рисунок 3. Производительность в промышленности США, 1980–2015 годы (1980=100)



Источник: *Brookings Institution*

Производительность в отраслях, не использующих передовые технологии, увеличилась даже менее, чем на 50%.

Рисунок 4. Рост производительности строительной отрасли и в среднем по экономике (Великобритания и Германия)



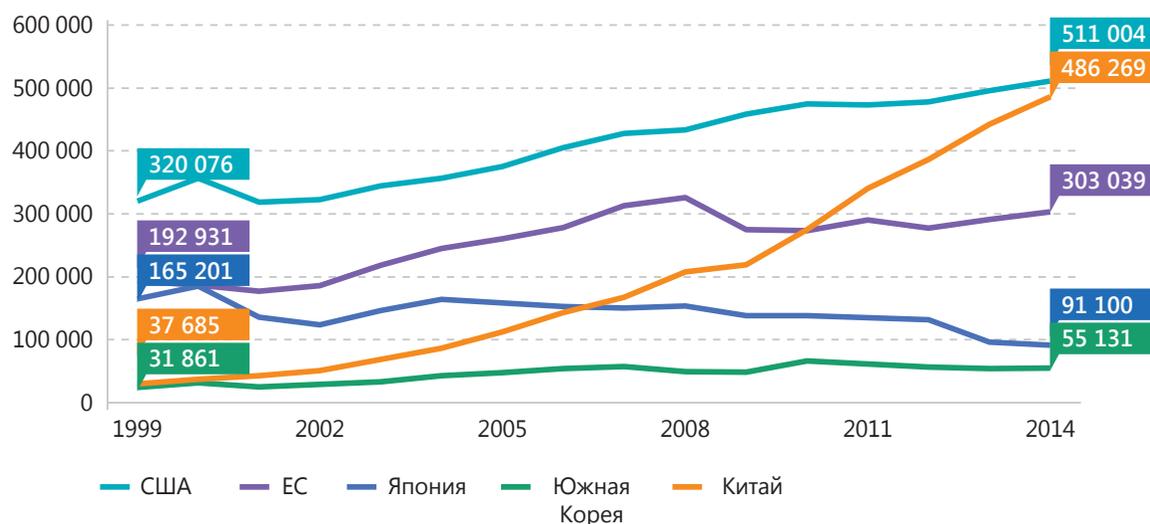
Источник: ОЭСР, McKinsey & Company

К пределам производительности и эффективности традиционные технологии стали приближаться также и в неиндустриальных секторах экономики: сельском хозяйстве, транспорте, энергетике, здравоохранении, образовании и социальной сфере в целом.

Восстановление высоких темпов производительности в экономике и ее прибыльности не может быть обеспечено только за счет макроэкономических мер (закачки «дешевых» денег в рамках программ государственного стимулирования промышленности, налогового стимулирования и т. п.), а также путем снижения зарплат в промышленности и цен на сырье. Об этом свидетельствует опыт научно-технологической, промышленной и экономической политики последних десятилетий, например, в США, Японии и Германии.

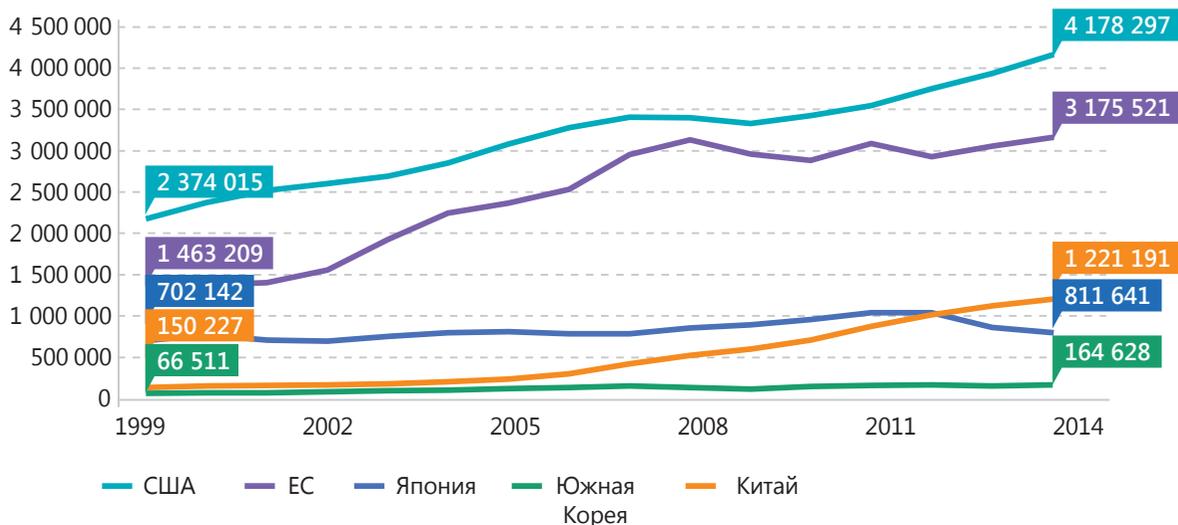
Попав в ситуацию конкуренции по издержкам, эти и другие индустриально развитые страны начали проигрывать государствам с развивающейся экономикой (прежде всего Китаю), способным обеспечить требуемый для экономической эффективности масштаб массового производства и уровень затрат на рабочую силу.

Рисунок 5. Производство высокотехнологической продукции по отдельным странам и регионам, 1999–2014 годы (по созданной добавленной стоимости, в млн долл. США)



Источник: ИМЭМО РАН по данным NSF

Рисунок 6. Производство коммерческих наукоемких услуг по отдельным странам и регионам, 1999–2014 годы (по созданной добавленной стоимости, в млн долл. США)



Источник: ИМЭМО РАН по данным NSF

Снижение темпов роста производительности в развитых странах совпало с ограничениями роста рынка продукции массового производства, изменением основных параметров потребительского спроса, ростом потребности в глубоко кастомизированном или даже индивидуализированном продукте. Помимо этого, не преодоленными до конца остались последствия глобального финансово-экономического кризиса 2008–2010 годов. Даже на фазе восстановительного подъема наблюдается

относительно слабая динамика: темпы ежегодного роста мирового ВВП в 2012–2015 годах установились в среднем на уровне, который значительно (на 20–25%) ниже значений предкризисного десятилетия 1998–2007 годов. При этом в восстановительном периоде также происходило недоинвестирование реальной экономики наиболее развитых стран, что вело к сокращению производительности капитала и, с лагом по времени, стало одной из причин более низкой динамики роста их ВВП.

Ситуация конкуренции для развитых стран также усугубляется тем, что в последние десятилетия развивающиеся страны смогли создать собственный внутренний рынок, который не только является значительным по своим объемам, но и демонстрирует 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. За счет этого теперь уже и новые индустриальные страны совершают качественный переход в социально-экономическом развитии.

В этих условиях возникла острая необходимость в резком ускорении экономического роста за счет новых источников (факторов, традиционно учитываемых в совокупной факторной производительности), т. е. в переходе к новой модели экономического роста.

Сформировать ответ на вызов сохранения конкурентоспособности и достижения высоких темпов производительности в настоящее время призвана, прежде всего, проводимая индустриально развитыми странами и рядом новых индустриальных стран научно-технологическая и инновационная политика. Ее цель — стимулировать разработку и внедрение передовых технологий, производительность которых существенно превышает характеристики традиционных.

Поддерживаемая государствами новая научно-технологическая парадигма призвана перестроить экономику на базе радикально новых технологических решений. Наибольший вклад в технологический и экономический рост в данных странах должны внести инновационные конструкции (продукты) и передовые технологии, использование которых приведет к масштабной трансформации производственно-технологической и социальной сфер. Показательно оживление венчурного сегмента, а также интенсивные усилия в сфере прорывных технологий (программы поддержки передовых производственных технологий, Интернета вещей, инновационных энергетических систем и пр.) и в целом инновационно-технологической сферы в США, Западной Европе, Японии и КНР. Взрывное развитие и распространение новых технологий, их проникновение во все сферы человеческой деятельности в настоящее время уже начало приводить к быстрым и глубоким изменениям глобального рынка, структуры и характера современного промышленного производства, экономики и социальной сферы.

Рисунок 7. Зависимость экономического роста от применения передовых производственных технологий (вклад технологий в прогнозируемый экономический рост, %)



Источник: Moskowitz, S. L. *The Advanced Materials Revolution*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

Масштабные изменения, происходящие сегодня в производственной сфере, совокупно оцениваются как «новая промышленная революция», «четвертая промышленная революция»⁴, или, в более узком смысле, как «технологическая революция»⁵,

⁴ Считается, что первая промышленная революция (1760–1830-е годы) связана с переходом к машинному производству и фабрично-заводской организации последнего. Вторая революция — массовое производство при его конвейерной организации (1910–1930-е годы). Третья — массовое производство глубоко кастомизированной продукции при гибких производственных системах и распределенном производстве, основанном на компьютерных технологиях (1970–1990-е годы). (Марш П. *Новая промышленная революция: Потребители, глобализация и конец массового производства*. - М.: Институт Гайдара, 2013; Рифкин Дж. *Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом*. - М.: АНФ, 2014; Шваб К. *Четвертая промышленная революция*. - М.: Эксмо, 2016; *Technology and Development in the third industrial Revolution / Edited by Raphael Kaplinsky and Charles Cooper*. - London: Frank Cass, 2005; Henry Kressel with Thomas V. Lento. *Competing for the Future: How digital Innovations are changing the World*. - New York: Cambridge University Press, 2007; F. Jovane, E. Westkämper, D. Williams. *The ManuFuture: Road Towards Competitive and Sustainable*. - Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009; *Manufacturing: The third industrial revolution // The Economist*. Apr 21st 2012; и др.)

⁵ В общем виде термин «технологическая революция» можно определить как смену технологической парадигмы, комплекса лежащих в основании производства ключевых технологий. Технологическая революция предполагает качественное изменение в способе ведения хозяйственной деятельности, основанное на массовом применении технологических решений, позволяющих радикально/экспоненциально повысить производительность различных секторов экономики и социальной сферы. Авторы доклада понимают, что в рамках более широкого процесса промышленной революции происходят не только технологические, но и значительные социальные изменения. В настоящем докладе значительный акцент сделан на более узкое понятие технологической революции.

в основе которой лежит переход от массового производства стандартизированной продукции к гибкому высокопроизводительному производству, выпускающему индивидуализированную продукцию. При этом «сквозными» технологическими процессами для всех видов производств становятся автоматизация, роботизация и интеллектуализация.

Основными характеристиками данной революции являются:

- **Цифровая трансформация. Масштабирование процессов цифровизации.**

Пусковым механизмом технологической революции практически во всех отраслях экономики и социальной сферы выступает перевод проектирования технологических систем, контроля их состояния и управления ими из аналоговой в цифровую форму, а также формирование цифровых платформ, интегрирующих данные, и разработка обрабатывающих эти данные программных приложений.

В настоящий момент цифровая экономика второго поколения становится «датацентричной». Данные и программные продукты становятся главным инструментом создания добавленной стоимости и ключевым механизмом управления всеми технологическими процессами, они перемещаются в цифровые облака, а основным каналом и пространством обращения данных становится Интернет.

Переход к цифровой экономике означает повышение наблюдаемости, скорости, точности, гибкости, а за счет этого — и управляемости всех производственно-технологических процессов, достижение ими высоких уровней сложности. Это порождает значимые макро- и микроэкономические эффекты, в том числе позволяет сократить затраты времени на проектирование и производство, дает существенный прирост производительности, увеличение количества новых продуктов и технологических комплексов, а в конечном итоге — рост прибыли. В частности, переход промышленности на цифровые технологии является базой для создания высокоточных, сверхбыстрых и высокопроизводительных автоматически управляемых систем, способных массово производить максимально соответствующий индивидуальным требованиям потребителей глубоко кастомизированный продукт.

Формирование такого рода экономики предполагает фундаментальную трансформацию, изменение архитектуры и масштабов существующих отраслей и социальной сферы, а также создание новых рынков. С точки зрения рыночных процессов мощь и производительность современной цифровой экономики определяется объемом доступных стратегических данных и способностью обрабатывать их при помощи компьютерных технологий. Развитие цифровых

технологий и электронных сетей ведет к быстрому снижению стоимости хранения, обработки, совместного использования, анализа и передачи данных. Компании в результате меняют бизнес-модели, становятся «датацентричными» и резко наращивают объем новых цифровых сервисов.

- Переход к новой модели социально-экономического развития, основанной на передовых производственных технологиях и экспоненциальном росте степени их использования (быстрый рост мощностей и производительности факторов при столь же быстром падении стоимости).

Уже на рубеже 2025–2035 годов ожидается ряд технологических прорывов, отражающих глубинные технологические изменения, которые приведут к трансформации традиционного промышленного производства, в том числе:

- сенсорная революция (массовый переход к использованию цифровых сенсоров, датчиков, исполнительных механизмов и систем управления);
- управление на базе математических моделей и цифровых данных всеми технологическими объектами и процессами;
- осуществление регистрации юридически значимых действий и расчетов в Интернете на базе распределенных реестров (в том числе с использованием технологии блокчейн);
- распространение мета- и «суперматериалов» с программируемыми и изменяемыми функциональными свойствами;
- переход к чистой, низко- и постуглеродной энергетике, предполагающей формирование нового большого рынка хранения энергии, использование гибких интеллектуальных сетей, а также распределенной генерации;
- распространение нетрадиционных методов обработки материалов (аддитивное производство, атомарно-точное производство и пр.), роботизированных и автоматизированных систем;
- масштабирование применения для целей аналитики и управления технологическими процессами дополненной, виртуальной реальности, искусственного интеллекта;
- подключение технологических объектов и человека к Интернету всего/индустриальному Интернету, к нейронным сетям;

- широкое использование природоподобных технологий (бионика, био-инжиниринг, синтетическая биология, биотехнологическое производство и т. д.).
- Платформенный переход. Изменение архитектуры рынков, связанное с возможностью строить большие гибкие технологические системы — цифровые платформы — из отдельных модулей и приложений благодаря не только их конструктивной, но и виртуальной (цифровой) совместимости.

Цифровые платформы меняют организацию рынков товаров и услуг. Рынки сами обретают архитектуру модульных платформ. При этом платформы понимаются и существуют в трех аспектах:

- платформа как технологическая конструкция (программная интеграция данных и приложений для их обработки);
- платформа как бизнес-модель, корпоративная организация — экосистема из разработчиков и поставщиков отдельных модулей и приложений вокруг компании-платформера. При такой модели стоимость создается за счет облегчения обмена между производителями и потребителями, а также сокращения переменных расходов на разработку и создание нового индивидуального продукта на базе построенной за счет постоянных расходов общей исходной платформы;
- платформа как открытая, общедоступная инфраструктура (площадка, маркетплейс) для взаимодействий между производителями и потребителями.

Платформенные технологии позволяют подключить к единому информационному пространству людей, устройства и системы по всей цепочке создания добавленной стоимости, а также обеспечить доступ поставщиков, производителей и заказчиков ко всей необходимой информации в режиме реального времени. Это делает возможным развитие новых бизнес-моделей, преимущественно сервис-ориентированных, которые постепенно разрушают сложившиеся рынки (пример: упадок традиционных сервисов заказа такси, не выдерживающих конкуренцию с Uber).

При переходе к платформенным решениям (особенно в традиционных секторах промышленности, в проектировании, строительстве и т. п.) ценность создается не только за счет продажи самого изделия, но и за счет продажи обработанных данных, которые изделие производит. Это позволяет обеспечить повышение кибербезопасности, оптимизацию потребления энергии, повышение надежности самих изделий, которые будут производиться. Именно платформа позволяет превратить данные в ценность.

Это способствует тому, что меняются и модели потребления/обслуживания, поскольку платформы позволяют перейти от потребления продукта к потреблению сервисов, в том числе за счет стандартизации интерфейсов взаимодействия. Примером могут служить открытые программные интерфейсы приложения (Application Programming Interface, API), исполнение функций «озера» для хранения стратегических индустриальных и других данных, предоставление инструментария для разработки новых приложений. Уже сейчас появились модели «программное обеспечение как сервис» (Software as a Service, SaaS), «данные как сервис» (Data as a Service, DaaS), «платформа как сервис» (Platform as a Service, PaaS), «инфраструктура как сервис» (Infrastructure as a Service, IaaS) и их разновидности.

В результате рынки становятся многосторонними: доступ покупателя к собранным из модулей/приложений продуктам различных поставщиков осуществляется через технологического посредника — держателя цифровой платформы. Это ведет к росту многообразия форм кооперации участников рынка. Трансформация рынков идет очень быстро. Уже в 2015 году, по оценке MIT, 70% из 115 компаний, превысивших капитализацию в 1 млрд долл. США, были держателями платформ.

Цифровые платформы близки к доминированию в секторе ИКТ, сфере торговли и услуг, а в настоящий момент распространяются и в промышленности.

- **Перемещение центров капитализации прибыли из проектирования, дизайна и маркетинга в предсказательные системы управления и обслуживания технологических продуктов, основанные на создании, передаче и обработке данных.**

Ряд глобальных компаний (прежде всего в авиа- и автомобилестроении) уже сформировали свои цифровые платформы, позволяющие принимать в потоковом режиме и анализировать данные о состоянии работающих машин и механизмов (двигателей и т. п.), а также предсказывать их техническое состояние, осуществлять профилактическое обслуживание и предупредительные ремонты, полностью предотвращающие поломки. Деятельность этих платформ связана с анализом терабайтов данных о миллионах действий. В результате удается в разы снизить затраты на техническое обслуживание. Это подтверждает опыт компании General Electric, принявшей в 2011 году как новую бизнес-модель концепцию цифрового производства. В частности, благодаря внедрению цифровой платформы подразделением GE Aviation было проанализировано 340 терабайт данных о 3,4 млн полетов 25 авиакомпаний. Итогом стало сокращение затрат на технологическое обслуживание в 7 раз (снижение числа отказов техники, резкое падение потребности в высококвалифицированном обслуживающем персонале, переход от ревизионной к постоянной оптимизации производимой техники).

- **Переход к расширенному управлению жизненным циклом продукта.**

Рынки приобретают сервисный характер, добавленная стоимость на производственных рынках смещается в сторону услуг, связанных в большей степени с обслуживанием и эксплуатацией продукта, нежели с его производством. За счет использования программных продуктов, интеллектуальных технологий, развития технологий облачных вычислений, аналитики больших данных, а также усиления потребительских свойств продукта информационными потоками (за счет встроенных «умных» сенсоров) происходит переход к бизнес-модели «продукт как сервис», основанной на концепции управления жизненным циклом изделий (PLM).

В рамках данной модели услуги, связанные с установкой, обслуживанием, диагностикой, ремонтом, утилизацией продукта и т. п., трансформируются из автономных функций, которые предоставляются производителем по запросу, в интегрированное предложение продуктов и услуг, которые выгружаются по мере использования продукта на разных стадиях его жизненного цикла. Это помогает потребителям сократить начальные капитальные затраты, а производителю — получать непрерывный поток доходов от услуг и возможность оставаться в тесном контакте с клиентом.

При этом концепция управления жизненным циклом изделий приносит максимальный эффект на дискретных производствах. Например, в автомобильной промышленности изменение бизнес-моделей уже приводит к смещению дохода производителей в сферу мобильных услуг и управления данными, что обеспечивает ее рост преимущественно в новых сегментах цифровых сервисов.

По оценкам IDC Manufacturing Insights, к 2018 году 40% из 100 ведущих производителей дискретных продуктов и 20% из 100 ведущих производителей сферы непрерывного производства будут поставлять продукт в качестве сервисных платформ.

- **Перестройка отраслевой структуры экономики: глубокая оптимизация существующих производственных отраслей и секторов, а также формирование целой группы новых отраслей.**

В течение ближайших 10–20 лет характеристикой растущих взрывным образом новых рынков станут товары и услуги, обладающие такими качествами и характеристиками, как интеллектуальность, мобильность, соответствие индивидуальным требованиям потребителя (высокий уровень кастомизации), высокая функциональная эффективность, экологичность и ресурсоэффективность.

Новые рынки, претендующие на значимое положение в экономике уже на горизонте 2020–2030-х годов:

- оборудование и материалы для постуглеродной энергетики (технологии распределенной генерации, новые решения в области энергосбережения, ВИЭ и др.);
- новые решения в области биотехнологий (технологии редактирования генов и геномов, микробиомика, инжиниринг иммунной системы и др.);
- новая химия и новые материалы (2D-материалы, развитие технологий микро- и нано-инкапсуляции, самовосстанавливающиеся и высокопрочные легкие материалы и др.);
- интеллектуальное оборудование и технологические системы для передовых производств (новые решения в области роботизации и автоматизации, нано-производство, новые технологии в области 3D-печати — нано-3D-печать, 3D-печать с использованием биоматериалов — и др.);
- микроэлектроника нового поколения и необходимая для нее элементная база (некремниевая электроника, квантовые коммуникации, квантовые компьютеры, фотоэлектроника, гибкая электроника и др.);
- новые решения для здравоохранения и медицины (технологии в области роботизации хирургии, микроскопии сверхвысокого разрешения, создания искусственных органов, медицинская и биологическая информатика, лекарства нового поколения);
- новое поколение сенсорных и контрольно-измерительных приборов (биосенсоры, «умные» тактильные технологии, бесконтактные сенсорные технологии и др.);
- новые решения в области информационно-коммуникационных технологий (новые медиа, блокчейн, технологии искусственного интеллекта, машинное обучение, переход к новым поколениям мобильной связи и др.).
- **Выход на рынок новых компаний-лидеров — поставщиков передовых товаров и услуг, а также разработчиков прорывных технологий (принципиальных и радикальных инноваций).**

Крупные промышленные предприятия уступают лидерство компаниям, которые создают новые рынки, выводят на рынок технологии, а также создан-

ные на их основе продукты и услуги, изменяющие сложившиеся условия конкуренции, формирующие новые тренды развития потребления и спроса, трансформирующие корпоративную структуру рынка.

Индустриальные лидеры, в силу своей инерционности, с трудом реагируют на появление прорывных технологий и склонны преувеличивать устойчивость доступных им рынков. Под давлением новых технологий и трансформации рынков оказались, прежде всего, крупные мультинациональные компании: их доля в глобальной прибыли за последние десять лет сократилась с 35% до 30%, а доходы за последние пять лет — на 25%.

Вместе с этим, начиная с 2013 года, в мире наблюдается резкий рост количества компаний-единорогов (стартапов, достигших капитализации в 1 млрд долл. США или выше). Большинство из них представляют собой высокотехнологичные бизнесы в таких областях, как онлайн-торговля, мобильные сервисы и приложения, новые финансовые технологии и т. д. Эти стартапы уже сегодня по объемам капитализации догоняют, а в некоторых случаях и опережают «традиционных» лидеров. Так, в 2016 году интернет-гигант Alibaba (234 282 млрд долл. США) обогнал по данному показателю крупнейшего американского ретейлера Walmart (209,776 млрд долл. США).

- Трансформация глобальной экономической географии и смещение роста в центры концентрации (разработки и применения) прорывных технологий.

Неравномерное развитие прорывных технологий приводит к формированию новой системы географических центров, в том числе вокруг ведущих предпринимательских университетов, объединяющих исследователей и разработчиков прорывных технологий, а также создателей и потребителей передовых продуктов и услуг. Это, в том числе, провоцирует рост конкуренции для традиционных промышленных регионов со стороны новых центров прорывных технологий.

Так, основные компетенции в области разработки и применения прорывных технологий оказываются сконцентрированы в нескольких географических зонах — в ключевых научно-технологических центрах США и Канады, научно-ориентированных региональных кластерах Европы (зона Лондон–Кембридж–Оксфорд в Великобритании, Париж и Иль-де-Франс во Франции, Берлин в Германии, Барселона в Испании, трансграничный кластер Левен–Эндховен–Аахен, расположенный на территории Бельгии, Нидерландов и Германии, и др.), в инновационных центрах Азиатско-Тихоокеанского региона (Китай, Япония, Южная Корея, Сингапур).

Остальные территории, претендующие на статус мировых научных и инновационных центров, при сохранении текущих тенденций и отсутствии адекватной стратегии развития могут оказаться в ситуации, когда они не только не смогут преодолеть отставание, но будут продолжать отставать, рискуя навсегда остаться в категории «догоняющих».

- **Масштабная технологическая трансформация финансовой и банковской систем, которая сквозным образом затрагивает и заставляет меняться все сферы экономики и общественной жизни, а также способствует ускорению и конвергенции всех указанных выше изменений.**

Динамичное развитие в последние годы получает сектор финансовых технологий — Финтех (FinTech) — сегмент рынка, находящийся на стыке финансовых услуг и технологического сектора и размывающий границы привычной финансовой индустрии. Применение новых технологий обеспечивает повышение качества, скорости, точности и надежности оказываемых финансовых услуг, повышение их доступности, эффективности и безопасности, развитие интуитивности сервисов, сокращение издержек.

Под воздействием этого тренда вынуждены существенно меняться традиционные составляющие финансовой сферы: банковский сектор, сектор перевода средств и платежных систем, сектор управления активами и капиталом, сектор страхования.

В целом в данных секторах происходит:

- тотальная цифровизация деятельности на основе платформенных решений;
- постепенное масштабирование применения технологий распределенного реестра (на базе блокчейн) для регистрации транзакций, что обеспечивает прозрачность платежей и расчетов, их безопасность, а также возможность создания «умного контракта»;
- распространение технологий биометрии, платформ цифровой аутентификации на основе биометрических или других пользовательских данных для обеспечения безопасности и формирования среды цифрового доверия;
- внедрение различных типов аналитики повышенной сложности и использование автоматизированных консультативных технологий на базе технологий искусственного интеллекта и роботизированных систем (роботизированных советников);

- распространение электронных платежных систем, являющихся альтернативой традиционным системам;
- переход к персонализированным финансовым, инвестиционным и страховым стратегиям;
- увеличение доли самообслуживания и доли автоматизированных систем предоставления услуг.

Все эти тенденции свидетельствуют о переходе к тотальной децентрализации финансовых процессов.

Развитие Финтеха мобилизует альтернативные источники финансирования, кредитования и инвестиций, способствует появлению в экономике так называемых «новых денег». Речь идет о развитии сегментов краудсорсинга, краудфандинга, краудинвестинга и соответствующих платформ (кредитование peer2peer, краудфандинг акций, краудфандинг недвижимости, роялти-финансирование). Например, рынок краудинвестинга сегодня быстро растет и скоро может составить конкуренцию классическим венчурным фондам: по оценкам «Форбс», объемы их инвестиций сравняются к 2020 году. В свою очередь, Всемирный банк прогнозирует, что в развивающихся странах годовой объем краудинвестиций может достичь 95 млрд долл. к 2025 году.

Таким образом, влияние новой технологической революции и на уровне отдельных компаний и корпораций, и на уровне всей мировой экономики в дальнейшем будет только нарастать. Большая часть прорывных производственных технологий, лежащих в основе технологической революции, разрабатывается с 1980–1990-х годов. Комплексно осмыслить эти технологические решения удалось только в конце 2000-х–начале 2010-х годов. Это позволило перейти к революционным преобразованиям не отдельных машин и механизмов, и даже не отдельных производственных процессов, а целых производственных систем и отраслевых рынков. Пик новой технологической революции (масштабирование «прорывных» технологий и смена архитектуры рынков) прогнозируется на 2020–2030-е годы⁶.

⁶ Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года / под ред. Л. М. Гохберга. — М.: НИУ ВШЭ, 2014; Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России / под ред. Л. М. Гохберга. — М.: НИУ ВШЭ, 2013; Прогноз научно-технологического развития России: 2030. Биотехнологии / под ред. Л. М. Гохберга, М. П. Кирпичникова. — М.: НИУ ВШЭ, 2014; Новые производственные технологии: публичный аналитический доклад / Дежина И. Г., Пономарев А. К., Фролов А. С. и др. / «Сколтех». — М.: ИД «Дело» РАНХиГС, 2015; Национальная научно-технологическая политика «быстрого реагирования»: рекомендации для России. Аналитический доклад РАНХиГС / Н. Г. Куракова, В. Г. Зинов, Л. А. Цветкова и др. — М.: ИД «Дело», 2014; Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу (до 2030 г.) (Концептуальные подходы, направления, прогнозные оценки и условия реализации) / Российская академия наук. М.: РАН, 2008; Отчет «Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов Федерального реестра» / ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ. — 2014; и др.

Так, по оценке Accenture, только промышленный Интернет должен обеспечить к 2030-му году рост ВВП на 6,1 трлн долл. в США (при самом оптимистичном сценарии — на 7,1 трлн или 2,3% ВВП), на 700 млрд долл. или 1,7% ВВП — в Германии, на 531 млрд долл. или 1,8% ВВП — в Великобритании, на 1,8 трлн долл. или 1,3% ВВП — в Китае.

Примером роста эффективности прорывных технологий в реальном секторе может служить реализованный General Electric концепт brilliant factory — единой интеллектуальной системы конструирования, проектирования, изготовления, поставки, распределения и сервисной поддержки продукта. Виртуальное проектирование и производство, реализованные в рамках данного концепта, обеспечивают снижение производственных затрат на 10–50%, сокращение времени производственных процессов — на 20–70% и рост прибыли — на 10–50%. «Умный завод» (автоматизация производства, цифровое прототипирование, информатизация, управление, основанное на предсказательных моделях) обеспечивает четырехкратное сокращение времени технологических процессов, рост выводов новых продуктов на рынок на 50–70%, рост прибыли — в два раза. Оптимизация цепочки поставок в рамках цифрового производства (анализ данных в режиме реального времени, наблюдаемость и предсказуемость технологических процессов, подключенность к индустриальному Интернету всех производственных объектов) обеспечивают пятикратный рост предсказуемости производственных процессов, 40%-е снижение временных затрат на них, сокращение единиц используемого оборудования на 7–15%.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ НА ОБЩЕСТВО

Следствием широкого распространения цифровых решений и прорывных технологий являются изменения не только в производстве, но и на рынках труда. Во всех сферах задаются жесткие требования к скорости и качеству информации, являющейся основой государственных и бизнес-решений:

- По многим традиционно неторгуемым (не переносимым в географическом пространстве) товарам и услугам кратно снижаются издержки перемещения. Товары и услуги из неторгуемых становятся торгуемыми. В первую очередь это касается сфер образования, здравоохранения, безопасности, а также других услуг, традиционно предоставляемых государством:
- практически весь спектр государственных услуг для граждан становится электронным;
- контроль юридически значимых действий и финансовых операций с помо-

стью интеллектуальных роботизированных систем начинает осуществляться по цифровому следу;

- беспрепятственный доступ в Интернет увеличивает число безналичных финансовых расчетов;
 - получают широкое распространение цифровые сервисы в социальной сфере, связанные, прежде всего, с контролем в режиме реального времени самых разнообразных объектов (от использования ресурсов в «умном» доме до мониторинга состояния здоровья с помощью подключенных цифровых устройств);
 - развиваются компьютерные форматы образования, в том числе дистанционного. Например, в марте 2016 года цифровая образовательная платформа Coursera объявила, что число ее студентов достигло 18 млн, число пройденных курсов превысило 3,6 млн, а совокупный трафик видеопросмотров курсов составил 17 тыс. лет. Количество учащихся, зарегистрированных на платформе edX, достигло 7 млн человек. В то же время испанская МООС-платформа Miriada X достигла показателя в 2 млн студентов. Всеиндийский совет по техническому образованию (AICTE) принял решение о том, что 10% учебного плана в 10,8 тыс. технических институтов страны должно базироваться на платформе МООС.
- Под давлением технологической революции быстро перестраивается качество услуг в социальной сфере:
 - профессиональное образование во всем мире сталкивается с растущей конкуренцией со стороны неакадемической сферы. Квалификации выпускников устаревают быстрее, чем успевают среагировать традиционная система образования. Происходит переключение с проектно-ориентированного образования на экспериментально-ориентированное, а передача практических навыков обеспечивается не только за счет стажировок, но и за счет распространения специально созданных учебных заводов и учебных лабораторий. Использование в образовании цифровых технологий, в том числе больших данных, искусственного интеллекта, разного рода нейротехнологий, претендует на изменение природы познания и предоставления образовательных услуг в целом;
 - на базе цифровых и биологических технологий продолжается развитие медицины «4П»: превентивной/предупредительной, прогностической, пациенто-ориентированной, персонифицированной. В последние годы закладываются основы «5П-медицины», которая дополняется решениями на базе цифровых платформ, основанных на использовании математических моделей состоя-

ния здоровья или связанных с данными моделями комплексов методов его контроля и лечения;

- в науке и научной деятельности происходят преобразования, связанные, прежде всего, с использованием «больших данных», искусственного интеллекта и цифровизации исследований. Аналоговые системы фиксации экспериментальных данных вытесняются цифровыми, происходит замена натуральных экспериментов цифровым моделированием, растет использование цифровых средств сбора, обработки и хранения информации.
- **Значительные изменения ожидаются в ближайшее время на рынке труда, особенно в традиционных отраслях и в традиционных профессиях:**
 - изменение структуры рынка труда в сторону роботизации производств будет иметь последствия для занятости в сегменте рабочих профессий. По прогнозам, к 2035 году в развитых странах роботы заместят работу, выполняемую людьми, в 25–30% видах профессиональной деятельности;
 - изменение структуры занятости в сторону использования искусственного интеллекта будет иметь последствия для «белых воротничков» — менеджеров, аналитиков и пр., а в некоторых случаях и для высших управленческих кадров. Ожидается, что к 2025 году до 30% корпоративных аудиторских проверок будет осуществляться с использованием технологий искусственного интеллекта. Кроме того, полная роботизация возможна в отдельных сегментах банковской деятельности, юридических услугах, бухгалтерском учете, сложной аналитике;
 - повсеместный отказ от систем пожизненного найма и быстрая смена квалификационных требований к работникам приводят к изменению ими своего отношения к профессиональной карьере и выбору занятий: работники все больше должны стремиться сами создавать себе работу и заботиться о ее рентабельности;
 - одновременное формирование на рынке труда огромной потребности в новых занятиях и профессиях, связанных с использованием передовых производственных технологий, интеллектуализацией, роботизацией производства и т. п.
- **Происходят значительные изменения в структуре спроса, моделях потребления и моделях взаимодействия потребителей и производителей.**

В 2020–2030-е годы ожидается, что на рынки в качестве основного потребите-

ля выйдет поколение «миллениалов» (1980-1990-х годов рождения) и следующее за ним поколение рожденных после 2000-го года с их системой ценностей и предпочтениями «умного» потребления, а затем и ассистивного (поддержанного компьютерной аналитикой) потребления, с трудовыми стратегиями, ориентированными не столько на узкую профессиональную карьеру, сколько на наращивание гибких и адаптивных персональных и групповых компетенций, с уникальными карьерными траекториями.

- Увеличивается значение технологических предпринимателей, которые являются важнейшими двигателями новой технологической революции — создателями новых продуктов и бизнес-моделей.

Потребность в создании инновационных бизнесов, их обновлении, а также выведении на рынок передовых технологических решений настолько большая, что эксперты говорят о серийном технологическом предпринимательстве как о новой профессии, в которую должны вовлекаться большие группы населения. Индустриально развитые страны под привлечение технологических предпринимателей и их подготовку в последние десятилетия сформировали отдельные политики и развернули специальную инфраструктуру.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ КАК ПРИОРИТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ

Сформировать ответ на вызов сохранения конкурентоспособности и достижения высоких темпов производительности в настоящее время призвана проводимая государствами научно-технологическая и инновационная политика. Ее цель — стимулировать разработку и внедрение передовых технологий, которые отличаются высокой производительностью и могут обеспечить наибольший вклад в технологический и экономический рост. Индустриально развитые страны (США, Германия, Великобритания, Япония, Китай, Южная Корея и др.) приняли решение о развертывании новой технологической революции в виде государственной политики. Кроме того, эти государства хотят сосредоточить у себя ключевые универсальные (цифровые) платформы, агрегирующие так называемые «стратегические данные» и алгоритмы их обработки.

Страны-лидеры уже сегодня реализуют целый пакет больших государственных программ в сфере передовых технологий в промышленности и непромышленных секторах экономики, рассчитанных на запуск новой технологической революции

и радикальное укрепление конкурентных позиций на глобальных рынках⁷.

Так, в Германии в 2012 году была инициирована промышленная стратегия «Индустрия 4.0» (Industrie 4.0) как один из десяти «проектов будущего» в рамках «Плана действий по реализации обновленной федеральной Стратегии в области высоких технологий»⁸. В США приняты «Стратегия инновационного развития»⁹, «Национальный стратегический план развития передовых промышленных технологий США»¹⁰, а также реализуется ряд профильных межведомственных инициатив, таких как «Инициатива генома материалов»¹¹, национальные инициативы в сфере робототехники¹² и т. п. Великобритания реализует собственный план развития передовых производств¹³, а также программу развития «Восемь великих технологий»¹⁴. В 2013 году Франция запустила программу «Новая промышленная Франция»¹⁵, в рамках которой реализуются проекты по 10 перспективным технологическим направлениям развития индустрий и технологий будущего. В Японии запущен уже 5-й пятилетний план развития науки, технологий и инноваций (2016–2020). Китай с 2015 года реализует программы «Сделано в Китае–2025»¹⁶ и «Интернет+». Кроме того, в июле 2017 года в КНР был утвержден «Национальный план стимулирования технологических разработок в сфере искусственного интеллекта».

При этом, помимо традиционной активизации промышленной и технологической политики, практически все развитые страны с конца 2000-х годов увеличивают инвестиции в научные исследования — источник «прорывных» технологий. Особенностью данного инвестиционного цикла является то, что при сокращении государственных бюджетов на НИОКР растут частные инвестиции в исследования и разработки. Это связано с тем, что критическим условием успешности в разворачивающейся технологической гонке является ранний доступ к «прорывным»

⁷ Coccia M. *General sources of general purpose technologies in complex societies: Theory of global leadership-driven innovation, warfare and human development // Technology in Society. — 2015. — №42. — С. 199–226.*

⁸ *The New High-Tech Strategy. Innovations for Germany // Federal Ministry of Education and Research of Germany (BMBF). — 2014.*

⁹ *Strategy for American Innovation // US National Economic Council, US Office of Science and Technology Policy. — 2015.*

¹⁰ *A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing // Executive Office of the President, US National Science and Technology Council. — 2012.*

¹¹ *Materials Genome Initiative for Global Competitiveness // Executive Office of the President, US National Science and Technology Council. — 2011.*

¹² *National Robotics Initiative (NRI) // US National Science Foundation. — 2011; National Robotics Initiative 2.0: Ubiquitous Collaborative Robots (NRI–2.0) // US National Science Foundation. — 2016.*

¹³ *Growth Review Framework for Advanced Manufacturing // UK Department for Business, Innovation & Skills. — 2010.*

¹⁴ *Eight Great Technologies // UK Department for Business, Innovation & Skills. — 2012.*

¹⁵ *La Nouvelle France Industrielle // Ministère de l'Économie et des Finances. — 2015.*

¹⁶ *Made in China 2025 // The State Council of China. — 2015.*

технологиям на том этапе, когда они еще не доведены до прототипа, а являются научной гипотезой и ранней технологической идеей. Это заставляет всех, кто включился в данную гонку, переоценить риски, связанные с созданием продукта, переписать ключевые составляющие формулы времени продвижения на рынке («time-to-market»). Инвестиции в науку и исследования, увеличение пространства для экспериментов, различные способы ускорения исследований и доведения научных гипотез до полезных продуктов на рынке (R&D fast track programs), коллаборативные механизмы объединения усилий и разделения ответственности (исследовательские и технологические консорциумы¹⁷) — это широко применяемые в настоящее время инструменты хеджирования рисков.

¹⁷ Консорциумы представляют собой стратегические исследовательские, технологические или инвестиционные партнерства в составе компаний, поставщиков технологических решений, потребителей этих решений и государственного регулятора (в лице ответственного федерального органа исполнительной власти). Их деятельность оформляется как проектная, направленная на быстрое создание и рост прорывных технологий, новых отраслей и рынков, которые могут стать ведущими для экономики. За консорциумами закрепляется возможность реализации проектов, связанных с совместной предконкурентной разработкой новых технологий, передовых стандартов регулирования, осуществления НИОКР, а также создания тестовых полигонов, предназначенных для тестирования доступности, полноты и совместимости передовых технологических решений.



2.

ВЫЗОВЫ
ДЛЯ РОССИИ

Вызов участия в новой технологической революции является одним из главных социально-экономических и исторических вызовов для России в первой половине XXI века. Очевидно, что происходящие в мире изменения окажут глубокое влияние на развитие страны.

Помимо универсальных «больших вызовов» — 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 — Россия сталкивается с комплексом специфических вызовов и проблем, которые определяют особенности ее включения в технологическую революцию.

Введение секторальных санкций со стороны ЕС и США в 2014 году четко выявило целый ряд направлений, по которым Россия на данный момент не в силах конкурировать с зарубежными партнерами. Падение мировых цен на нефть в 2015 году, в свою очередь, не только усилило системный экономический кризис, но и поставило перед Россией вопрос о необходимости радикальной диверсификации национальной экономики, которая по-прежнему в значительной степени зависит от экспорта энергоносителей: в 2016 году на топливно-энергетические товары приходилось 62% всего российского экспорта в страны дальнего зарубежья.

В данном контексте включение России в новую технологическую революцию видится одним из возможных путей решения обозначенных проблем, а также ответом на вызовы, с которыми в настоящее время сталкивается российская экономика. Для успешной реализации проекта, однако, следует четко понимать, чем российская ситуация с развертыванием масштабной технологической и промышленной модернизации отличается от аналогичных процессов в странах, которые уже реализуют похожие программы.

Так, представляется, что императив повышения темпов роста производительности, ставший определяющим для развитых экономик, в России

приобретает другое звучание: российской экономике необходимо обеспечить рост производительности труда в таких масштабах, которые позволят в кратчайшие сроки ликвидировать отставание по данному показателю от стран-лидеров и не уступать им в будущем.

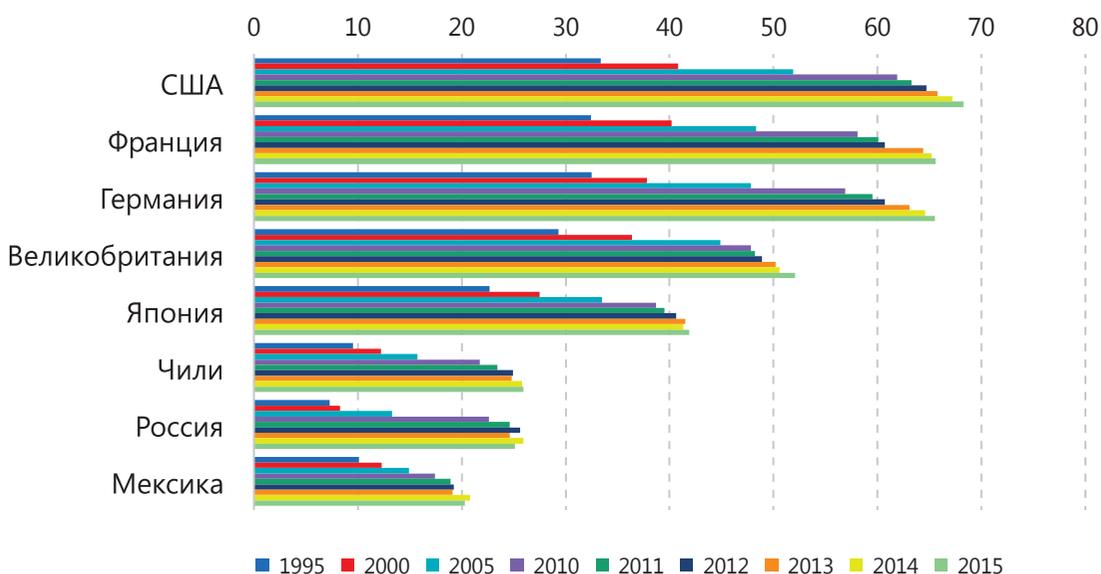
Аналогичная ситуация наблюдается и в том, что касается ключевых проявлений новой технологической революции — процессов цифровизации и платформизации экономики: несмотря на имеющийся потенциал, российская экономика пока, увы, демонстрирует в этой части весьма скромные результаты.

Государственная научно-технологическая и инновационная политика в какой-то степени пытается решать эти задачи, однако вопрос о повышении эффективности применяемых инструментов по-прежнему остается актуальным.

ИМПЕРАТИВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ: РОССИЙСКАЯ СИТУАЦИЯ

Как уже упоминалось в предыдущей главе, в развитых экономиках основным мотивом для развертывания новой промышленной и технологической политики, направленной на стимулирование перехода к четвертой промышленной революции, послужила необходимость преодоления замедления темпов роста производительности труда.

Рисунок 8. Динамика изменения показателей производительности труда по странам (выработка ВВП по ППС в расчете на одного занятого, долл. США)



Источник: ЦСР по данным ОЭСР

Данные, представленные на Рисунке 8, позволяют сформулировать ряд важных утверждений. Во-первых, несмотря на замедление в последние десятилетия, во всех развитых экономиках сохраняется стабильный рост производительности труда: более того, за 1995–2015 годы США, Франции и Германии удалось достичь двукратного увеличения данного показателя. Во-вторых, сохраняется значительное отставание России от стран-лидеров: в 2015 году производительность труда в России была более чем в 2,5 раза ниже, чем производительность труда в США: американский уровень производительности труда за один человеко-час составлял 68,3 долл. США, в России — 25,9 долл. США, а средние показатели по ОЭСР — 50,8 долл. США. Это говорит о том, что страна так и не достигла тех уровней производительности, которые наблюдались в США, Франции и Германии два десятилетия тому назад. В-третьих, несмотря на отставание, России пока не удалось выйти на траекторию стабильного роста производительности труда: это особенно четко прослеживалось в последние годы, когда периоды роста производительности чередовались с периодами падения данного показателя.

Таким образом, перед Россией стоит сложная задача: требуется обеспечить устойчивый рост уровня производительности труда и практически одновременно выйти на максимальные темпы ее роста для полной реализации потенциала национальной экономики.

Одним из основных резервов для повышения производительности остается технологическая модернизация производств, подразумевающая в том числе введение в эксплуатацию новой техники, усовершенствование действующего оборудования, внедрение комплексной автоматизации и т. д. Как показало исследование, проведенное в феврале 2017 года ЦСР совместно с Минпромторгом России, ЦМРП и Агентством по технологическому развитию, абсолютное большинство опрошенных руководителей российских промышленных предприятий (83,6%) считают, что повышение технического уровня производства является ключевым внутренним условием для роста производительности труда¹⁸.

На системном уровне технологическая модернизация должна отражаться в росте инвестиций в основной капитал, чего на данный момент в России не наблюдается: по данным Росстата, степень износа основных фондов в обрабатывающей промышленности стабильно увеличивалась с 2008 года (45,6%) по 2016 год (50,2%)¹⁹. Схожая картина наблюдалась и в добывающей промышленности, и в распределении электроэнергии, газа и воды. Более того, анализ динамики индекса физического объема инвестиций в основной капитал говорит о том, что несмотря на увеличивающуюся

¹⁸ *Производительность труда. Результаты опроса 500 руководителей промышленных предприятий // Минпромторг России, фонд «Центр стратегических разработок», «Центр мониторинга развития промышленности», агентство по технологическому развитию. — 2017.*

¹⁹ *Предварительные данные.*

степень износа основных фондов (см. рисунок 9), объем инвестиций в российской обрабатывающей промышленности в последние годы падает. Так, индекс физического объема инвестиций в основной капитал на обрабатывающих производствах по итогам 2016 года составил 90,2%.

Рисунок 9. Степень износа основных фондов на промышленных предприятиях, на конец года, %



Источник: ЦСР по данным Росстата

Еще одно пространство для маневра сохраняется в части повышения вклада совокупной факторной производительности (СФП) в общий рост производительности труда в России. Эта задача напрямую связана не просто с увеличением инвестиций в основной капитал, а с кардинальной модернизацией всей национальной экономики, использованием передовых производственных технологий и компетенций работников. Согласно расчетам ЦСР, для того, чтобы производительность труда в России к 2035 году увеличилась на 50-60% по сравнению с текущими значениями, на СФП должно в среднем приходиться 2,2% совокупного темпа роста производительности труда в 2017–2024 годах и 2,4% в 2025–2035 годах (в настоящее время данный показатель находится на уровне 0,8%). В этом контексте стимулирование и внедрение инноваций — технологических, организационных, институциональных — приобретает решающее значение, особенно с учетом текущего отставания России от экономически развитых стран: так, в 2014 году в России удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, составил всего 8,8% (–3,3% по сравнению с 2012 годом), в то время как в Великобритании, Франции и Германии аналогичный показатель находился на уровне 34%, 36,7% и 55% соответственно²⁰.

²⁰ Индикаторы инновационной деятельности: 2016. Статистический сборник. — М.: НИУ ВШЭ, 2016.

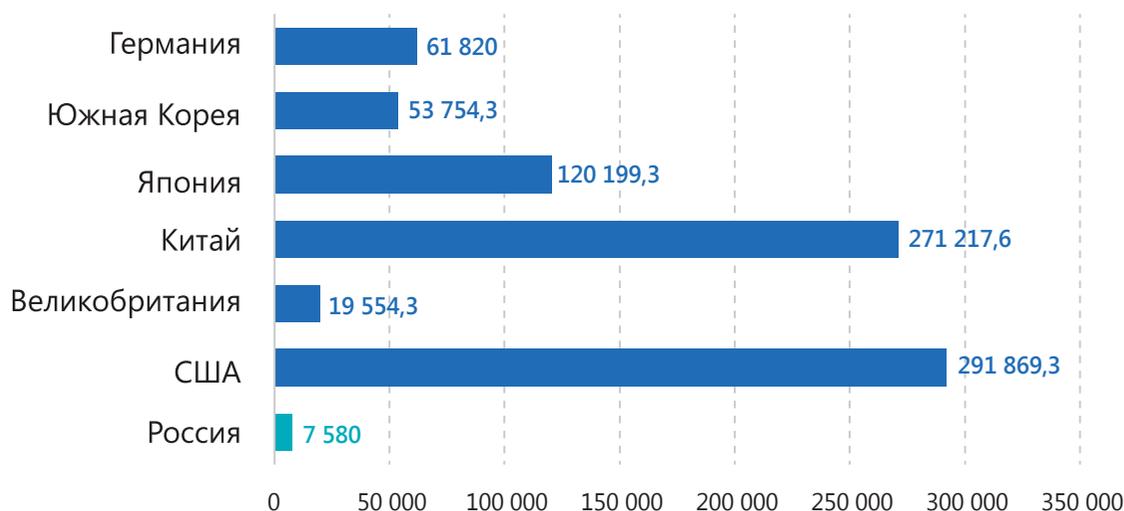
РОССИЯ И НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

Отставание России в настоящий момент наблюдается и по другим ключевым индикаторам новой технологической революции. Среди основных проблем можно выделить:

Низкий уровень активности промышленных компаний в осуществлении инновационной деятельности.

Так, показатель затрат на НИОКР промышленных предприятий находится на очень низком уровне — в 2015 году, по данным ОЭСР, он составлял всего 0,3% ВВП. Это, в принципе, неудивительно в ситуации, когда доля организаций, осуществляющих технологические инновации, крайне мала. Для сравнения, аналогичный показатель в Китае был равен 1,54% ВВП, в США — 1,79% ВВП, в Японии — 2,72%. Иными словами, в абсолютном измерении затраты на НИОКР промышленных предприятий в Китае и США почти в 30 раз превышают объем затрат в российской промышленности (см. рисунок 10).

Рисунок 10. Затраты на НИОКР промышленных предприятий, млн долл. США (в постоянных ценах), 2015 год



Источник: ЦСР по данным ОЭСР

При этом, по данным «Российской венчурной компании», большинство (более 58%) российских компаний, осуществляющих технологические инновации, все еще предпочитают покупать готовые технологии и технологическое оборудование, и только 15% этих компаний заказывает или разрабатывает самостоятельно используемые ими технологические решения. Россия отстает как по количеству ин-

новационных промышленных предприятий, которое составляет 11% (у стран-лидеров — 60%), так и по занятости населения в высокотехнологичных и наукоемких отраслях (4% и 6% соответственно).

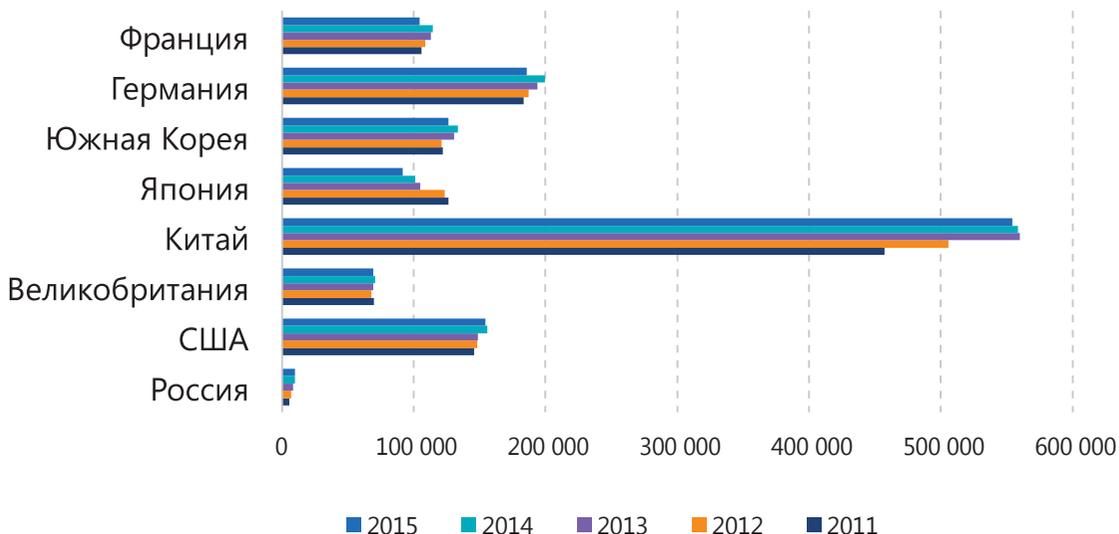
Снижение «сложности» экспорта и экономики России в целом.

Свое отражение ситуация находит в наблюдающемся снижении сложности экономики России, т. е. в сокращении уровня диверсификации производимой в стране продукции. В последние десятилетия происходит смещение структуры экспорта России в сторону продуктов низкой сложности. Об этом можно судить по результатам мониторинга, ежегодно проводимого экспертами Гарвардского университета в рамках составления индекса сложности экономики (Economic Complexity Index).

В целом структура экспорта России сильно смещена в сторону продуктов низкой сложности (82% в структуре экспорта), в то время как экспорт продукции российской обрабатывающей промышленности сохраняется на относительно низком уровне. Так, по итогам 2016 года доля машин и оборудования в товарной структуре российского экспорта составляла всего 8,3%, даже несмотря на рост ценовой конкурентоспособности российских товаров в результате девальвации рубля. Доля инновационных товаров в общем объеме экспорта организаций промышленного производства по итогам 2016 года составила 8,7% (падение на 0,7% по сравнению с 2015 годом). В отличие от российского, мировой экспорт, напротив, пропорционально распределен между тремя группами продуктов различной степени сложности: низкой (31%), средней (38%) и высокой (31%). В странах-лидерах инноваций (США, Германия, Южная Корея, Китай) продукты высокой сложности занимают 50% и более в общем объеме экспорта страны.

Эксперты ЮНИДО отмечают, что Россия — единственная страна БРИКС, где структура производства стала менее высокотехнологичной, чем была ранее. Например, доля высокотехнологичного и среднетехнологичного экспорта в Китае совокупно составляет порядка 60%. При этом по номинальному объему экспорт высокотехнологичной продукции из Китая более чем в 57 раз превышает аналогичный показатель для России (см. рисунок 11).

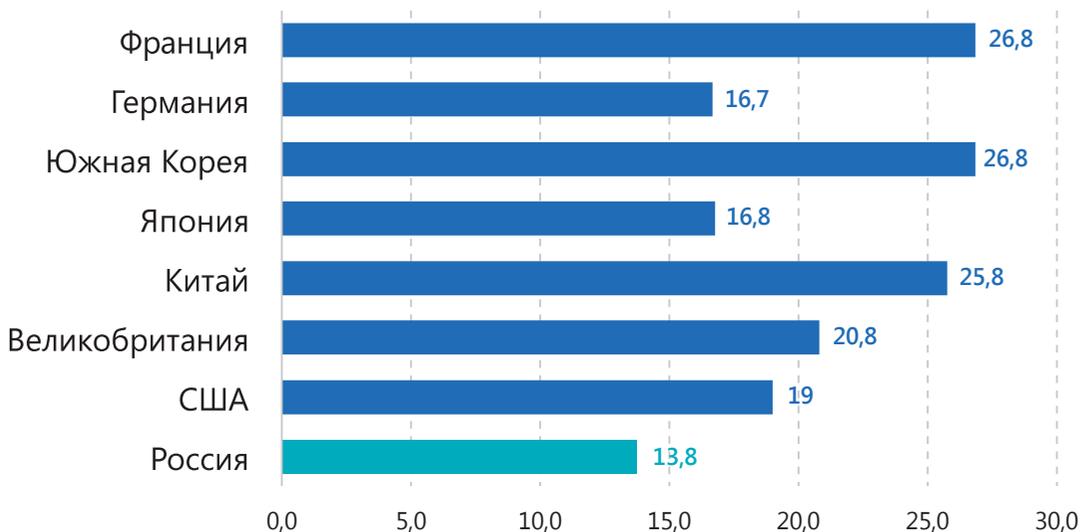
Рисунок 11. Объем высокотехнологичного экспорта отдельных стран, млн долл. США (в текущих ценах)



Источник: ЦСР по данным Всемирного банка

Положение России, однако, выглядит несколько иначе, если обратить внимание на относительные индикаторы, а именно удельный вес высокотехнологичных товаров в общем объеме экспорта страны: отставание России даже по сравнению с такими государствами, как Франция, Южная Корея и Китай значительно, но не столь критично (13,8% против 26,8%, 26,8% и 25,8% соответственно, см. рисунок 12).

Рисунок 12. Доля высокотехнологичного экспорта в общем объеме произведенного экспорта, %, 2015 год



Источник: ЦСР по данным Всемирного банка

Отставание в части развития технологий новой промышленной революции.

Критическим остается отставание России от стран-лидеров в части развития передовых технологий, лежащих в основе новой промышленной революции. По данным Росстата, по итогам 2016 года число разработанных передовых производственных технологий в России составило 1 534 единицы, из них число новых для России составило 1 342 единицы, а число принципиально новых — 192 единицы. При этом число используемых передовых производственных технологий в целом по России было на несколько порядков больше — 232 338 единиц.

Эти данные коррелируют с тем, что машины и оборудование в Россию преимущественно импортируются: согласно данным ФТС, на них по-прежнему приходится основная доля российского импорта — 50,2% по итогам 2016 года. Примечательно, что по сравнению с предыдущим периодом среди товаров данной группы возрос импорт механического оборудования на 4,1%, электрического оборудования и оптических инструментов — на 1,8%. Данная тенденция сохраняется и в 2017 году — закупки машин, оборудования и транспортных средств в январе-марте 2017 года по отношению к этому же периоду 2016 года увеличились на 29,0%. Наиболее активный рост показал импорт тракторов — показатели увеличились в 4,2 раза, количество импортируемых грузовых автомобилей выросло в 2,6 раза, объем промышленного и лабораторного оборудования — в 2,0 раза. В целом это говорит о том, что принимаемые меры в сфере импортозамещения в настоящее время не дают ощутимого результата, а во многих отраслях сохраняется высокая степень зависимости от иностранного оборудования и комплектующих, не имеющих российских аналогов.

На этом фоне происходит запаздывание в создании новых отраслей и рынков развивающейся технологической революции. Несмотря на постепенное восстановление экономики, в России сохраняется низкая доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП. В 2016 году, по данным Росстата, эта доля составила всего 22,4% от совокупного выпуска в стране. При этом доля России в мировом производстве в целом и в экспорте высокотехнологичной продукции в частности остается незначительной: по данным National Science Board, в 2014 году удельный вес России по данным показателям составил 1,2% и 0,3%-0,5% соответственно. Доля России в производстве (по созданной добавленной стоимости, 2014 год) и экспорте (2013 год) коммерческих наукоемких услуг составила 2% и 1,6% соответственно.

Кроме того, значительным остается разрыв между Россией и странами-лидерами новой технологической революции в части зарегистрированных патентов в таких сферах, как робототехника, новые материалы, аддитивные технологии, промышленный Интернет и т. д. Отставание в их количестве измеряется разами, что сказывается на развитии соответствующих новых рынков. Так, доля России на мировом

рынке аддитивных технологий, по данным ВИАМ, в 2016 году составила около 1,7%. При этом в целом на исследования и разработки в России ежегодно расходуется порядка 1,10% ВВП (2015 год). Эта цифра достаточно сильно отличается от показателей стран-лидеров технологической революции (3–4% ВВП).

Низкие темпы цифровизации и платформизации экономики.

Несмотря на ряд обнадеживающих тенденций, в целом приходится констатировать увеличение разрыва между Россией и странами-лидерами в том, что касается двух ключевых проявлений новой технологической революции — цифровизации и платформизации. Следует, однако, отметить, что оба этих понятия сложно поддаются статистическому измерению. Для оценки степени цифровизации общества, экономики, а также отдельных отраслей промышленности в настоящее время применяется несколько комплексных показателей, среди которых, например, разработанный в ЕС Индекс цифровизации экономики и общества (Digital Economy and Society Index, DESI)²¹. С 2014 года индекс рассчитывается для всех стран ЕС, а с 2015 года регулярно публикуется и международный вариант индекса, учитывающий государства, не входящие в Европейский союз.

Так, в 2016 году значение индекса I-DESI для России составило 0,47, что было ниже среднего показателя по ЕС за тот же год (0,54). Лидерами по уровню цифровизации среди стран ЕС в 2016 году стали Дания (0,67), Финляндия (0,66), Швеция (0,65) и Нидерланды (0,64).

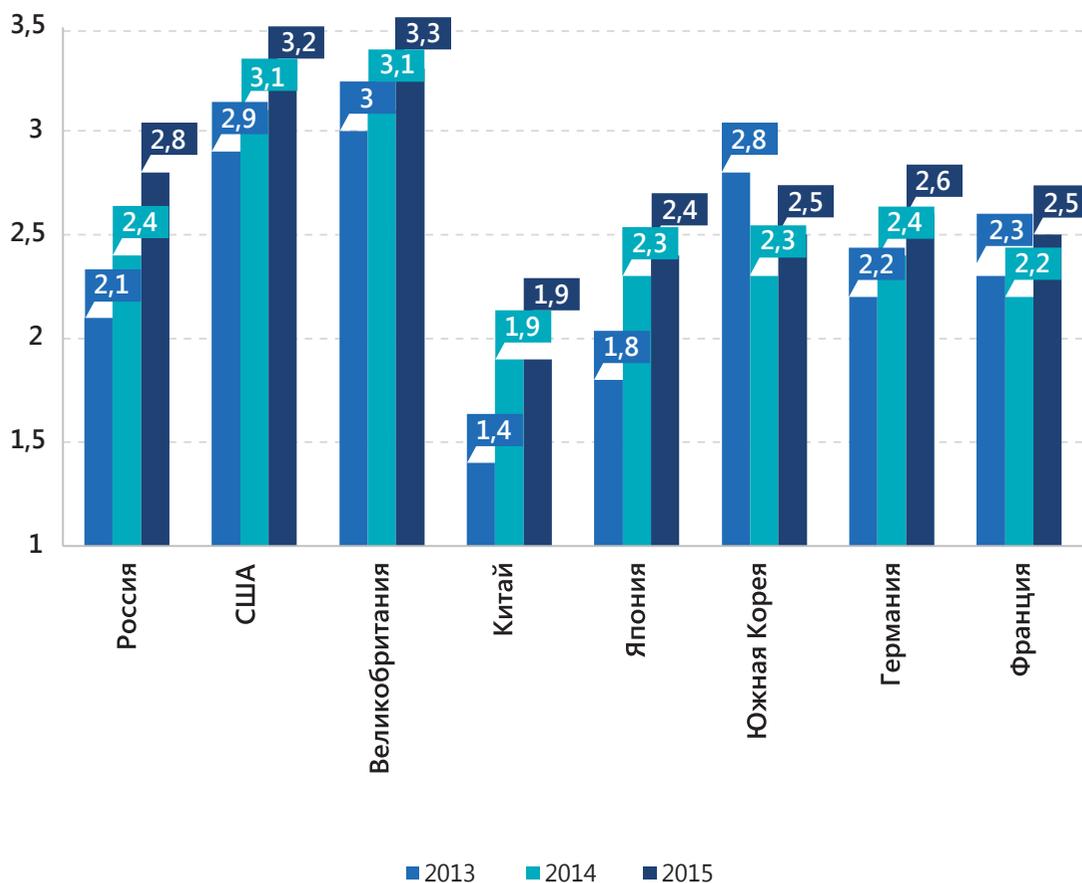
По оценке Евразийской экономической комиссии, потенциал российских цифровых платформ сосредоточен в основном в сфере ИКТ, электронной торговли, услуг и финансов. В науке, телемедицине и промышленности российские цифровые платформы отсутствуют. В настоящее время аналитиками Центра изучения глобальных компаний (CGE) фиксируется наличие в России только трех глобально значимых цифровых платформ. В мире главными их обладателями выступают Китай, США, отдельные страны ЕС.

Вместе с тем, если обратиться к данным Google Consumer Barometer, Россия по отдельным параметрам, являющимся индикаторами уровня цифровизации обще-

²¹ Индекс цифровизации экономики и общества (DESI) был разработан для мониторинга процесса перехода государств ЕС к цифровой экономике и обществу и рассчитывается с 2014 года. DESI состоит из 5 групп (Связь; Компетенции, необходимые в условиях цифровой экономики и общества; интернет-пользование; Внедрение цифровых технологий; Цифровые государственные услуги) и 12 подгрупп показателей, объединяющих 30 индикаторов. Большая часть показателей основана на официальных статистических данных, предоставляемых агентством Eurostat, однако ряд оценочных и агрегированных индикаторов рассчитывается в рамках специальных ежегодных мониторингов и исследований (например, eGovernment Benchmark).

ства, не только не отстает, но и опережает некоторые ведущие страны: например, в 2015 году на одного человека в России приходилось в среднем 2,8 подключенных к Интернету устройств, в то время как во Франции и Германии аналогичный показатель находился на уровне 2,5 и 2,6 устройств на человека соответственно (см. рисунок 13).

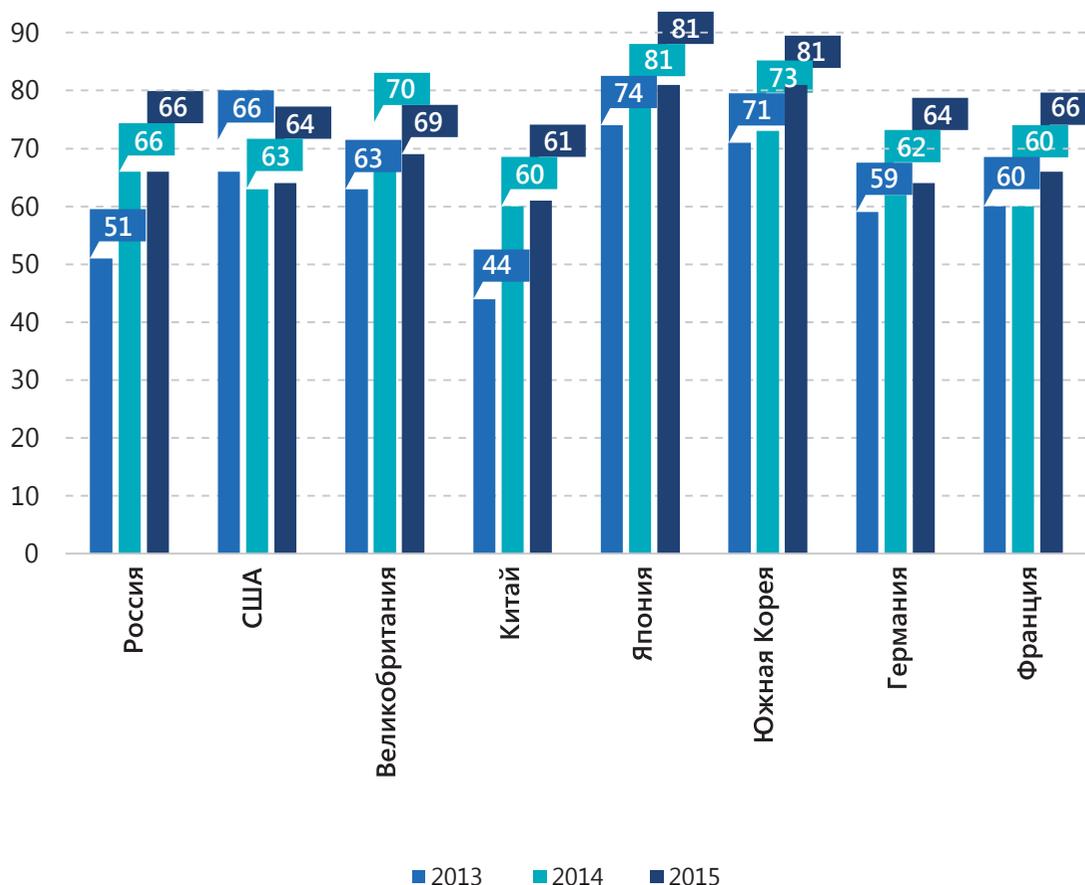
Рисунок 13. Среднее количество подключенных к Интернету устройств в отдельных странах, ед. на одного человека



Источник: Google Consumer Barometer

Схожая ситуация наблюдается и по такому показателю, как доля людей, ежедневно пользующихся доступом в Интернет: Россия (66%) отстает от Японии (81%), Южной Кореи (81%) и Великобритании (69%), но в целом находится на уровне развитых стран. Благодаря прошедшим в предыдущие годы реформам в области телекоммуникаций, в России появился практически самый дешевый высокоскоростной Интернет в мире.

Рисунок 14. Доля людей, ежедневно пользующихся доступом в Интернет в отдельных странах, %



Источник: Google Consumer Barometer

Несмотря на это, согласно опросу, проведенному в 2015 году IDC, 57% российских компаний, в отличие от граждан, не использовали Интернет в своей производственной деятельности. Кроме того, Россия отстает в сфере электронной коммерции — доля продаж через Интернет в общем объеме оборота розничной торговли по итогам 2015 года составила всего 4%.

В целом, в части цифровизации и платформизации российская экономика сохраняет высокий потенциал, однако внедрение и развитие технологий новой промышленной революции в настоящий момент протекает в спокойном («эволюционном») режиме, не предполагающем резкого роста за короткий промежуток времени. Эти процессы в России в первую очередь затрагивают сектор услуг (торговля, здравоохранение, государственные услуги и др.), в то время как реальный сектор подвержен

лишь фрагментарным и косвенным изменениям²². Комплексных и масштабных проектов и программ наподобие «Индустрии 4.0», реализуемой Германией, в России в настоящее время нет, однако российские компании предпринимают попытки внедрить некоторые элементы новой парадигмы промышленного производства в свой бизнес²³. При этом межотраслевой эффект цифровизации и платформизации — распространение интернет-технологий — по оценкам VCG с 2010 по 2015 год увеличился в 5,5 раза, с 5 до 27,7 трлн рублей²⁴. Рост обеспечили внедрение платформ электронных торгов, увеличение транзакций по банковским картам, расширение сегмента ROPo (Research Online Purchase Offline) и онлайн-рекламы.

Динамика 2010–2015 годов также показывает, что вклад цифровой экономики в ВВП России на конец 2015 года составил 2,1% ВВП, продемонстрировав тем самым рост в 1,3 раза по сравнению с 2011 годом. Тем не менее по данному показателю Россия продолжает отставать от лидеров цифровизации в 3–4 раза²⁵.

²² В России переход к платформенным решениям на данном этапе преимущественно наблюдается у лидирующих интернет-компаний. Ведущие порталы Рунета последовательно реализуют стратегии по развитию платформенных сервисов (яркий пример — «Яндекс.Такси» и «Яндекс.Маркет»), а активный рост онлайн-классифайдов (например, Avito) дополняется появлением площадок по предоставлению различного рода услуг на базе платформенных решений, как в B2C (YouDo, «Ремонтник.ру»), так и в B2B-сегменте (Wowworks, ICanDeliver). Кроме того, важную роль продолжают играть интернет-компании, работающие в сфере подбора персонала и поиска вакансий (HeadHunter, SuperJob), а также платформенные сервисы, направленные на обеспечение легальной дистанционной занятости (например, Workle и фриланс-порталы). Наконец, частичный переход к платформенной экономике наблюдается и в сфере e-commerce: крупные онлайн-ритейлеры (Ozon.ru, «Юлмарт») развивают интегрированные маркетплейс-площадки, в рамках которых компаниям-партнерам предоставляется возможность использовать логистическую инфраструктуру ритейлера, а также его клиентскую базу.

²³ В качестве примера можно привести завод АО «ТНН» в Челябинске, решения в области цифровой трансформации предприятий горнодобывающей промышленности, разрабатываемые VIST Group, проекты в рамках группы рынка «Технет» НТИ и т. д.

²⁴ Россия онлайн? Догнать нельзя отстать. // The Boston Consulting Group. — 2016.

²⁵ Там же.

В общем виде сравнительная характеристика значений основных показателей новой технологической революции представлена в Таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика места России по некоторым показателям новой технологической революции

	Показатель	Россия	Страны-лидеры
1	Количество платформенных компаний (2015 год)	3	Китай — 64, США — 63, Великобритания — 9
2	Объем высокотехнологичного экспорта, млрд долл. США (2015 год)	9,7	Китай — 554,3, Германия — 185,6, США — 153,5, Южная Корея — 126,5
3	Производительность труда, долл. США за один человек-час (2015 год)	25,9	Средний показатель производительности труда по странам ОЭСР — 50,8, в том числе в: США — 68,3; Франции — 67,6; Германии — 66,6
4	Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, % (2014 год)	8,8	Германия — 55, Швеция — 45,2, Финляндия — 44,6, Нидерланды — 44,5
5	Доля абонентов сетей высокоскоростного ШПД, % от общего числа абонентов сетей фиксированного ШПД (2015 год)	58	Южная Корея — 100, Израиль — 97, Великобритания — 87, Австралия — 72, США — 67
6	Доля продаж через Интернет в общем объеме оборота розничной торговли, % (2015 год)	4	США — 20, Великобритания — 20, Франция — 15, Испания — 15, Италия — 9
7	Затраты на НИОКР, % от ВВП (2015 год)	1,10	Южная Корея — 4,23%, Германия — 2,93%, США — 2,79%, Китай — 2,07%, Великобритания — 1,70%
8	Количество выданных патентов (страна происхождения заявителя) (2015 год)	24 998	Китай — 279 501, США — 257 108, Южная Корея — 109 107, Германия — 86849, Великобритания — 21 503
9	Место в рейтинге Глобального индекса инновационного развития (2017 год)	45	Швейцария — 1, Швеция — 2, Нидерланды — 3, США — 4, Германия — 9, Южная Корея — 11, Япония — 14, Китай — 22
10	Место в международном рейтинге производственной конкурентоспособности (2016 год)	32	Китай — 1, США — 2, Германия — 3, Япония — 4, Южная Корея — 5, Великобритания — 6

Продолжение Таблицы 1.

	Показатель	Россия	Страны-лидеры
11	Место в международном рейтинге развития инфокоммуникационной инфраструктуры (Networked Readiness Index, 2016/2017 год)	41	Сингапур — 1, Финляндия — 2, Швеция — 3, Норвегия — 4, США — 5, Великобритания — 8, Япония — 10, Германия — 15, Китай — 59

Источники: 1. *Global Platform Survey, The Center for Global Enterprise, 2015*; 2. *World Bank*; 3. *ОЭСР*; 4. *Росстат, Eurostat*; 5. *International Digital Economy and Society Index (I-DESI) 2016*; 6. *РБК, НИУ ВШЭ, I-DESI 2016*; 7. *ОЭСР*; 8. *WIPO*; 9. *Global Innovation Index (GII) 2016*; 10. *Deloitte Global Manufacturing Competitiveness Index 2016*; 11. *WEF*

В России, таким образом, сохраняется высокий потенциал для совершения технологического перехода в различных отраслях экономики, особенно в части цифровизации и платформизации экономических и социальных процессов. Однако динамика, которую российская экономика демонстрирует в настоящий момент, не позволяет ни решить задачи повышения производительности труда, ни эффективно включиться в глобальные тренды, задаваемые новой технологической революцией. В этом контексте представляется, что вопросы стимулирования структурных переходов и выхода на инновационный путь развития национальной экономики должны быть предметом осознанной и системной государственной политики в научно-технологической и промышленной сферах.

3.

**НАУЧНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
И ПРОМЫШЛЕННАЯ
ПОЛИТИКА РОССИИ:
ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ
УЧАСТИЯ В НОВОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
РЕВОЛЮЦИИ**

У Российской Федерации имеется целый ряд предпосылок для продуктивного включения в новую технологическую революцию. Одна из них — накопленный опыт осуществления инновационной и научно-технологической политики.

В России на государственном уровне в последние десятилетия регулярно осуществлялись целенаправленные действия по выстраиванию единого контура научно-технологической политики и реализации комплексного подхода к созданию и развитию национальной инновационной системы и среды инноваций. В основном они касались формирования системы адекватного нормативного правового регулирования научно-технологической и инновационной деятельности, повышения эффективности науки, формирования инфраструктуры инноваций и компетенций инновационной деятельности, развития инновационного бизнеса и инновационного потенциала промышленности и регионов, увеличения доли участия России в мировой инновационной системе.

НОРМАТИВНОЕ ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Ключевым элементом государственной политики в данной сфере стало принятие целого комплекса законодательных актов — это, прежде всего, Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике», Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации», — а также реализующих их положения подзаконных актов. Они стали основанием для подготовки широкого набора отраслевых (межотраслевых) и региональных документов стратегического планирования, аналогичных документов государственных корпораций, крупных компаний с государственным участием, институтов развития. В этих документах содержатся важнейшие элементы научно-технологической и отраслевой политик, однако комплексный вектор и нацеленность на приоритеты технологической революции в них не отражены.

Помимо формирования правового поля, направления значительных бюджетных ассигнований на финансирование фундаментальных и прикладных исследований, а также попытки повысить эффективность деятельности РАН, особое внимание теме развития инноваций и формирования национальной инновационной системы было уделено при разработке Концепции долгосрочного социально-экономического развития на период до 2020 года (КДР, 2008 год), Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (СИР, 2011 год), а также проекта актуализированной СИР, подготовленной Минэкономразвития России. Работа над данными документами и реализующими их актами имела ряд положительных эффектов — удалось выработать консолидированные позиции и мнения по целому ряду вопросов, привлечь к участию весьма широкий круг сообществ (научного, предпринимательского, промышленно-производственного, управленческого, экспертного и т. д.) и подготовить в значительной степени систематизирующие документы. Однако в целом приходится признать, что многие положения, закрепленные, в частности, в СИР, были выполнены формально или имитационно, а большинство полностью реализованных мер носило «процедурно-технологический характер» и не вносило кардинальных изменений в институциональную среду и существующую модель социально-экономического и технологического развития²⁶.

В промышленном производстве императив перехода на инновационную модель развития был закреплен в серии отраслевых стратегий, подготовленных Минпромторгом России и касающихся преимущественно обрабатывающих отраслей, а также в отраслевых планах импортозамещения в промышленности (2015–2016 годы). В документах министерства указывается, что в 2017–2018 годах будут подготовлены стратегии развития для 20 отраслей промышленности²⁷ (в основном это актуализация действующих документов, а в ряде случаев — разработка новых).

В рамках выполнения поручения Президента России от 12.12.2012 № Пр-3410 (пункт 6) были разработаны шесть дорожных карт, направленных на развитие новых приоритетных секторов российской экономики: информационных технологий²⁸, фотоники²⁹, производства композитных материалов³⁰, развития

²⁶ Белановский С. А., Дмитриев М. Э., Комаров В. М., Комин М. О., Коцюбинский В. А., Никольская А. В. Анализ факторов реализации документов стратегического планирования верхнего уровня // Центр стратегических разработок. — 2016.

²⁷ Минпромторг подготовит стратегии по 20 отраслям промышленности // Официальный сайт Минпромторга России. — 3 февраля 2017 года.

²⁸ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2013 г. № 2602-р

²⁹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 июля 2013 г. № 1305-р

³⁰ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 июля 2013 г. № 1307-р

биотехнологий и генной инженерии³¹, инжиниринга и промышленного дизайна³². В 2013 году дорожные карты были утверждены распоряжениями правительства: каждый документ содержал перечень контрольных показателей и план мероприятий, предусмотренных для их достижения.

Кроме того, в этот период было в значительной мере сформировано и усовершенствовано законодательство в сфере применения наилучших доступных технологий³³. Оно было призвано обеспечить переход российских производств на экономически рентабельные технологические решения, позволяющие значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду.

В целом был отлажен механизм государственного финансирования приоритетных направлений научно-технологического и инновационного развития. Так, существенное развитие получила система финансирования инновационных проектов в рамках государственных и федеральных целевых программ (например, ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», ГП «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» и др.).

ИНСТИТУТЫ РАЗВИТИЯ В СФЕРЕ ИННОВАЦИЙ

В России сложилась обширная система институтов развития в сфере инноваций, обеспечивающая грантовое и заемное финансирование. К таким институтам можно отнести Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ, 1992 год), Фонд содействия инновациям (1994 год), Российскую венчурную компанию (2006 год), ОАО «Росинфокоминвест» (2006 год), РОСНАНО (2007 год) и ФИОП РОСНАНО (2010 год), Фонд «Сколково» (2010 год), Фонд «ВЭБ Инновации» (2011 год), Фонд развития интернет-инициатив (ФРИИ, 2013 год), Российский научный фонд (РНФ, 2013 год), Фонд развития промышленности (с 2014 года, ранее — Российский фонд технологического развития), а также Российский экспортный центр (2015 год) и ГК Внешэкономбанк (2007 год).

Кроме того, выделяется ряд особых институтов, к числу которых можно, в частности, отнести АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых

³¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 18 июля 2013 г. № 1247-р

³² Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 июля 2013 г. № 1300-р

³³ Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»; Постановление Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 г. № 1458, утвердившее Правила определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям (на данный момент 22 таких справочника уже разработаны).

проектов» (АСИ). К нефинансовым инновационным институтам развития также должны быть отнесены: ОАО «Особые экономические зоны», НКО «Фонд развития моногородов», инновационная инфраструктура (индустриальные парки, технопарки, инновационные кластеры и др.), Корпорация развития Дальнего Востока, Фонд развития Дальнего Востока, ОАО «Корпорация развития Северного Кавказа», региональные корпорации развития.

Основанные на использовании механизмов государственно-частного партнерства, институты развития выступили в качестве катализатора частных инвестиций в приоритетных секторах и отраслях экономики и создали условия для формирования инфраструктуры, обеспечивающей доступ к необходимым финансовым и информационным ресурсам для технологических предпринимателей и предприятий. По данным Минфина России, расходы федерального бюджета на институты развития и государственные корпорации за период с 2009 по 2016 годы составили 3,65 трлн рублей, из которых на инновационно ориентированные институты развития приходилось 21% совокупных расходов или 766,5 млрд рублей.

Ключевой проблемой системы институтов развития в той форме, в которой она на текущий момент функционирует в России, остается неравномерное распределение мандатов между основными участниками (дублирование инструментов стимулирования, используемых институтами развития при одновременном сохранении зон дефицита капитала и мер поддержки на некоторых стадиях развития бизнеса), несбалансированная система оценки деятельности институтов развития, несогласованность применяемых КПЭ, а также сохраняющаяся сложность процедур получения финансирования и предоставления отчетности.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАТФОРМЫ, КЛАСТЕРЫ, ОСОБЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗОНЫ

Другое направление государственной политики было связано с рядом верхнеуровневых инициатив, призванных объединить основных стейкхолдеров в части перехода России к новой высокотехнологичной экономике — бизнес, государство, научное сообщество. С этой целью было запущено 35 технологических платформ (ТП) по 13 перспективным направлениям научно-технологического развития (2011 год), 26 пилотных инновационных территориальных кластеров (ИТК, 2012 год), создана сеть особых экономических зон (ОЭЗ) — десять ОЭЗ промышленно-производственного и пять ОЭЗ технико-внедренческого типа, продолжена политика поддержки наукоградов.

Кроме того, была предоставлена финансовая поддержка для формирования на региональном уровне объектов инновационной инфраструктуры, среди которых

159 технопарков (в том числе и 12 технопарков в области высоких технологий³⁴); 196 бизнес-инкубаторов; 112 центров трансфера технологий; 71 центр коллективного пользования; 12 инжиниринговых центров ведущих технических вузов; 23 региональных центра инжиниринга; 16 сертификационных центров и испытательных лабораторий, а также ряд центров прототипирования, центров кластерного развития и других объектов³⁵.

Ключевой проблемой на данном направлении, однако, остается высокая степень зависимости запущенных инициатив от бюджетного финансирования: в условиях ограниченности средств бюджета шанс на полноценное и эффективное функционирование имеют лишь те проекты, которым удастся отладить механизмы коммерциализации инновационных решений.

НАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНИЦИАТИВА

Опыт ТП и ИТК был учтен при реализации Национальной технологической инициативы (НТИ)³⁶. Ее запуск в 2015 году стал результатом выполнения поручения, которое было озвучено Президентом России в рамках Послания Федеральному Собранию Российской Федерации 4 декабря 2014 года. НТИ представляет собой долгосрочную комплексную программу, основанную на государственно-частном партнерстве и направленную на поддержку лидерства российских компаний на высокотехнологичных рынках³⁷, которые будут определять структуру мировой экономики в ближайшие 15–20 лет (к 2035 году объем каждого из них должен превысить 100 млрд долл. США). Среди перспективных рынков, в частности, были выделены:

АЭРОНЕТ — рынок распределенных систем беспилотных летательных аппаратов;

НЕЙРОНЕТ — рынок средств человеко-машинных коммуникаций, основанных на передовых разработках в области нейротехнологий;

ЭНЕРДЖИНЕТ — рынок технологий в сфере интеллектуальных и распределенных энергетических сетей (smart grid);

АВТОНЕТ — рынок беспилотных автотранспортных средств;

³⁴ Технопарки в сфере высоких технологий // Официальный сайт Минкомсвязи России. — 25 января 2017 года.

³⁵ По состоянию на начало 2016 года.

³⁶ Подробнее см. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2016 г. № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы».

³⁷ Краткое описание и целевые показатели рынков НТИ представлены в Приложении 2.

ХЕЛСНЕТ — рынок персонализированной медицины;

СЕЙФНЕТ — рынок новых персональных систем безопасности;

МАРИНЕТ — рынок морских интеллектуальных систем, включающий технологии освоения ресурсов океана, а также технологии в области инновационного судостроения и цифровой навигации;

ФУДНЕТ — рынок продовольственной продукции, обеспеченный интеллектуализацией, автоматизацией и роботизацией технологических процессов на всем протяжении жизненного цикла продуктов;

ФИННЕТ — рынок децентрализованных финансовых систем и валют.

НТИ стремится поддерживать сетевую (платформенную) архитектуру новых рынков и ориентирована на выращивание российских компаний, претендующих на завоевание значимых позиций на глобальных рынках. Инициатива рассчитана на то, что к 2035 году на высокотехнологичный бизнес будет приходиться половина российской экономики, что обеспечит присутствие России в числе десяти крупнейших технологических держав. Количество высокопрофессиональных специалистов, занятых на новых рынках, должно превысить 10 млн человек. Показатели НТИ рассчитаны так, чтобы обеспечить в пять раз более высокий уровень производительности в новых секторах и рынках, чем в традиционных низкотехнологичных отраслях.

Помимо работы по девяти отраслевым рынкам, НТИ также предполагает поддержку проектов по сквозным технологическим направлениям, которые окажут ключевое влияние на рынки будущего — большие данные, искусственный интеллект, системы распределенного реестра, квантовые технологии, новые и портативные источники энергии, новые производственные технологии, сенсорика и компоненты робототехники, технологии беспроводной связи, технологии управления свойствами биологических объектов, нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальностей. Проекты по данным группам технологий объединяет специальное направление НТИ — «Технет».

В рамках инициативы по каждому из направлений были сформированы группы ключевых стейкхолдеров, которые объединили бизнес, представителей научного и исследовательского сообщества, институтов развития, экспертов, профессионалов и заинтересованные органы исполнительной власти, а также профильные рабочие группы, в задачу которых входила разработка дорожных карт рынков НТИ. Несмотря на то, что НТИ позиционируется как частно-государственная инициатива, одним из мотивов для участия бизнеса в проектах НТИ является софинансирование

проектов со стороны государства: так, из федерального бюджета на реализацию дорожных карт НТИ в 2017–2019 годах будет выделено 28,7 млрд рублей.

Успех НТИ на данном этапе во многом зависит от того, удастся ли в рамках инициативы сформировать эффективный механизм управления проектами и отладить систему горизонтальных связей между основными игроками.

ПРОГРАММЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ГОСКОМПАНИЙ

Параллельно с запуском новых механизмов стимулирования инновационного развития российской экономики государственная политика решает задачу трансформации традиционных крупных игроков экономики страны в лидеров технологического роста. Одним из инструментов, призванных способствовать этому переходу, стали программы инновационного развития (ПИР) государственных корпораций и компаний с государственным участием, ведущих деятельность в наукоемких отраслях экономики: по поручению Президента Российской Федерации в 2011 году к реализации ПИР приступили 47 крупнейших государственных компаний, а в 2012 году список был дополнен еще 13 предприятиями.

За период 2011–2016 годов удалось достичь значительного роста в части финансирования ПИР госкомпаний: если в 2011 году валовые расходы в рамках реализации ПИР находились на уровне 560 млрд рублей (0,9% ВВП), то в 2016 году аналогичный показатель достигал уже 1346 млрд рублей (или 1,7% ВВП). Пропорционально выросли и расходы госкомпаний на НИОКР в рамках ПИР — с 192 млрд рублей в 2011 году до 466 млрд рублей в 2016 году. Существенно увеличились и затраты на технологические инновации организаций промышленного производства, находящихся в собственности госкорпораций: по данным НИИ РИНКЦЭ, за 2010–2015 годы показатель вырос в 26 раз (с 2,15 млрд рублей в 2010 году до 56 млрд рублей в 2015 году).

Несмотря на ряд положительных результатов, к которым привела реализация ПИР (кроме вышечисленных эффектов, это и рост финансирования НИОКР со стороны крупных госкомпаний, и формирование определенной «культуры инноваций», и изменения в системе корпоративного управления), в целом эффективность инструмента продолжает вызывать довольно много вопросов: ПИР зачастую формулируются в отрыве от инвестиционных программ предприятий, их реализация воспринимается как нечто «навязанное сверху», а потому часто носит формальный характер. Относительно высокую эффективность ПИР продолжают демонстрировать те компании, в которых императив перехода к инновационному развитию навязывается не сверху, а вытекает из необходимости сохранять и улучшать свои

позиции на высококонкурентных — в первую очередь, мировых, — рынках. Такая ситуация, например, характерна для ГК «Росатом».

Рисунок 15. Объем и структура расходов ПИР госкомпаний (с 2017 года — плановые значения)



Источник: Минэкономразвития России, Росстат

Рисунок 16. Сравнение объемов финансирования НИОКР в госкомпаниях и в целом по стране (с 2017 года — плановые значения)

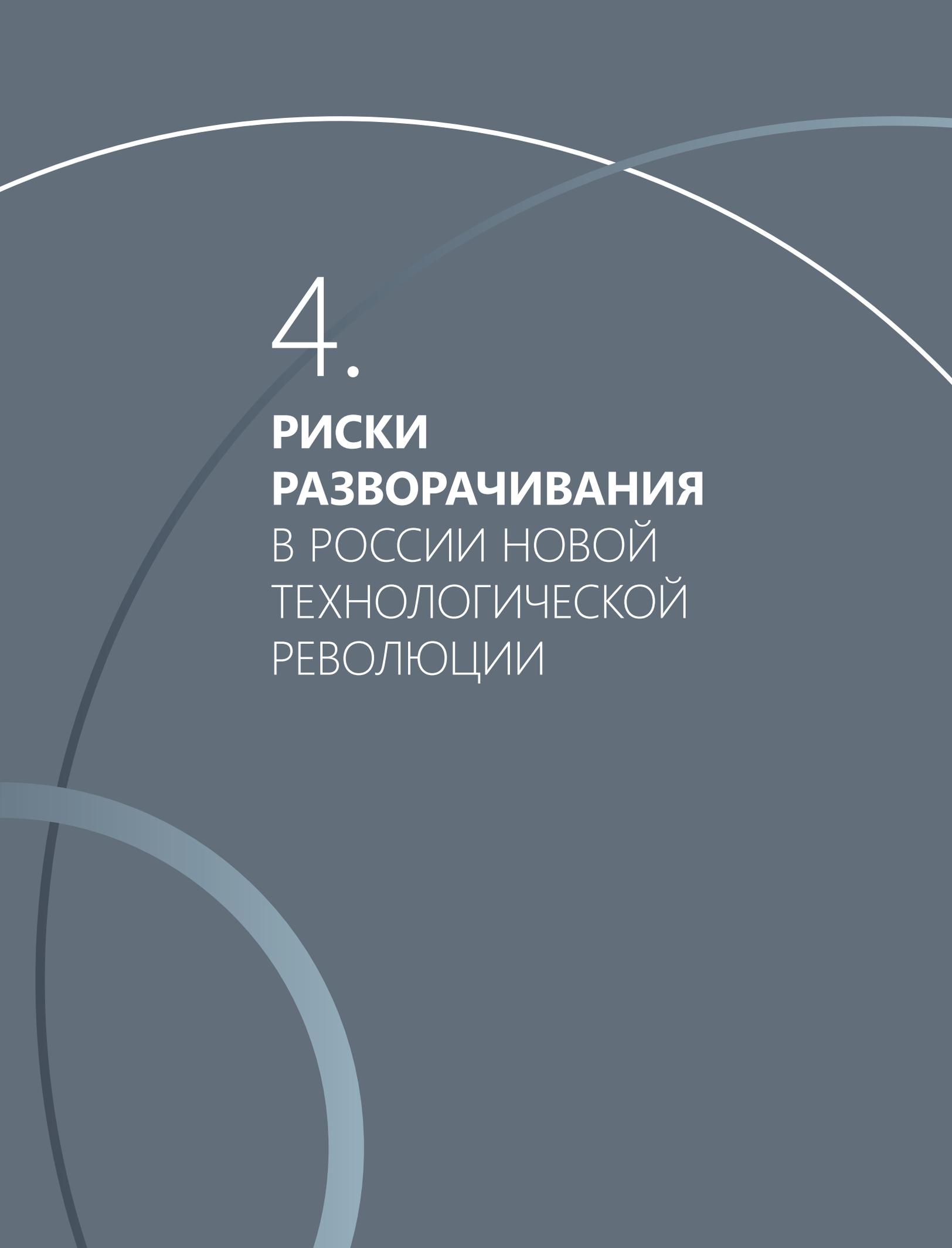


Источник: Минэкономразвития России, Росстат

ИНИЦИАТИВЫ ПО РАЗВИТИЮ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Начиная с декабря 2016 года активное развитие получили вопросы становления в России цифровой экономики. В соответствии с поручениями Президента Российской Федерации распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации». С целью обеспечить цифровизацию важных для страны инфраструктур был также принят Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». Кроме того, принятые к 2017 году в России документы стратегического планирования предусматривают меры, направленные на стимулирование развития цифровых технологий и их использование в различных секторах экономики. Например, это Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы, Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов и т. д.

В целом, несмотря на весь комплекс инструментов государственной политики, приходится признать, что эффективность системы управления научно-технологическим развитием и формирования эффективной национальной инновационной системы продолжает оставаться вызовом для России. На преодоление этого вызова должна быть направлена реализация Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента России от 01.12.2016 №642), определяющей общий контур научно-технологической политики. Акцент в документе сделан на наращивании и наиболее полном использовании интеллектуального потенциала нации, в том числе и за счет формирования эффективной современной системы управления в области науки, технологий и инноваций. Открытым остается вопрос о том, насколько предложенный в рамках стратегии подход по выстраиванию государственной научно-технологической политики как ответа на «большие вызовы», стоящие перед государством и обществом, будет отражен в конкретных проектах и мерах. Комплекс программных документов, определяющих тематику, объемы и порядок финансирования НИОКР (Государственная программа «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы и Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» и др.) пока не приведен в соответствие с новой стратегией. Вместе с тем утвержден План мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации на 2017–2019 годы (распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 июня 2017 года № 1325-р), в соответствии с которым будет принят целый комплекс важных документов.



4.

**РИСКИ
РАЗВОРАЧИВАНИЯ**
В РОССИИ НОВОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
РЕВОЛЮЦИИ

Позднее включение России в новую технологическую революцию порождает целый комплекс рисков для страны, ее граждан, компаний и государства.

Основные риски, с которыми придется столкнуться России в условиях нарастания ее технологического отставания от стран-лидеров, можно условно разделить на три категории.

К первой категории следует отнести все риски, **связанные со структурными характеристиками сложившейся в России экономической системы.**

- **Риск увеличения структурных дисбалансов в национальной экономике при одновременном исчерпании потенциала экспортно-сырьевой модели экономического развития.**

Негативные последствия будут в первую очередь связаны с сохранением зависимости от «нестабильных» нефтегазовых доходов, снижением доли инвестиций в структуре ВВП, а также с ухудшением качественных и количественных показателей расходов бюджетной системы. В результате в условиях сохранения низкой эффективности государственного участия в экономике и незначительной доли новых высокотехнологичных и наукоемких отраслей под угрозой окажется конкурентоспособность страны на глобальных рынках.

- **Риск сохранения высокого уровня импортозависимости отдельных отраслей российской экономики.**

Так, по данным Минпромторга России, в 2015 году уровень импортозависимости в автомобильной промышленности составлял 44%; в судостроительной промышленности — 55%; в сельхозмашиностроении — 56%; в нефтегазовом и тяжелом машиностроении — 60%; в легкой, фармацевтической промышленности — свыше 70%; в медицинской,

радиоэлектронной и станкостроительной промышленности — свыше 80%; в самолетостроении — 92%. Отсутствие эффективных мер по созданию национальной инновационной и технологической экосистемы грозит дальнейшим усугублением ситуации.

- Риск дефицита собственных ресурсов и технологий, необходимых для реализации переходов в рамках новой технологической революции.

Согласно Прогнозу научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года, утвержденному в 2014 году, по 224 перспективным направлениям задельных исследований (7 групп направлений, во многом определяющих развитие 74 отраслей и секторов экономики и социальной сферы страны) Россия в настоящий момент уже демонстрирует существенное отставание от мировых лидеров.

Вторая категория рисков объединяет комплекс вызовов в сфере человеческого капитала и модернизации рынка труда.

- Риски, связанные с трансформацией демографических характеристик населения и, как следствие, кардинальным изменением ситуации на рынке труда, в социальной сфере и в здравоохранении.

Основной риск связан с последствиями процесса старения населения, который наблюдается в России и ведет к сокращению числа занятых и сжатию рынка труда. Результатом становится замедление роста экономики.

Согласно данным Росстата, в 2006–2015 годах в России наблюдался устойчивый рост численности пожилого населения (население в возрасте старше трудоспособного) — по темпам он значительно опережал рост всего населения страны: если общая численность населения России за этот период увеличилась на 2%, то доля пожилого населения возросла на 20%.

В соответствии с прогнозом Morgan Stanley, в мире доля работников в возрасте 55-64 лет за следующее десятилетие вырастет с текущих 13% до 15% против стабильных 10% в предыдущие пятьдесят лет. HSBC ожидает, что в России в 2030 году пенсионеров будет больше, чем детей. По расчетам McKinsey, чтобы компенсировать эффект от старения и поддерживать социальные и долговые обязательства, темпы роста среднемировой производительности труда должны ускориться в 1,8 раза до 3,3%.

- Риски, связанные с низкой способностью конвертировать высокий уровень человеческого капитала и результаты научных исследований в технологические инновации.

По результатам Global Innovation Index 2017 (ГИ 2017), Россия занимает 23 место в мире по качеству человеческого капитала и исследовательскому потенциалу. Однако по показателям результативности в области науки и технологий страна находится лишь на 45 месте (страна потеряла пять позиций по сравнению с 2016 годом). При относительно высоком количестве исследователей и научных работников (3 131,1 исследователя на 1 миллион населения, 29 место в мире) и высокой доле выпускников инженерных и научных специальностей (28,1% от общего числа выпускников, 13 место в мире) по совокупному показателю, отражающему объем и качество инвестиций в новые технологии Россия заняла лишь 95 место.

Наконец, третья категория представляет собой набор рисков, связанных с невозможностью построения эффективной системы управления модернизацией национальной экономики в условиях отсутствия четкой ориентации на участие в новой технологической революции:

- Риск отставания нормативной и регуляторной базы от изменений, связанных с технологической модернизацией, цифровизацией и платформизацией ключевых отраслей и критических инфраструктур.

Переходы, являющиеся основой новой технологической революции, должны находить адекватное отражение в правовом и регуляторном полях. Например, отсутствие отработанных механизмов и процедур в части стандартизации и нормативного регулирования цифровых технологий уже сегодня, по словам представителей ряда отраслей, выступает серьезным барьером на пути к цифровизации некоторых направлений в транспорте, строительстве, добывающих производствах.

Высокая скорость разворачивания новых технологий требует быстрой адаптации законодательной базы, разработки и принятия новых правовых норм для высокотехнологичных продуктов и услуг, которых раньше не было на рынке. При отсутствии регуляторной среды, обеспечивающей благоприятный правовой режим для возникновения и развития современных технологий и цифровой экономики, Россия рискует столкнуться с необходимостью в ускоренном режиме импортировать подходы, разработанные и применяемые в других государствах.

Кроме того, следует понимать, что и сам нормотворческий процесс технологи-

ски и процедурно находится под давлением процессов цифровизации и требует существенного изменения подходов. Это связано с развитием технологий больших данных, искусственного интеллекта, разворачиванием частного и публичного права в сети, а также со становлением т. н. Легалтехы³⁸.

- **Риск сохранения неэффективной в современных условиях системы управления научно-технологическим развитием.**

Россия по-прежнему отстает от лидеров новой технологической революции как по показателям вклада в научно-технологическое развитие (по данным ОЭСР, в 2015 году в России доля затрат на НИОКР составила 1,10% от ВВП, в то время как в Южной Корее аналогичный показатель находился на уровне 4,23%, в Германии — 2,93%, в США — 2,79%, в Великобритании — 1,70% в Китае — 2,07%³⁹), так и по показателям результативности научно-технологической деятельности (по количеству заявок на регистрацию патентов, товарных знаков и промышленных образцов она продолжает уступать все тем же лидерам (см. Таблицу 2). В этих условиях ключевым вызовом остается выстраивание четкой, прозрачной и скоординированной системы управления НТР на государственном уровне.

Таблица 2. Рейтинг стран по заявкам на патенты, товарные знаки и промышленные образцы, место в мире, 2015 год

Страна	Заявки на получение патента	Заявки на регистрацию товарного знака	Заявка на регистрацию промышленных образцов
Китай	1	1	1
США	2	2	4
Германия	5	3	3
Южная Корея	4	7	2
Япония	3	5	7
Франция	6	4	9
Великобритания	7	8	11
Италия	11	11	5

³⁸ В рамках реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации» на базе Фонда «Сколково» был создан центр компетенций по направлению «Нормативное регулирование», а также сформирована профильная рабочая группа.

³⁹ Существенное отставание России наблюдается и по показателю валовых затрат на НИОКР. Так, по данным ОЭСР в 2015 году валовые затраты Китая на фундаментальные исследования составили 19 млрд долл. США, на прикладные — 40,6 млрд долл. США, в то время как в России аналогичные показатели находились на уровне 5,4 млрд долл. США и 6,9 млрд долл. соответственно.

Продолжение Таблицы 2.

Страна	Заявки на получение патента	Заявки на регистрацию товарного знака	Заявка на регистрацию промышленных образцов
Индия	14	6	13
Россия	10	10	23

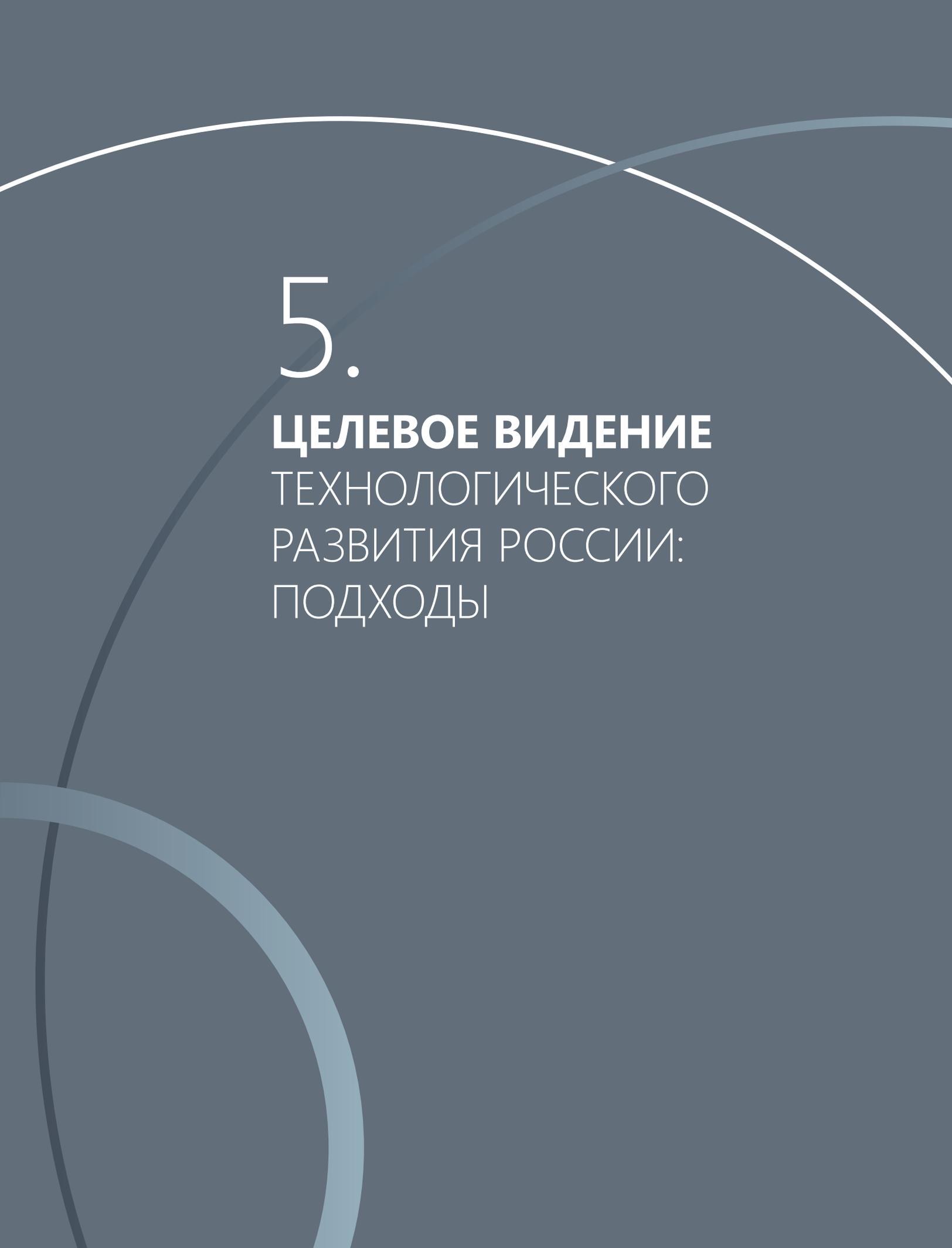
Источник: Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС, WIPO)

Другим серьезным вызовом остается утечка из страны высококвалифицированных кадров, преимущественно в страны Западной Европы, Северной Америки, а также в Израиль. Так, по данным Росстата, в 2016 году Россию покинуло 43 516 человек с высшим образованием, в том числе 121 докторов наук и 223 кандидатов наук. Следует особо подчеркнуть и тот факт, что количество эмигрантов из России, имеющих высшее образование, на протяжении последних лет постоянно росло — в 2015 их насчитывалось 36 889, в 2014 году — 29 164, а в 2013 году — 19 845 человек.

Это отчасти объясняется тем, что рабочие места, требующие высокой квалификации и предлагающие высокий доход, особенно в новых секторах, создаются в основном за пределами Российской Федерации.

Следует, однако, отметить, что определенные риски несет в себе и ускоренный переход страны к новой технологической революции: реализацию политики технологического роста сложно согласовать с текущими приоритетами недопущения снижения уровня жизни населения и отвлечения бюджетных средств от социальной поддержки. Кроме того, ускоренное технологическое развитие создает существенные риски потери части рабочих мест в традиционной индустрии, секторе услуг, социальной сфере и в управлении, а также риски усиления неравенства как внутри общества (между отдельными социальными группами), так и между разными регионами страны.

Вместе с тем необходимо понимать, что без тотального перехода к применению передовых технологий России не удастся выйти на темпы роста выше 4% ВВП в год, а следовательно, мобилизовать ресурсы, необходимые для инвестиционного подъема: медленный рост и отсутствие положительных сдвигов в части улучшения бизнес-климата будут выступать серьезным барьером для притока инвестиций. Так, объем прямых иностранных инвестиций (ПИИ) в российскую экономику в последние годы существенно сократился: несмотря на определенный подъем в 2016 году (33 млрд долл. США по сравнению с 6,8 млрд долл. США в 2015 году), показатель по-прежнему более чем в два раза отстает от докризисных значений 2013 года (69 млрд долл. США). Кроме того, на протяжении последних пяти лет стабильно наблюдается падение индекса физического объема инвестиций в основной капитал.



5.

ЦЕЛЕВОЕ ВИДЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ РОССИИ:
ПОДХОДЫ

ПРИОРИТЕТЫ

В условиях ускорения темпов появления и развития новых технологий даже страны, являющиеся бесспорными лидерами по уровню научного и инновационного потенциала, сталкиваются со все более активной конкуренцией на международной арене. Для России одной из главных на период до 2035 года должна стать задача продуктивного включения в новую технологическую революцию с целью осуществления структурного маневра в экономике и социальной системе.

Очевидно, что технологическая революция окажет глубокое и сильное влияние на отрасли и сектора экономики России, образующие ее традиционный базовый сектор, на который приходится основной объем ВВП: добыча нефти, газа и других полезных ископаемых, химическая промышленность, металлургия, машиностроение и иные обрабатывающие производства, торговля, финансовый сектор, сельское хозяйство и пр.

Обозначенные в предшествующих разделах особенности экономической ситуации и проводимой инновационной и технологической политики, а также приведенные показатели указывают на то, что Россия задержалась с активным включением в новую технологическую революцию. Стране необходимо приложить дополнительные усилия, чтобы не только компенсировать образовавшийся разрыв, но и действовать в опережающем режиме по ряду приоритетных направлений, в которых имеются потенциал и сформированные заделы.

Для России технологическая революция означает не только формирование новых секторов, но и глубокие технологические и организационные изменения в традиционных отраслях. Традиционные отрасли российской экономики будут вынуждены в ближайшие 10–15 лет решать проблемы:

- удержания конкурентных позиций на национальном и глобальном рынках;

- повышения производительности и ускоренной модернизации (в т. ч. обновления основных фондов);
- адаптации к быстрому распространению прорывных производственных технологий;
- глубокой трансформации бизнес-моделей экономических агентов, которые должны стать поставщиками не только физических товаров и работ, но и цифровых продуктов (в их бизнес-моделях особое место начинает занимать работа с информацией и данными);
- низкого уровня активности промышленных компаний в осуществлении инновационной деятельности, ориентации этой деятельности преимущественно на внутренний рынок.

Названные проблемы с рядом оговорок характерны для всей российской экономики, а не только для ее базовых секторов, хотя в разных отраслях они имеют определенную специфику (подробнее см. Приложение 1).

Таким образом, учитывая сложившуюся структуру российской экономики, текущий уровень развития национальной инновационной системы, а также комплекс обозначенных рисков, можно заключить, что переход страны к качественно новой экономической, индустриальной и технологической парадигме будет зависеть от скоординированной реализации мер по целому ряду направлений. К ним следует отнести технологическую модернизацию традиционных для российской экономики отраслей, развитие новых высокотехнологичных секторов и обеспечение выхода страны на новые рынки, перезапуск системы управления НИОКР, реорганизацию институтов развития, меры по достижению нового качества человеческого капитала и адекватной ему организации рынка труда, а также тотальную/сквозную «цифровизацию» реальной экономики.

ВОЗМОЖНЫЕ СЦЕНАРИИ

Все указанные приоритетные направления действий могут быть реализованы в различных сочетаниях и последовательности в рамках двух возможных сценариев развития, которые условно можно назвать «эволюционным» и «революционным».

1. Эволюционное развитие — глубокая модернизация и технологическая оптимизация существующих отраслей и производств.

Данный вариант основан на позиции, согласно которой контуры будущих глобальных рынков уже определены. Развитие этих рынков в мире уже запущено, а Россия в этом отношении может развиваться только по модели «догоняющего развития». Такой тип развития характеризуется рядом четко проявленных в государственной политике моментов: массовым распространением «обратного» (реверсивного) инжиниринга и значимой ролью государства как проводника для входа на новые рынки, обеспечивающего формирование всей производственно-технологической цепочки как единого комплекса, решение вопросов сертификации выпускаемой продукции и стандартизации складывающихся рынков, а также стимулирование активного и целенаправленного вхождения российских компаний в производственные цепочки зарубежных производителей, претендующих на лидерство на глобальных рынках.

Если следовать данному варианту производственно-технологического развития, структура экономики России, скорее всего, к 2035 году принципиально не изменится, ее базовым сектором останутся отрасли, доминирующие в ней в настоящий момент. Основным бенефициаром данного сценария развития должны выступать крупные компании, представляющие отрасли существующего традиционного сектора российской экономики.

2. Революционное развитие — опережающее создание новых прорывных секторов.

Данный вариант основан на позиции, согласно которой контуры всех новых рынков еще не известны. В этой связи для России нет смысла стремиться утвердиться на тех рынках, которые уже запустились и развиваются даже в том случае, если те все еще находятся на стадии масштабирования. Нужно сделать ставку на «опережающее» развитие, прорыв на совершенно новые, пока не существующие рынки, на обретение лидирующих позиций в мире (обеспечение доли России в 10–15% на ряде высокотехнологичных рынков в перспективе до 2035 года).

При реализации данного сценария структура экономики страны к 2035 году

должна существенным образом трансформироваться. Этот вариант также предполагает значительную интервенционистскую роль государства, потому что для формирования нового глобального рынка необходимо обеспечить одновременный выход на него производителя, потребителя и регулятора. Ставка на радикальные инновации и «прорывные» технологии в государственной политике, однако, влечет за собой значительные риски, связанные со слабой предсказуемостью развития «прорывных» рынков, их высокой динамикой. Лучшая форма этого варианта производственно-технологического развития России — сознательный и масштабный эксперимент, ключевым субъектом которого должны выступать организационно оформленные сети и консорциумы с участием производителей, поставщиков и регуляторов. Бенефициаром данного сценария развития могли бы стать быстро растущие средние высокотехнологичные компании, представляющие, прежде всего, цифровую экономику.

Две модели производственно-технологического развития, основанные на описанных сценариях, таким образом, существенно различаются в параметрах прогнозируемых изменений структуры экономики России. И первая, и вторая, однако, предполагают, что при условии увеличения внутренних затрат на исследования и разработки и реализации установки на поддержку научно-технологического развития может увеличиться ежегодный темп роста ВВП.

Различия между сценариями состоят в том, что при реализации первой (модернизационной) модели возникает риск пропустить и не поддержать существенные изменения, системно перестраивающие экономическую реальность и являющиеся ее неотъемлемой основой в долгосрочной перспективе. Это риск для страны остаться без ресурсов развития следующего периода, без адекватной ему экономической базы, элементы которой в мире формируются уже сейчас. Это же — риск того, что в России не окажется секторов, которые смогут прийти на смену традиционному базовому сектору экономики, когда последний окончательно утратит свою эффективность и глобальную конкурентоспособность. Преимуществом данной модели является то, что в среднесрочном периоде текущие производственные, финансовые, корпоративные и кадровые риски в целом для экономики ниже, а темпы роста стабильнее.

В рамках другой (революционной) модели, напротив, существует риск того, что ставка на развитие исключительно перспективных сегментов «экономики будущего» и новые «прорывные» технологии повлечет неоправданную деградацию основы сложившейся экономики — традиционных секторов и технологий, обеспечивающих ее текущее функционирование и наполнение бюджета. В этой модели в среднесрочной перспективе риски в целом очень высоки, но при этом есть вероятность выйти на высокие темпы роста и войти в мировую элиту — в число стран-лидеров, «держателей» ключевых рынков и платформ, определяющих актуальную мировую экономическую и научно-технологическую повестку.

Таким образом, наиболее предпочтительным целевым сценарием ускоренного технологического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу выступает сценарий совмещения действий по глубокой модернизации традиционных отраслей на базе масштабирования «прорывных» технологий с действиями по созданию новых быстрорастущих рынков высокотехнологичной экономики.

Учитывая сложность совмещения в рамках системы государственного управления решения двух указанных не противоречащих друг другу, но и не совпадающих задач, представляется важным сформировать две взаимосвязанные системы их реализации — «регулярную» и «экспериментальную», т. е.:

- действия по модернизации традиционных отраслей необходимо связать с планами и стратегиями существующих систем управления научно-технологическим развитием;
- действия по опережающему созданию новых отраслей/рынков вывести в зону экспериментальных стратегических проектных инициатив, реализуемых специальными проектными офисами.

В условиях ограниченности временного и экономического ресурсов основным вызовом в настоящий момент представляется выработка эффективных механизмов государственной научно-технологической политики, которые бы позволили одновременно запустить программу действий по каждому из этих блоков.

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЙ

Выбор в пользу сценария, предполагающего совмещение двух типов развития, ставит вопрос о необходимости выработки комплексной программы реформ, которая бы фронтальным образом охватила все обозначенные приоритетные направления государственной политики.

1. Радикальная технологическая модернизация традиционных секторов российской экономики

Приоритет модернизации базовых отраслей экономики, от которых зависит текущее благосостояние страны, связан с необходимостью создать стимулы для тех «традиционных» игроков, кто способен и хочет меняться.

Программы, направленные на модернизацию традиционной промышленности, в настоящее время являются важным элементом экономических и технологических стратегий в ведущих экономиках мира. Так, во Франции реализуется про-

ект «Промышленность будущего», который является частью программы «Новая промышленная Франция», а в КНР — программа «Сделано в Китае 2025». Важными элементами этих и других документов, помимо вопросов, связанных с обновлением оборудования, являются мероприятия по поддержке поставщиков технологических решений для промышленности, подготовка кадров для качественно новой индустрии, повышение эффективности системы госзакупок с целью стимулирования технологической модернизации отраслей, а также меры по содействию переходу к новой организации бизнес-процессов на промышленных предприятиях традиционных секторов.

Для России в качестве первоочередных мер представляется необходимым оперативный запуск государственной программы, ориентированной на обновление основных фондов и программного обеспечения в различных секторах российской экономики.

Центром макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП) было проведено исследование, в рамках которого эксперты проанализировали коэффициент использования мощностей и потенциал обновления основных фондов в отдельных отраслях российской экономики. Согласно результатам, полученным ЦМАКП, высоким потенциалом обновления основных фондов (обновление основных фондов обеспечивает высокий рост производительности труда и большие возможности роста интенсивности внешней торговли по выбранной товарной позиции) обладают такие сектора, как производство машин и оборудования; электротехника и приборостроение, включая сложную электронику; производство транспортных средств; новые материалы; связь; аренда и предоставление услуг; здравоохранение.

Российская стратегия в данной сфере могла бы также учитывать меры, призванные стимулировать переход к передовым производственным технологиям, цифровым и платформенным решениям, а также институциональное закрепление принципов поступательного подъема по поколениям продукции и уровням готовности технологий (Technology Readiness Level, TRL) и производства (Manufacturing Readiness Level, MRL).

В данный момент в России методики TRL и MRL практически не используются, в то время как их применение могло бы значительно повысить эффективность технологического менеджмента, инвестиций в инновационные технологии, а также государственной политики в данной сфере. Уровни готовности технологий и производства в частности могли бы применяться для повышения эффективности грантовых программ, финансирования перспективных проектов, а также для 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, в то время как бизнес будет инвестировать на более высоких стадиях).

В приоритетном режиме 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 платформенной корпоративной организации в основных отраслях российской промышленности.

Переход к такого рода продуктам прежде всего должен быть совершен в автомобилестроении; судо- и авиастроении, космической промышленности; в иных секторах машиностроения; медицинской технике и фармацевтике; строительстве и эксплуатации атомных станций, сложных технологических объектов в сфере нефте- и газодобычи и др. Соответственно, в этих секторах также должны быть сформированы глобально конкурентоспособные платформы цифровых производств.

Кроме того, необходимо способствовать развитию разнообразных цифровых сервисов, связанных с эксплуатацией данных модульных цифровых платформенных продуктов, прежде всего аренды, контрактного производства, совместного использования и предиктивного (предсказательного) обслуживания.

Основной формой перехода к таким продуктам должны стать сформированные в ключевых секторах стратегические исследовательские и технологические консорциумы в составе компаний, поставщиков технологических решений, потребителей и регулятора (в лице ответственного федерального органа исполнительной власти). Предлагается формирование данных консорциумов как проектных и закрепление за ними возможности реализации проектов, связанных с разработкой передовых стандартов, осуществлением НИОКР, а также созданием тестовых полигонов, предназначенных для тестирования доступности, полноты и совместимости передовых технологических решений.

В этой связи дополнительным решением для повышения эффективности работы и закрепления обязательств государства могло бы стать увеличение перечня отраслей, в которых может применяться инструмент специального инвестиционного контракта (СПИК), а также расширение функций данного инструмента.

Наконец, повышению конкурентоспособности традиционных секторов российской экономики могли бы способствовать реализация комплекса мер по развитию инвестиционного и проектного кредитования и запуск новых инструментов поддержки инновационного сектора экономики — венчурных и условно-возвратных займов, венчурного лизинга, мезонинного финансирования и др.

2. Пересмотр степени участия государства в экономике для ускорения технологической модернизации базовых секторов и формирования глобально конкурентоспособных корпораций

Особенностью российской экономики является высокий уровень присутствия государства в базовых секторах экономики. В этой связи представляется важным, чтобы комплекс мер по данному направлению в первую очередь был нацелен на технологическую трансформацию госкомпаний и на превращение крупных компаний с государственным участием в движущую силу новой технологической революции, их преобразование в международные компании и глобально конкурентоспособные корпорации.

Анализ опыта зарубежных стран по трансформации госкомпаний показывает, что успешные инициативы отличает четкое формулирование целей и задач на подготовительном этапе, а также системный подход при разработке и реализации конкретных мер в данной сфере. Так, например, малазийская программа по трансформации компаний с государственным участием (Government Linked Companies [GLCs] Transformation Program, GLCTP) была рассчитана на десять лет (2005–2015 годы) и состояла из четырех этапов. Системный подход, основанный на ограниченном числе приоритетных направлений, а также эффективная координация мероприятий программы на уровне специально созданного Комитета по повышению эффективности компаний с госучастием (PCG) привели к тому, что рыночная капитализация госкомпаний, принимавших в ней участие, за период с 14 мая 2004 года до 28 июля 2015 года выросла в 2,9 раза с 133 до 386 млрд малазийских ринггитов, в то время как их чистая прибыль за период 2004–2014 годов увеличилась на 10,2% и составила 26,2 млрд малазийских ринггитов в 2014 году.

Российская инициатива в данной сфере должна в первую очередь опираться на разработку целевого образа госкомпаний в 2024 и 2035 годах: в основу целевого видения должны быть положены показатели глобальной конкурентоспособности предприятий и максимизации добавленной стоимости на единицу произведенной ими продукции/услуги.

Существенной трансформации должна, прежде всего, подвергнуться модель управления госкомпаниями, которую следует выстраивать на базе двух приоритетов: уменьшения влияния Правительства Российской Федерации на исполнительные органы и руководство госкомпаний (особенно в «нестратегических» отраслях) и перехода к бизнес-моделям цифровой экономики. Помимо этого, необходимо нормативное закрепление обязательного включения в советы ди-

ректоров госкомпаний, а также их дочерних и зависимых обществ независимых директоров — ведущих специалистов в сфере передовых технологий.

В этой связи на уровне Правительства Российской Федерации должна быть разработана долгосрочная программа повышения конкурентоспособности государственных корпораций и компаний с государственным участием, а также сформированы критерии определения непрофильных и неэффективных видов бизнеса госкомпаний для их последующей оптимизации.

Другие меры по данному направлению могут включать запуск программы «умной» приватизации компаний с государственным участием, ориентированной не на достижение цели пополнения государственной казны, а на повышение конкурентоспособности соответствующих секторов экономики.

Помимо этого, должен быть реализован комплекс мер по повышению конкурентоспособности госкомпаний системообразующих отраслей российской экономики, предполагающих переход на передовые производственные технологии, цифровые и платформенные решения и в целом на стандарты цифровой экономики.

Наконец, переход госкомпаний на выпуск новых поколений продуктов требует существенного изменения модели проведения и финансирования НИОКР и запуска нового поколения программ инновационного развития (ПИР) госкомпаний.

Эти шаги ведут к необходимости уделить особое внимание развитию системы обязательного аутсорсинга — сети поставщиков инновационных и высокотехнологичных решений (преимущественно малых и средних предприятий) для крупных компаний с государственным участием. Инициативы в данной области будут способствовать формированию отраслевых и кросс-отраслевых инновационных экосистем, развитию технологического предпринимательства и общему повышению технологической конкурентоспособности российской экономики⁴⁰.

В России решением задач по данному направлению занимаются Фонд содействия инновациям (Фонд Бортника), Фонд «Сколково» и Фонд инфраструктур-

⁴⁰ Например, в США в рамках решения похожей задачи с 1977 года 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.

ных и образовательных программ Группы «Роснано». Они играют важную роль, но на данном этапе только их усилиями достичь значимых результатов в части формирования эффективных инновационных экосистем пока не удалось.

3. Осуществление «цифрового перехода» — расширение применения цифровых технологий в основных секторах экономики, создание инфраструктуры и системы регулирования цифровой экономики

Реализация «цифрового перехода» в российской экономике связана с решением целого комплекса задач — начиная от формирования единой национальной системы стандартов цифровой экономики и разработки модельных архитектур⁴¹ высокоавтоматизированных и роботизированных интеллектуальных цифровых производств и заканчивая созданием специализированной цифровой инфраструктуры и внедрением профильных образовательных программ, ориентированных на подготовку специалистов «цифрового перехода» в системе высшего и среднего специального образования.

Воплощение такого крупномасштабного проекта в жизнь должно быть связано с четким и последовательным выстраиванием государственной политики по данному направлению. В этой связи наиболее эффективным рамочным инструментом представляется разработка и утверждение на уровне Правительства Российской Федерации концепции перехода России к цифровому государству, обществу и цифровой экономике.

При этом принятая Правительством Российской Федерации программа «Цифровая экономика Российской Федерации» должна заложить фундамент для изменений в различных секторах экономики. Это означает, что программа по мере ее реализации должна расширяться по нескольким направлениям.

Дальнейшие действия должны быть сосредоточены на осуществлении цифрового перехода в реальном секторе экономики — в базовых отраслях промышленности и ключевых инфраструктурных секторах. Сферы медиа, финансов, а также сектор услуг уже пережили цифровую трансформацию.

Вместе с тем крайне важно относиться к данным изменениям как к трансформации, поскольку они ведут к коренной перестройке бизнес-моделей, систем

⁴¹ Модельные архитектуры будут задавать стандарты цифрового перехода в соответствующих отраслях, способствовать формированию новых бизнес-моделей, которые позволят монетизировать эти изменения, а также способствовать созданию инструментов, позволяющих эксплуатировать общую инфраструктуру.

управления, переходу на выпуск качественно новых продуктов. Именно сюда должны быть направлены основные усилия и ресурсы государственной поддержки по цифровой трансформации.

Это означает прежде всего осуществление перехода традиционных секторов российской промышленности на платформенную организацию, свойственную современной цифровой датацентричной экономике. Данный переход связан с двумя ключевыми изменениями.

Во-первых, с распространением применения в традиционных секторах т. н. платформенных технологий, которые позволяют подключить к единому информационному пространству людей, устройства и системы по всей цепочке создания добавленной стоимости, а также обеспечить, чтобы вся необходимая информация была доступна поставщикам, производителям и заказчикам в режиме реального времени. Это приводит к снижению затрат за счет моделирования и оптимизации проектных, строительных, управленческих решений, использования типовых решений, передачи рутинных работ «умным» компьютерным программам, сокращения времени производственных операций и сведения к минимуму ошибок и переделок.

Во-вторых, цифровой переход связан с развитием в традиционных секторах новых бизнес-моделей, преимущественно сервис-ориентированных, в которых ценность создается не только за счет продажи самого изделия, но и за счет продажи обработанных данных, производимых изделием.

Для запуска этих изменений в первую очередь должны быть разработаны модельные (эталонные) архитектуры высокоавтоматизированных и роботизированных интеллектуальных цифровых производств в основных отраслях экономики и социальной сферы — «цифровые» фабрика, разрез, шахта и буровая вышка/платформа, госпиталь, строительная площадка, логистический комплекс, электросеть, система навигации транспортных средств и др. Кроме того, должны быть сформированы тестовые полигоны для апробации данных архитектур с участием ведущих российских университетов и компаний.

Помимо этого необходима цифровизация критических для России инфраструктур на основе перехода к всеобщему Интернету, включая индустриальный, медицинский Интернет, Интернет дронов и энергии, переход от традиционного электронного государства, ориентированного на предоставление публичных услуг через цифровые каналы коммуникации, к цифровому государству, нацеленному на доступность цифровых сервисов и данных на базе государственных и связанных с ними информационных систем — комплекса стратегических данных и программных приложений для их обработки. В качестве таких инфра-

структур могут быть закреплены, помимо обозначенных в Федеральном законе от 26.07.2017 № 187-ФЗ, системы ресурсоснабжения, продовольственного обеспечения и государственного управления⁴².

Риск для России состоит в том, что действия государства окажутся сосредоточены на развитии специальной цифровой инфраструктуры, основанной на позиции, что рынок и реальный сектор сам разберется, как ему пережить цифровую трансформацию. Однако реализация такой позиции будет наиболее простым решением. Гораздо сложнее, но вместе с этим и важнее осуществить фронтальный цифровой переход во всей экономике.

Опыт решения подобных комплексных задач на государственном уровне существует за рубежом. Так, цифровизация экономики является одной из центральных тем и направлений научно-технологической политики Германии: в 2014 году федеральным правительством был разработан программный документ, получивший название «Цифровая повестка 2014–2017» (Digitale Agenda 2014–2017), а в 2016 году была принята «Цифровая стратегия — 2025» («DE.DIGITAL»). В рамках последней предполагается реализация десяти 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 бы способствовала увеличению инвестиций и появлению инноваций, и т. д.

Одним из результатов реализации вышеобозначенных мер можно считать стабильный рост индекса цифровизации экономики и общества (Digital Economy and Society Index, DESI) для Германии на протяжении 2014–2017 годов: если в 2014 году его значение составляло 0,49, то в 2017 году оно достигло уже 0,56.

Зарубежный опыт, таким образом, демонстрирует, что системное переключение экономики и социальной сферы на цифровые технологии и платформенную архитектуру не может быть совершено только за счет изменения системы государственного регулирования и государственных инвестиций в инфраструктуру:

⁴² В соответствии с Федеральным законом от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» определяются понятия критической информационной инфраструктуры, ее объектов и субъектов. Из них фактически следует взаимосвязь с другими видами инфраструктуры, которые в дальнейшем могут быть определены как критические и для которых могут быть реализованы меры по цифровизации инфраструктур, предлагаемые в проекте «Российская технологическая революция». Исходя из закона, к критическим инфраструктурам на следующем шаге могут быть отнесены: информационная инфраструктура (информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети, автоматизированные системы управления), здравоохранение, наука, транспорт, связь, энергетика, банковская сфера и иные сферы финансового рынка, топливно-энергетический комплекс, в том числе в области атомной энергии, оборонная, ракетно-космическая, горнодобывающая, металлургическая и химическая промышленность.

требуется разработка комплексного, всеобъемлющего подхода, который помимо изменений в регулировании учитывал бы перемены, затрагивающие реальные экономические процессы и их участников.

4. Создание новых секторов и отраслей экономики на основе передовых производственных технологий, цифровых и платформенных решений

Основные мероприятия в рамках данного направления должны быть связаны с масштабированием экспериментальных проектов Национальной технологической инициативы (НТИ) до размеров новых (передовых) рынков. В связи с этим в краткосрочной перспективе потребуется частично реструктурировать систему управления НТИ — например, сосредоточить рабочие группы и создаваемые в рамках НТИ ассоциации на подготовке предложений по институциональному оформлению новых рынков и снятию административных и инфраструктурных барьеров для реализации проектов НТИ, а реализацию крупных проектов НТИ поручить специально сформированным проектным консорциумам.

Консорциумы (инвестиционные технологические партнерства) таким образом выступают основным организационным механизмом развития цифровой экономики, а также формой реализации «экспериментальной» составляющей современной технологической политики России.

Практика создания консорциумов широко применяется в международном опыте. Так, с целью продвижения решений на базе технологии блокчейн в различных секторах экономики (финансы, здравоохранение, цепочки поставок) был создан консорциум Hyperledger. Возглавляемый The Linux Foundation консорциум объединяет такие компании, как Accenture, Airbus, American Express, CISCO, Daimler, Fujitsu, IBM, Intel, JP Morgan и другие.

В рамках другого перспективного рынка — беспилотных транспортных средств — лаборатория AgeLab Массачусетского технологического института совместно с Touchstone Evaluations и Agero запустили 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 объединений (Industrial Internet Consortium, IoT Consortium и пр.) показывает, что в области новых технологий и перспективных рынков объединение усилий держателей ключевых компетенций является более эффективным с точки зрения решения сложных исследовательских, управленческих и регуляторных задач. В случае с Россией ожидается, что меры по запуску

стратегических консорциумов восполнят дефицит кооперационной культуры и расширят горизонт планирования, необходимый для реализации долгосрочных высокорисковых технологических проектов, а также сбалансируют участие бизнеса в формировании приоритетов государственной инвестиционной политики в технологическом секторе.

Управление такими сложными и имеющими кросс-отраслевой характер процессами требует специальной организационной формы. Оправданным представляется формирование специальных научно-технологических агентств (в формате подведомственных организаций или некоммерческих целевых фондов), которые бы курировали процесс создания новых секторов российской экономики и реализацию экспериментальных проектов, а также координировали деятельность 10–20 проектных консорциумов в сфере цифровизации.

Вместе с этим очевидна необходимость реализации других программ и инициатив технологического развития на уровне базовых подходов. Если в настоящий момент 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 государственная политика, в фокусе которой одновременно находятся оба эти подхода, позволит эффективнее и быстрее осуществить переход от запуска новых рынков к созданию принципиально новых отраслей экономики.

Такими протоотраслями могут быть:

- оборудование и материалы для постуглеродной энергетики;
- новая химия и новые материалы;
- интеллектуальное оборудование и технологические системы для передовых производств;
- микроэлектроника нового поколения и необходимая для нее элементная база;
- новые сегменты сферы биотехнологий;
- новые сектора здравоохранения и медицины;
- новое поколение сенсорных и контрольно-измерительных приборов;
- новые сегменты рынка информационно-коммуникационных технологий.

5. Модернизация системы технического регулирования, создание передовой системы стандартизации и сертификации, отвечающей условиям цифровой экономики

Переход Российской Федерации к цифровой экономике требует, чтобы в стране функционировали системы технического регулирования и стандартизации, адекватные современному уровню и скорости развития технологий. Организация указанных систем должна позволять в ускоренном режиме обеспечивать оперативное формирование требований к инновационной продукции, сертифицировать новейшие российские технологические достижения для вывода их на внутренний и на международные рынки, а также способствовать ввозу в страну товаров и услуг последних доступных поколений.

Реализация этого приоритета связана с осуществлением полноценного перехода к новой «глобальной» модели в сфере технического регулирования, предполагающей активное применение документов по стандартизации и иных доказательственных материалов для оценки возможности вывода продукции на рынок. Отличительными чертами новой модели должны стать проактивный характер, а также гибкость, быстрота, открытость, учет баланса интересов и опережающее регулирование.

В контексте цифрового перехода российской экономики особое внимание должно быть уделено цифровой трансформации систем технического регулирования, стандартизации и оценки соответствия, а также их развитию в качестве неотъемлемой части проектно-производственного технологического процесса и жизненного цикла изделия.

Кроме того, требуется обеспечить изменение организационной модели управления данными системами для их гармонизации с происходящими технологическими инновациями, а также резко повысить гибкость систем за счет изменения порядка управления и снижения масштаба государственного участия и финансирования. Ключевые мероприятия по данному направлению должны включать комплекс мер по трансформации Росстандарта в самостоятельный орган исполнительной власти либо в специальный негосударственный и некоммерческий институт развития, а также меры по расширению его функций в сфере стратегического планирования и регуляторной науки.

При формулировании целевой модели трансформации Росстандарта может быть учтен опыт Национального института стандартов и технологий США (National Institute of Standards and Technology, NIST). NIST формально является структурой,

подконтрольной Министерству торговли США, и в соответствии со своим мандатом должен, с одной стороны, оказывать поддержку бизнесу в части разработки стандартизированных технологических решений на доконкурентном уровне, а с другой, — способствовать распространению инноваций, разрабатываемых в государственном секторе, в различных отраслях экономики США. Кроме этого, NIST выполняет и важную научно-исследовательскую функцию, являясь ведущей научной школой в области метрологии и стандартизации. Так, в его состав входят семь исследовательских лабораторий: Центр исследований в области наноуки и нанотехнологий, Лаборатория исследований в области коммуникационных технологий, Инженерная лаборатория, Лаборатория исследований в области информационных технологий, Лаборатория по измерениям характеристик материалов, Центр нейтронных исследований и Лаборатория по измерениям физических параметров. Таким образом, Институт объединяет в своем лице все основные направления в рамках сферы техрегулирования, выступая ключевым центром прикладных и научных компетенций в области стандартизации.

Другим примером может послужить Британский институт стандартов (British Standards Institution, BSI). За годы существования Институт значительно расширил сферу своей деятельности и, несмотря на то, что основным направлением работы BSI по-прежнему остается разработка технических стандартов и оказание иных услуг в сфере стандартизации, большая часть доходов организации сегодня приходится на выполнение работ по сертификации и оценке систем управления на предприятиях. Помимо развития коммерческого сегмента, внимания заслуживает и сотрудничество BSI с агентством Innovate UK в части формирования более гибкой системы технического регулирования, направленной на стимулирование инноваций. В рамках совместной работы в 2016 году был подготовлен отчет «Соразмерная и гибкая система регулирования новых технологий»⁴³, основным предметом которого стала роль стандартов в процессе возникновения и развития инновационных решений. Особое внимание было уделено и отраслевому аспекту в силу различия норм технического регулирования в разных секторах экономики.

Все это означает, что у Российской Федерации должна появиться стратегия развития систем технического регулирования, стандартизации и оценки соответствия в условиях цифровой трансформации экономики. Она должна закрепить направленность данных систем на содействие скорейшему выводу на рынок новых поколений продуктов и уровней технологий, а также приоритет применения концепции «опережающего регулирования» (разработка новых стандартов в процессе создания передовых технологических решений).

⁴³ Tait J., Banda G. *Proportionate and adaptive governance of innovative technologies. The role of regulations, guidelines and standards // BSI, UK Department for Business, Innovation and Skills. — 2016.*

Среди основных шагов также должны быть: переход к подготовке и представлению стандартов и заявок на оценку соответствия в цифровом формате; принятие в качестве стандартов цифровых моделей, эталонного программного обеспечения и цифровых данных; максимальное сокращение сроков разработки стандартов, упрощение процедур их утверждения и регистрации; введение процедур признания стандартов, разработанных другими организациями (профессиональными ассоциациями, государственными и частными корпорациями, самим Росстандартом); упрощение процедуры принятия/адаптации международных стандартов; создание систем и режимов оценки соответствия для персонализированной и инновационной продукции.

Кроме того, необходимо сформировать первоочередные программы разработки стандартов, подготовка которых нужна для гармонизации российских стандартов с международными, а также стандартов, опережающих мировой уровень, в том числе для новых и меняющихся отраслей экономики.

Наконец, в части усовершенствования российской модели техрегулирования определенные усилия должны быть приложены для реализации Россией активной лидерской позиции в системе международной стандартизации. Одним из шагов в данной сфере может стать поддержка деятельности российских резидентов по инициированию и продвижению новых стандартов в международных системах, а также по активизации участия российских представителей в органах управления наиболее авторитетных международных организаций по стандартизации (ISO, IEC и др.) и в ведущих мировых технологических консорциумах.

6. Переориентация институтов развития на предоставление «нетоксичного» финансирования инновационным проектам

Ключевая проблема функционирующих в России институтов развития в сфере инноваций является их постепенное смещение в зону финансирования проектов с наименьшим риском (проектов поздних стадий инновационного цикла — стадии прототипа изделия, опытного образца). Это в том числе является следствием избыточного давления контрольно-надзорных органов, ориентированных на получение стопроцентного результата при вложении государственных средств. Вместе с тем, это приводит к тому, что недофинансированными остаются инновационные проекты ранних стадий и заделные исследования, которые могут стать основой для будущих технологических прорывов, но находятся в зоне высокого риска с точки зрения получения результата.

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

Для этого институты развития в сфере инноваций должны четко исполнять мандаты, закрепленные в уставных документах, а не стремиться в «зону комфорта». В этой связи определенные меры должны быть приняты по закреплению специализации институтов развития на определенных стадиях жизненного цикла инноваций для обеспечения в равной мере поддержки инновационных предприятий и технологических предпринимателей на всех этапах: от высокорисковых ранних (достартаповских, посевных) до поздних (стартаповских) стадий.

Кроме того, представляется целесообразным образовать специальные структуры как для самых начальных, так и для самых поздних инновационных стадий. То есть с одной стороны, учредить ряд институтов развития в формате целевых фондов, направленных на создание в России новых высокотехнологичных секторов экономики, а с другой стороны, создать специальные венчурные и иные фонды, ориентированные на поддержку прорывных разработок и высокорисковых поисковых исследований, способных привести к смене научной или технологической парадигмы.

Еще одним вызовом в данной сфере остаются существенные барьеры в части координации деятельности институтов развития. Для преодоления существующих барьеров требуется усилить координацию на уровне Президиума Совета по модернизации экономики и инновационному развитию при Президенте России: одним из возможных решений может стать организация специализированной межведомственной рабочей группы по институтам развития, которая бы взяла на себя эти функции.

Наконец, требуются институциональные меры по внесению изменений в стандарты работы контрольно-надзорных органов при проверках финансирования НИОКР и инновационно-технологической деятельности, а также по унификации методик Правительства Российской Федерации и Счетной палаты Российской Федерации в части регламентации проведения аудита эффективности институтов развития в сфере инноваций и проверок деятельности технологических предпринимателей.

7. Комплексная поддержка технологического предпринимательства и высокотехнологичных компаний

В части содействия развитию технологического предпринимательства требуется разработка комплекса мер, направленных на создание комфортной юрисдикции для высокотехнологичных компаний и эффективной регуляторной среды для инноваций, что должно способствовать развитию в стране данной сферы.

Так, помимо отмеченного выше изменения стандартов работы контрольно-надзорных органов, требуется нормативное закрепление понятий «инновационное предприятие» и «инновационная деятельность», создание правовых условий, облегчающих разработку передовых технологий (комфортная юрисдикция для нейронаук, биомедицинских исследований, биоинжиниринга, искусственного интеллекта и пр.), сокращение перечня отраслей, в которых ограничивается или запрещается деятельность иностранных инвесторов в соответствии с Федеральным законом от 29.04.2008 № 57-ФЗ.

Вместе с тем важно реализовать комплекс мер по специальной поддержке деятельности институтов развития в сфере инноваций, действующих по модели «стартап-студия» или «производственный инкубатор» и серийно производящих инновационные бизнесы и собирающих предпринимательские команды.

Кроме того, по линии институтов развития необходимо инициировать программы, направленные на поддержку среднего инновационного бизнеса, а также на стимулирование быстрорастущих малых и средних инновационных предприятий (среднегодовой темп роста выручки не менее 15% за последние пять лет).

Несмотря на то, что доля частного финансирования научных исследований и разработок в ведущих экономиках значительно превышает аналогичный показатель в России, государства осознают необходимость дальнейшего стимулирования инновационного потенциала частных предприятий. Примечательно, что все большее внимание в связи с этим уделяется малому и среднему бизнесу.

Так, например, во Франции реализуется инициатива «Новые инновационные и университетские предприятия» (Jeune entreprise innovante ou universitaire, JEI-JEU), направленная на стимулирование малых высокотехнологичных фирм. Для получения статуса «нового инновационного предприятия» компания должна отвечать следующим критериям: быть малым или средним предприятием, зарегистрированным в качестве юридического лица менее 8 лет; быть независимым юридическим лицом и не быть учрежденным в результате слияния, реструктуризации, продления или возобновления деятельности других компаний; осу-

щественно превышать затраты на НИОКР, составляющие как минимум 15% от исключаемых расходов при определении облагаемой прибыли предприятия.

В случае, если компания удовлетворяет всем требованиям, она имеет право на ряд налоговых льгот, в том числе на освобождение от уплаты налога на прибыль в первый отчетный год и на льготу в размере 50% в следующем отчетном году; на освобождение от уплаты экономических отчислений в пользу местных властей (СФЕ и СВАЕ) и земельного налога в течение 7 лет (по решению местных властей); на освобождение от уплаты налогов на прибыль от продажи акций и др. Работодатель также освобождается от уплаты соцвыплат в отношении работников, непосредственно связанных с реализацией НИОКР.

Кроме того, характерным для стран-лидеров сегодня является активное дополнение существующих финансовых механизмов поддержки адресными госпрограммами и проектами, направленными на решение конкретных задач — интернационализации инновационных МСП, финансировании сопутствующих консалтинговых и юридических услуг и т. д.

8. Формирование собственной научно-технологической основы для развития российской экономики и ответа на большие вызовы, встающие перед обществом и государством в долгосрочной перспективе

Предмет современной науки все больше фокусируется на ключевых темах, связанных с повесткой устойчивого развития и ответом на «большие вызовы», стоящих перед человечеством. Перед сферой фундаментальной науки ставятся новые цели и задачи. У большей части научного сообщества представления о научной актуальности сосредотачиваются не на обеспечении национального экономического роста и конкурентоспособности, а на ориентации исследований на поиск решений данных глобальных вызовов. Все острее встает вопрос о повышении производительности научной деятельности, идет поиск новых форматов, позволяющих показать лучшие результаты исследований. Вследствие этого возникает необходимость повышения качества государственного управления в сфере науки и соответствующих организационных изменений в научных организациях.

Условиями реализации в России технологической революции является переход к новой научной специализации российской науки и трансформация сектора фундаментальной и прикладной науки в целостную национальную научно-технологическую систему, которая бы отвечала на «большие вызовы», закрепленные в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. В стране должны быть свои источники фундаментальных знаний и соответству-

ющим образом организованная система научно-технологической деятельности.

Это означает, что российский сектор НИОКР в первую очередь необходимо сфокусировать на приоритетных направлениях науки, техники и технологий, а также выработать механизм такой фокусировки. Основные действия в этой части могут быть следующими:

- закрепление в законодательстве норм о проведении миссия-ориентированных исследований, направленных на решение общественных проблем;
- формирование единого прогноза (форсайта) развития науки, технологий и инноваций на долгосрочную перспективу на основе модели «больших вызовов»;
- запуск крупных государственных межотраслевых комплексных программ научных исследований и технологических разработок по темам «больших вызовов» в формате исследовательских и технологических инициатив Президента;
- утверждение новой программы фундаментальных научных исследований.

Помимо тематической фокусировки сектора НИОКР, также возникает необходимость повысить его эффективность. Прежде всего речь идет об эффективности управления исследованиями и разработками, организации бюджетного финансирования, а также об эффективности деятельности исследовательских организаций. В этой части представляется целесообразным:

- принятие долгосрочных стратегий проведения научных исследований и технологических разработок федеральными органами государственной власти, государственными фондами, осуществляющими финансирование НИОКР, а также государственными корпорациями технологического профиля;
- запуск подготовки отраслевых, межотраслевых прогнозов и программ (стратегий) научно-технологического развития;
- переход к новой системе оценки эффективности стратегий и государственных программ в области научно-технологического развития с позиции оценки не только затраченных ресурсов, но и их общественно значимого конечного эффекта.

Частью данных изменений также должна быть модернизация системы государственного регулирования финансовых и налоговых механизмов в сфере гражданских поисковых исследований, разработок, технологического предприниматель-

ства и оборота прав на результаты интеллектуальной деятельности и стимулирующих механизмов, включая:

- введение в практику государственных закупок НИОКР механизма «квалифицированного заказчика» — т. е. организаций или лиц, осуществляющих по поручению ГРБС предварительную концептуальную проработку документов исследовательских проектов и программ, включая требования к ним; оценку заявок; мониторинг реализации программ и входящих в них проектов; промежуточную и окончательную приемку выполненных работ; связи с ответственностью и информационную поддержку программ и проектов;
- применение наиболее эффективных методов управления государственными закупками НИОКР, в первую очередь в части определения квалификации исполнителей, расширение применяемых моделей цены, стимулирующих ведение поисковых исследовательских работ с правом на «обоснованный риск», а также обеспечения гибкости изменения требований в ходе разработок;
- создание условий для привлечения небюджетных средств в финансирование НИОКР, повышение привлекательности частных инвестиций в этот сектор.

Изменения также должны затронуть наиболее крупную и авторитетную научную и исследовательскую структуру Российской Федерации — Российскую академию наук. Для этого представляется необходимым осуществить модернизацию РАН и входящих в нее организаций, способствовать их переходу на принципиально новый уровень («РАН 2.0»). В рамках данной модернизации должно произойти следующее:

- изменение подходов к формированию тематики и способам реализации фундаментальных и прорывных исследований;
- трансформация РАН в центр национальной экспертно-аналитической и прогнозной сети, обеспечивающей своевременное распознавание «больших вызовов» и «окон возможностей» для российских исследований, разработок и технологического предпринимательства;
- приоритетное развитие и институционализация функции РАН по экспертизе научно-технических программ и проектов;
- преобразование РАН в ведущий кадровый центр российской науки, в том числе за счет расширения подготовки силами РАН профессиональных исследователей и руководителей научно-исследовательских проектов, введения «научной аспирантуры»;

- развитие под эгидой РАН системы международных реферируемых научных изданий.

Например, Китайская академия наук под давлением критики со стороны политических кругов была вынуждена запустить Программу инициативных действий (Pioneering Action Initiative [shuaixian xingdong jihua]), направленную на повышение конкурентоспособности академии на международной арене, решение ключевых национальных общественных и экономических проблем.

Кроме того, следуя мировым тенденциям, необходимо сместить фокус государственного внимания с поддержки традиционных научно-исследовательских институтов как ключевых игроков сектора фундаментальных исследований на отдельные исследовательские коллективы, которые, учитывая их большую гибкость и мобильность, в настоящее время преимущественно сосредотачиваются в университетах. Соответственно, роль университетов в проведении фундаментальных исследований также должна измениться. Необходимы специальные программы действий, стимулирующие рост их исследовательского потенциала.

В частности, в Докладе ЮНЕСКО по науке⁴⁴ 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 являются генераторами новых знаний, но также способствуют повышению качества университетского образования.

В этой связи в России требуется запустить новый формат проектов повышения глобальной конкурентоспособности университетов (продолжение Проекта «5-100»), а также осуществить масштабную поддержку системы инженерно-технического образования и формирования на базе ведущих университетов фабрик генерации «новых технологий и новых предприятий», в том числе: проведение федерального открытого конкурса на разработку образовательных программ «будущих» отраслей для всех уровней подготовки в сфере науки и технологий с привлечением международных экспертов и представителей российских компаний; формирование сетевых многоуровневых систем гибкой подготовки преподавателей для выбранных перспективных технологических направлений и программы повышения качества подготовки специалистов в области естественно-математических наук.

⁴⁴ UNESCO Science Report: Towards 2030 // UNESCO. — 2015.

Вместе с тем данные изменения невозможно реализовать без специальной работы с человеческим капиталом, увеличения инвестиций в подготовку исследователей, а также без развития рынка труда в сфере исследований и разработок.

В частности, все более углубляющееся разделение научного труда требует реорганизации сложившейся системы научно-исследовательской деятельности и специализации различных ее позиций. Прежде всего, в российской науке важно восстановить целые блоки недоразвернутых профессиональных позиций в системе научных исследований, которые в настоящее время развиваются в мире. В России должны появиться новые классы кадровых позиций в этой сфере, в том числе должна оформиться профессионально такая позиция как «руководитель научных проектов» (аналог principal investigator, PI), который определяет конкретную исследовательскую тематику и разрабатывает, а также реализует стратегии исследовательских проектов. В России должны быть запущены специализированные профессиональные программы подготовки таких специалистов.

Вместе с тем необходимо делать ставку и на качество самих исследователей. Имеет смысл запустить масштабную программу по привлечению научных звезд мирового уровня, с одной стороны, гарантирующих своим участием амбицию на прорыв в науке, а с другой — дающих мотивацию на развитие профессиональной управленческой, продюсерской деятельности в научных проектах. Сделать запуск такой программы более эффективным поможет анализ аналогичного опыта Сколковского института науки и технологий (Сколтех) по привлечению ведущих ученых.

Отдельным направлением действий должно стать создание специальной цифровой исследовательской и технологической инфраструктуры нового поколения для исследований, разработок и технологического предпринимательства (специализированное оборудование, система тестовых полигонов, принадлежащие государству, исследовательским или технологическим консорциумам).

Такая инфраструктура также необходима для запуска масштабных исследовательских и технологических инициатив Президента России — крупных рамочных межотраслевых программ научных исследований и технологических разработок в формате комплексных научно-технологических программ, обеспечивающих интеграцию интеллектуальных, организационных и финансовых ресурсов для глобальных прорывов. В первоочередном порядке следует разработать следующие комплексные научно-технологические программы по тематикам, согласованным с приоритетными направлениями науки и технологий, определенными Стратегией 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.

Такие инициативы Президента могут выступать специальным механизмом ускоренного развития исследований и разработок в рамках отдельных приоритетных направлений науки и технологий.

Реализация данных программ должна осуществляться с использованием механизмов исследовательских сетей и стратегических исследовательских консорциумов, в качестве участников которых, помимо исследовательских организаций, могут выступать заинтересованные в результатах НИОКР промышленные партнеры, а также государственные регуляторы.

Кроме того, в России должна быть реализована программа создания не менее 4–5 крупных современных глобально конкурентоспособных инновационных регионов (экосистем), обеспечивающих концентрацию на своей территории образовательных и исследовательских организаций, инновационно-технологических кластеров, исследовательских и инновационных инфраструктур. К осуществлению этой программы должны быть привлечены субъекты Российской Федерации. Порядок управления проектами создания и развития крупных инновационных экосистем должен быть специально определен с учетом опыта реализации программы развития «Сколково», функционирования опытно-внедренческих особых экономических зон, наукоградов и территорий опережающего социально-экономического развития.

Для осуществления данных трансформаций необходимо прежде всего запустить реформу системы управления российской наукой. Наиболее целесообразным представляется 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.

ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ

Реализацию конкретных мер по обозначенным приоритетным направлениям на период до 2024 года можно условно разбить на два этапа.

На первом этапе (2018–2020 годы) основные действия должны быть направлены на запуск организационных изменений и пилотных проектов: этот этап может объединить все мероприятия, связанные с нормативным регулированием приоритетных сфер научно-технологической политики, организационными изменениями, выработкой новых стандартов и механизмов финансирования предлагаемых изменений.

Второй этап (2021–2024 годы) должен быть связан с переходом к действию в регулярном режиме в масштабе всей экономики: вступление в силу и применение правовых норм и организационных изменений, совершенных на предшествующем этапе, масштабирование содержательных мер, предусмотренных к реализации по каждому из направлений.

Примечательно, что для обеспечения дальнейших изменений по итогам двух этапов может быть подготовлен новый стратегический пакет действий на перспективу до 2035 года, который будет отталкиваться от уже достигнутых результатов включения России в новую глобальную технологическую реальность, актуальных мировых тенденций технологического развития и позиций России на глобальных высокотехнологичных рынках.

В этот период на базе передовых производственных технологий может быть совершена смена моделей развития ряда ключевых секторов российской экономики:

- 1. в сфере ИКТ и промышленности** — производство на базе передовых производственных технологий, кибер-физических систем и платформенной архитектуры рынков, переход к новым поколениям продуктов промышленности (интеллектуальным машинам, беспилотным летательным аппаратам, электрическим двигателям для самолетов, автономным подключенным электрическим автомобилям, морским интеллектуальным системам, средствам человеко-машинных коммуникаций, биотехнологическим препаратам и функциональным продуктам, в целом интегрированным программным платформам полного жизненного цикла продукта) и новым отраслям (посткремниевой электронике, квантовым коммуникациям, зеленой химии, промышленному производству на базе аддитивных технологий, индустриальному Интернету, постуглеродной энергетике, развитию холонического производства и т. п.);
- 2. в сфере агропромышленного производства** — создание новой отрасли «продовольственной системы», включающей в себя не только часть сельского хозяйства (точное земледелие, «Интернет вещей» в АПК, широчайшее распространение биотехнологий, включая генную инженерию и пр.), но и требования к логистическим и торговым системам (короткие цепочки поставок, обеспечение качества

продовольствия, рациональное использование последнего и сокращение отходов), к индивидуальным диетам, к функциональным продуктам;

3. **в сфере медицины** — переход к «4П»-медицине (предсказательной, превентивной, персонализированной, партисипативной, т. е. предполагающей активное управление здоровьем самим пациентом), а затем и к «5П»-медицине (платформенной, т. е. базирующейся на общих программно-информационных и продуктовых платформах);
4. **в сфере энергетики** — переход к цифровой и интеллектуальной энергетике, энергетическим мультиагентным системам, развитие технологий так называемой «постуглеродной энергетике»;
5. **в сфере финансовых технологий и управления** — переход к мобильным расчетам и электронным финансам, в перспективе — к расчетам на базе технологий блокчейн (распределенных реестров) и управлению на основе алгоритмического регулирования и так называемых «умных» контрактов (автоматических/роботизированных сделок, большая часть которых осуществляется программными агентами);
6. **в сфере природных ресурсов** — переход к предельно рациональному использованию природных ресурсов России, а в отдаленной перспективе — к использованию природоподобных технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

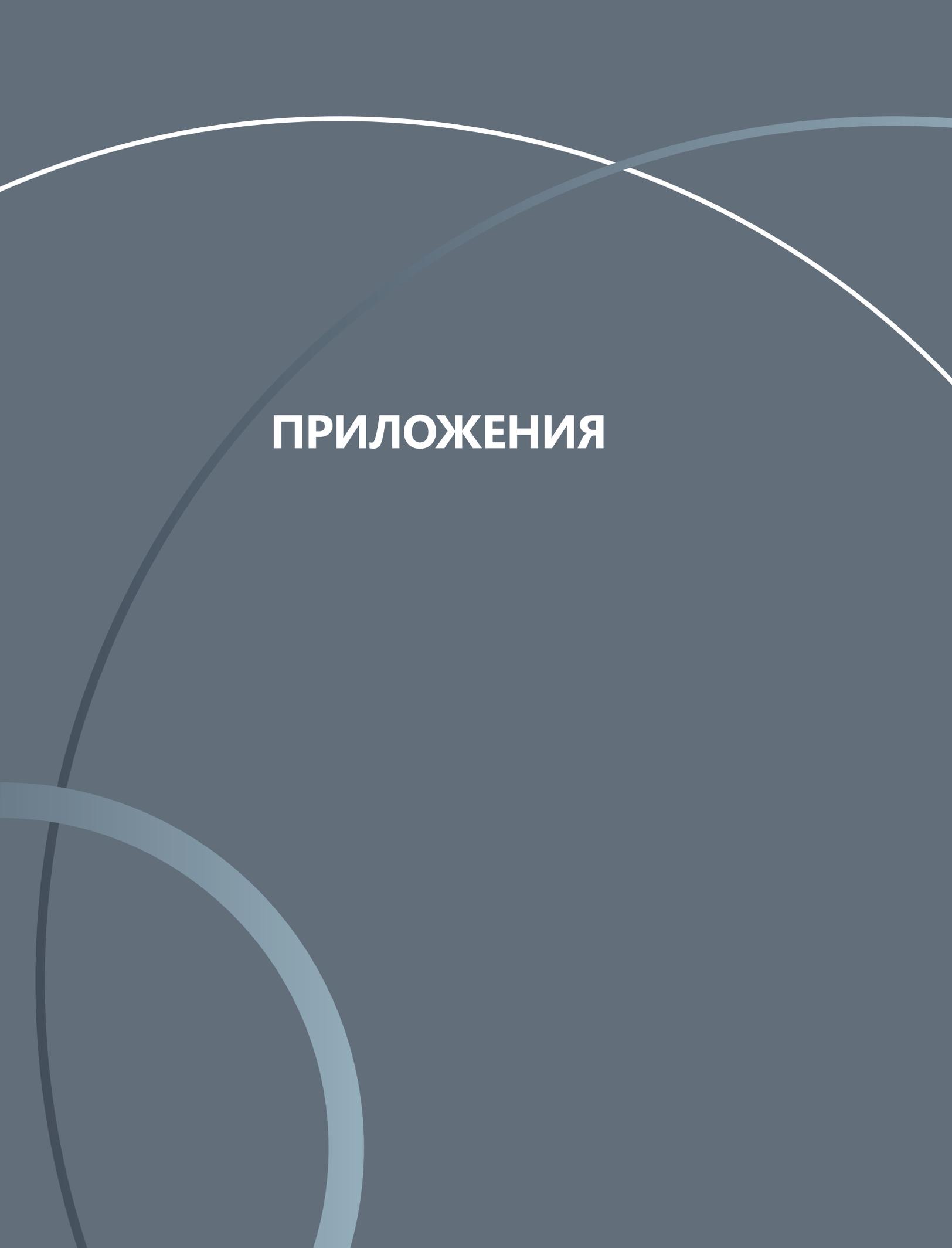
Мир стоит на пороге очередной технологической революции, которая произойдет в развитых странах в ближайшие 6–15 лет. У России имеется определенное окно возможностей для участия в данной революции. Для того, чтобы Россия смогла занять достойное место в создаваемой этой революцией экономике, необходимо, помимо предложенных в докладе мер, реализовать несколько принципиальных шагов и принять ряд политических решений.

1. Следует легализовать государственную научную и технологическую политики, в том числе путем принятия специальных государственных документов. Безусловно, многое в данном направлении уже сделано. Однако данные политики должны быть специальным образом оформлены и выведены в разряд приоритетных для страны на следующем этапе развития.
2. Стране остро необходимо повысить кооперационность экономики. Российская технологическая революция должна строиться на принципах горизонтального разделения труда, распределения рисков, соединения компетенций. Именно поэтому важным типом действия является формирование стратегических исследовательских и технологических консорциумов, исследовательских научных и проектных сетей и других подобных форматов взаимодействия из разных производственных, исследовательских и финансовых элементов. Эти действия позволяют объединять усилия бизнеса, науки, государства в решении важных для общества проблем. С одной стороны, это поможет разделить риски, связанные с развитием новых технологий и инновационных решений, а с другой стороны, позволит ускорить их разработку и масштабирование. Стране нужны толерантная экспериментальная структура экономики и адаптированное к ней государство.
3. Россия также должна воспользоваться возможностями и инструментами цифровой экономики. Комплекс технологий, которые лежат

в основе цифровой экономики — работа с большими данными, облачные вычисления, искусственный интеллект, машинное обучение и др. — должен перейти в статус общего пользования. Все общество должно иметь возможность воспользоваться преимуществами, которые дают технологии, избегая при этом цифровой исключенности.

4. Стране необходимо выстроить систему управления, адекватную масштабам происходящих изменений, связанных с осуществлением технологической революции. Причем в трансформации нуждается не только система государственного управления. Переход к масштабной разработке и применению новых технологий невозможен без фронтальной перестройки бизнес-моделей экономических агентов и изменения архитектур рынков, а также без создания новых профессиональных позиций в системе разделения труда.
5. Качество человеческого капитала и подготовка кадров — ключевой вопрос для запуска российской технологической революции. Стране необходим запуск специальных масштабных образовательных программ, нацеленных на формирование базовых компетенций цифровой экономики.
6. В России должна быть выстроена система страховки от глобальных рисков и угроз, связанных с технологической революцией. Мы должны их видеть, предотвращать, а также соответствующим образом реагировать. Это требует специальным образом сфокусированной системы фундаментальных исследований и научно-технологического прогнозирования.

При этом следует понимать, что включение страны в технологическую революцию также потребует специальной социальной, культурной и образовательной политики. Последняя должна выполнить функцию сглаживания растущих общественных противоречий. Это означает, что у публичной власти, если она решится на реальный запуск технологической революции, должно быть сформировано предложение к обществу, обеспечивающее консенсус по вопросу выбора направления развития.



ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Ключевые параметры традиционных отраслей и секторов российской экономики в рамках новой технологической революции

Отрасли/сектора экономики	Ключевые вызовы, стоящие перед отраслью/сектором в долгосрочной перспективе
<p>Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, рыболовство и рыбоводство</p> <p>Доля в ВВП (2016 год): 3,8%.</p> <p>Доля от общего числа занятых в экономике (2015 год): 9,4%.</p> <p>Темпы роста (снижения) производительности труда (2015 год, к предыдущему году): 105,0%.</p> <p>Степень износа основных фондов (2015 год): 44,4%.</p>	<p>Достижение пределов производительности традиционных технологий. Рост ресурсных ограничений. Продовольственная безопасность как устойчивость продовольственных систем. Формирование запроса на функциональные, «полезные» продукты.</p> <p>Высокая доля потерь продовольствия.</p> <p>«Кадровый голод».</p>
<p>Добыча полезных ископаемых</p> <p>Доля в ВВП (2016 год): 8,1%.</p> <p>Доля от общего числа занятых в экономике (2015 год): 1,6%.</p> <p>Темпы роста (снижения) производительности труда (2015 год, к предыдущему году): 99,3%.</p> <p>Степень износа основных фондов (2015 год): 56,3%.</p> <p>Инновационная активность организаций⁴⁶ (2015 год): 5,8%.</p>	

⁴⁶ *Инновационная активность организаций — удельный вес организаций, осуществляющих инновации отдельных типов, в общем числе обследованных организаций (%)*

«Прорывные» (disruptive) факторы новой технологической революции: цифровизация и передовые технологии	Изменение архитектуры рынков и их корпоративной структуры, бизнес-моделей	Временное «окно возможностей» перестройки отраслей/секторов
<p>Точное земледелие с использованием роботизированных систем.</p> <p>Короткие цепочки поставок, управление ресурсами на базе нейросетей и искусственного интеллекта.</p> <p>Биотехнологии, включая генную инженерию, ГМО.</p>	<p>Управление всем жизненным циклом продукта.</p> <p>Платформы в логистике и продовольственном ретейле, платформы в точном земледелии, платформы в генетических технологиях.</p>	<p>2024 год: масштабирование платформ точного земледелия и ретейла, коммерциализация платформ генетических технологий.</p> <p>2035 год: масштабирование платформ генетических технологий.</p>

Отрасли/сектора экономики	Ключевые вызовы, стоящие перед отраслью/сектором в долгосрочной перспективе
<p>В том числе: добыча нефти и газа</p>	<p>Падение продуктивности традиционных технологий добычи и старых месторождений. Рост ресурсных ограничений.</p> <p>Необходимость разработки неконвенциональных ресурсов (глубоководный шельф северных морей, «баженевская нефть», разработка низкодебетовых скважин и т. д.).</p> <p>Сокращение инвестиций, длительное сохранение относительно низких цен на углеводороды.</p> <p>Сильная зависимость от импорта технологий.</p> <p>Рост масштабов постуглеродной энергетики.</p> <p>«Кадровый голод».</p>
<p>добыча полезных ископаемых (кроме нефти и газа)</p>	<p>Относительно низкие уровни производительности и высокая степень износа основных фондов (55,4% по сравнению с 47,7% в среднем по отраслям российской экономики на конец 2015 год).</p>

<p>«Прорывные» (disruptive) факторы новой технологической революции: цифровизация и передовые технологии</p>	<p>Изменение архитектуры рынков и их корпоративной структуры, бизнес-моделей</p>	<p>Временное «окно возможностей» перестройки отраслей/секторов</p>
<p>Автоматизация, роботизация и цифровизация добычи («цифровое» и «виртуальное» месторождение / скважина). Модульные, плавающие, подводные платформы, в т. ч. технологии подводных модулей, подводного сжатия, подводной сепарации и закачки газа/CO₂ и т. п.</p> <p>Технологии бурения на глубине свыше 3 000 метров и разработка удаленных месторождений — свыше 300 км от берега. Технологии добычи нетрадиционных нефти и газа. Технологии повышения нефтеотдачи пластов.</p> <p>Новые материалы.</p>	<p>Корпоративные структуры, работающие с низкодебитовыми скважинами и малыми месторождениями.</p> <p>Рост бизнес-моделей, основанных на поставках цифровых услуг и активов (например, PaaS и IaaS), а не на продаже оборудования.</p>	<p>2024 год: преодоление структурной зависимости от импорта технологий. Цифровой переход в отрасли (платформы).</p> <p>2035 год: новая ресурсная база, адаптация к росту автопарка, не использующего нефть в качестве основного источника энергии.</p>
<p>Комплексы шахты будущего (Mine of the Future) и цифрового карьера (Digital Mine): безлюдные роботизированные процессы; 3D-моделирование карьеров и шахт; системы радар-мониторинга для анализа рисков схода горных пород; удаленные операционные центры и системы диспетчерского контроля за оборудованием; технологии Интернета вещей и виртуальной (или дополненной) реальности и др.</p>	<p>Поглощения поставщиков передовых, прежде всего цифровых технологий.</p> <p>Рост бизнес-моделей, основанных на поставках цифровых услуг и активов.</p> <p>Переход к платформенным решениям.</p>	<p>2024 год: переход к платформенным решениям, цифровизация.</p>

Отрасли/сектора экономики	Ключевые вызовы, стоящие перед отраслью/сектором в долгосрочной перспективе
<p>Обрабатывающие производства</p> <p>Доля в ВВП (2016 год): 11,9%.</p> <p>Доля от общего числа занятых в экономике (2015 год): 14,3%.</p> <p>Темпы роста (снижения) производительности труда (2015 год, к предыдущему году): 96,5%.</p> <p>Степень износа основных фондов (2015 год): 48,0%.</p> <p>Инновационная активность организаций (2015 год): 12,1%.</p>	<p>Падение прибыльности, приближение к пределам производительности традиционных технологий.</p> <p>Рост конкуренции развитых экономик с развивающимися, прежде всего с Азией.</p> <p>Ресурсные ограничения.</p> <p>Экологические ограничения.</p> <p>Неустойчивость сверхсложных систем.</p> <p>«Кадровый голод».</p>
<p>В том числе металлургия</p>	<p>Рост конкуренции с новыми неметаллическими материалами.</p> <p>Жесткие экологические ограничения.</p> <p>Ресурсные ограничения.</p> <p>Повышение требований к износостойкости и эффективности металла.</p>
<p>химия</p>	<p>Рост глобальной конкуренции на рынке крупнотоннажной химии.</p> <p>Рост экологических ограничений.</p> <p>Рост ресурсных ограничений.</p>

<p>«Прорывные» (disruptive) факторы новой технологической революции: цифровизация и передовые технологии</p>	<p>Изменение архитектуры рынков и их корпоративной структуры, бизнес-моделей</p>	<p>Временное «окно возможностей» перестройки отраслей/секторов</p>
<p>Роботизированные и автоматизированные производства. Индустриальный Интернет, цифровые, «умные» и виртуальные фабрики. Цифровизация (компьютерная аналитика, искусственный интеллект, цифровое моделирование и цифровые двойники, компьютерный инжиниринг).</p> <p>Передовые производственные технологии: аддитивное производство, атомарно точное производство; передовые материалы (2D- и самовосстанавливающиеся материалы и т. п.), методы их обработки.</p>	<p>Переход к продуктовым платформам, реорганизация цепочек поставок по модели экосистем.</p> <p>Управление всем жизненным циклом, замена поставки продукта сервисами.</p> <p>Перемещение центра прибыли в предиктивные системы.</p>	<p>2024 год: масштабирование цифровых производств (реализация концепции «фабрики будущего»). Переход к платформенной организации рынков в обрабатывающей промышленности.</p> <p>2035 год: переход к следующему поколению передовых производственных технологий — природоподобные технологии; бионика; био-инжиниринг; синтетическая биология; biomanufacturing; нейронные сети и т. п.</p>
<p>Легкий металл.</p> <p>Металлические материалы для аддитивного производства, мета- и суперматериалов.</p> <p>Нанотехнологии.</p> <p>Конструкционные материалы.</p> <p>Цифровизация: моделирование технологических процессов и управление ими на базе цифровых моделей, виртуальные химические эксперименты, цифровое моделирование молекул и химических реакций, моделирование прототипов и проведение испытаний в режиме виртуальной реальности.</p> <p>Использование биотехнологий для производства химических продуктов.</p>	<p>Продолжение глобализации отрасли и консолидации активов.</p> <p>От поставок металлов к выпуску материалов.</p> <p>Рост сервисов.</p> <p>Замена поставки продукта сервисом. Переход к продуктовым платформам, реорганизация цепочек поставок по модели экосистем.</p>	<p>2024 год: переход к интегрированным цифровым производствам; трансформация бизнеса за счет развития цифровых платформ, объединяющих производителей, поставщиков и покупателей.</p> <p>2024 год: масштабирование биотехнологий в специальной химии. Переход к платформенной организации рынков. Переход к экономике замкнутого цикла в химической промышленности.</p>

Отрасли/сектора экономики	Ключевые вызовы, стоящие перед отраслью/сектором в долгосрочной перспективе
нефтепереработка	Снижение рентабельности нефтегазоперерабатывающих заводов в связи с обвалом цен на нефтепродукты и нефтехимию, снижение притока инвестиций, увеличение стоимости удельных вложений на 1 тонну переработанной нефти, высокая импортозависимость отрасли от зарубежного оборудования и катализаторов, ухудшение состава первичного сырья и увеличение доли тяжелых остатков в нефти и доли высокосернистой нефти в общем нефтяном балансе страны.
легкая промышленность	Требования глубокой кастомизации и индивидуализации продукции. Рост конкуренции производителей развитых и развивающихся стран. Рост ресурсных ограничений. «Кадровый голод».

<p>«Прорывные» (disruptive) факторы новой технологической революции: цифровизация и передовые технологии</p>	<p>Изменение архитектуры рынков и их корпоративной структуры, бизнес-моделей</p>	<p>Временное «окно возможностей» перестройки отраслей/секторов</p>
<p>Новые катализаторы: катализаторы с высокой совместимостью сырья. Производственные платформы для многоступенчатых каталитических реакций. Создание катализаторов с заданными свойствами на атомном уровне.</p> <p>Технологии очистки.</p> <p>Технологии получения новых продуктов (полимеров, реактивного топлива, масел) с уникальными характеристиками.</p>	<p>Переход к платформенным решениям, управление полным жизненным циклом продукта.</p>	<p>2020 год: разработка нового поколения катализаторов.</p>
<p>Роботизация и автоматизация производства.</p> <p>Технологии синтетических, высокотехнологических товаров с более высокой добавленной стоимостью с «суперсвойствами». Пролонгирование биоактивности изделий.</p> <p>Использование гибкой и носимой электроники, смарт-нити.</p> <p>3D-печать одежды.</p> <p>Нанополимерный текстиль. Самовосстанавливающийся текстиль.</p>	<p>Глубокая кастомизация и индивидуализация производства.</p> <p>Формирование модульных продуктовых платформ.</p>	<p>2020 год: широкомасштабное применение новых материалов в легкой промышленности.</p>

Отрасли/сектора экономики	Ключевые вызовы, стоящие перед отраслью/сектором в долгосрочной перспективе
<p>Производство и распределение электроэнергии, газа и воды</p> <p>Доля в ВВП (2016 год): 2,8%.</p> <p>Доля от общего числа занятых в экономике (2015 год): 2,8%.</p> <p>Темпы роста (снижения) производительности труда (2015 год, к предыдущему году): 100,0%.</p> <p>Степень износа основных фондов (2015 год): 48,7%.</p> <p>Инновационная активность организаций (2015 год): 4,3%.</p>	<p>Падение прибыльности, приближение к пределам производительности традиционных технологий.</p> <p>Потребление более гибкое, чем поставка.</p> <p>Рост экологических ограничений, отказ от субсидирования углеродной энергетики.</p> <p>Ресурсные ограничения.</p> <p>Огромные затраты на реновацию созданных инфраструктур.</p> <p>Растущие угрозы устойчивости инфраструктур.</p>
<p>Строительство</p> <p>Доля в ВВП (2016 год): 5,9%.</p> <p>Доля от общего числа занятых в экономике (2015 год): 8,3%.</p> <p>Темпы роста (снижения) производительности труда (2015 год, к предыдущему году): 95,4%.</p> <p>Степень износа основных фондов (2015 год): 53,5%.</p>	<p>Высокая ресурсоемкость и энергоемкость строительства и эксплуатации объектов.</p> <p>Ресурсные ограничения по изъятию природных ресурсов для строительных материалов.</p> <p>Повышение эффективности контроля за сроками и ходом строительства.</p> <p>Экологические ограничения.</p>

<p>«Прорывные» (disruptive) факторы новой технологической революции: цифровизация и передовые технологии</p>	<p>Изменение архитектуры рынков и их корпоративной структуры, бизнес-моделей</p>	<p>Временное «окно возможностей» перестройки отраслей/секторов</p>
<p>Цифровизация, переход к интеллектуальным инфраструктурам («умным сетям»), мультиагентным системам.</p> <p>Масштабирование источников чистой энергии, прежде всего возобновляемых, распределенная генерация. Развитие энергосберегающих технологий для накопителей энергии.</p> <p>Технологии обеспечения кибербезопасности.</p>	<p>Переход к децентрализованным и гибким рынкам (сотовые сети киберфизических объектов), платформенным решениям.</p> <p>Принятие модели «Интернет энергии».</p> <p>Смена бизнес-моделей основных участников рынков — рост значения цифровых сервисов.</p>	<p>2024 год: цифровизация инфраструктур, переход к платформенным технологиям. Формирование новых рынков (например, хранения энергии).</p> <p>2035 год: переход к «постуглеродной энергетике» («энергетический переход»), устойчивость инфраструктур, переход к самоорганизующимся инфраструктурам и сервисам.</p>
<p>Цифровизация, BIM, управление строительством на базе цифровых моделей.</p> <p>Технологии рециклинга, энергоактивные дома (объекты с встроенной мощностью генерации).</p> <p>Роботизация и автоматизация строительства. Использование аддитивных технологий в строительстве.</p> <p>«Умные дома», сенсоры и датчики.</p> <p>Ростовые технологии строительства.</p> <p>Передовые материалы.</p> <p>Модульные платформы.</p>	<p>Управление всем жизненным циклом, замена поставки продукта сервисами на базе платформ «умных домов».</p>	<p>2024 год: BIM второго и третьего поколений (цифровые модели всего жизненного цикла объекта).</p> <p>Энергоактивные «умные дома» и сооружения.</p>

Отрасли/сектора экономики	Ключевые вызовы, стоящие перед отраслью/сектором в долгосрочной перспективе
<p>Транспорт и связь</p> <p>Доля в ВВП (2016 год): 7,0%.</p> <p>Доля от общего числа занятых в экономике (2015 год): 8,0%.</p> <p>Темпы роста (снижения) производительности труда (2015 год, к предыдущему году): 99,0%.</p> <p>Степень износа основных фондов (2015 год): 59,1%.</p>	<p>Транспорт:</p> <p>Ускорение глобализации, рост численности населения и, как следствие, усиление нагрузки на транспортные сети; увеличение веса основных игроков на рынке беспилотных транспортных средств; регуляторные барьеры; повышение требований к экологичности и безопасности перевозок; необходимость разработки новых (альтернативных) источников энергии.</p> <p>Связь:</p> <p>Развитие цифровой экономики, основанной на тотальном использовании информационно-коммуникационных технологий.</p> <p>Интенсивный рост глобального Интернета.</p> <p>Свободный обмен информацией и потоками данных через национальные границы одновременно с растущими барьерами на пути цифровых потоков.</p>

«Прорывные» (disruptive) факторы новой технологической революции: цифровизация и передовые технологии	Изменение архитектуры рынков и их корпоративной структуры, бизнес-моделей	Временное «окно возможностей» перестройки отраслей/секторов
<p>Транспорт:</p> <p>Развитие сегмента интеллектуального транспорта и автономных (беспилотных) подключенных транспортных средств разных классов, основанного на технологиях искусственного интеллекта, цифровом моделировании пространства, технологиях дополненной реальности, предиктивной аналитики и больших данных. «Роевые» системы управления беспилотными автомобилями. Передовые системы помощи водителю (ADAS).</p> <p>Технологии электротранспорта (электромобили, электросамолеты).</p> <p>Следующее поколение высокоскоростного транспорта.</p> <p>Новые источники энергии и конструкционные материалы.</p> <p>Связь:</p> <p>Технологии широкополосного мобильного интернет-доступа. Развитие сетей связи 5G, а в перспективе — 6G.</p> <p>Технологии «умных» и нейронных сетей.</p> <p>Облачные технологии.</p> <p>Технологии в области кибербезопасности (облачные вычисления, новые технологии шифрования передачи данных и др.).</p> <p>Технологии Интернета вещей и Интернета нановещей. Платформенные и сетевые решения.</p>	<p>Транспорт:</p> <p>Переориентация компаний со смежных рынков на производство систем и компонентов для автономных транспортных средств.</p> <p>Увеличение роли ПО, цифровых моделей, систем предиктивной аналитики, смещение значительной доли себестоимости автотранспортных средств в этот сегмент.</p> <p>Развитие новых инфраструктур для беспилотного транспорта.</p> <p>Развитие сетей беспилотных транспортных средств.</p> <p>Развитие рынка многофункциональной роботизированной техники для грузовых и пассажирских перевозок.</p> <p>Переход к использованию экологичных источников энергии и новых конструкционных материалов. Персонализация логистических процессов и развитие каршеринг-систем.</p> <p>Связь:</p> <p>Возможность работы в реальном времени и ускорение процедур принятия решений за счет развития новых поколений мобильной связи.</p> <p>Управление распределенными ресурсами и цепочками создания стоимости на базе связанной открытой инфраструктуры.</p> <p>Рост рынка сенсоров и датчиков.</p>	<p>Транспорт:</p> <p>2035 год: общемировой объем рынка частично и полностью беспилотных автотранспортных средств и комплексных решений и услуг на их основе достигнет 3 трлн долл. США.</p> <p>Доля полностью автономных автотранспортных средств составит не менее 10%.</p> <p>Большая часть коммерческих перевозок будет роботизирована.</p> <p>Все автотранспортные средства будут оснащены системами Vehicle-to-Vehicle и Vehicle-to-Infrastructure.</p> <p>Связь:</p> <p>2025 год: масштабирование сетей связи 5G.</p> <p>2035 год: переход к новому поколению сетей мобильной связи (6G).</p>

Отрасли/сектора экономики	Ключевые вызовы, стоящие перед отраслью/сектором в долгосрочной перспективе
<p>Финансовая деятельность</p> <p>Доля в ВВП (2016 год): 4,3%.</p> <p>Доля от общего числа занятых в экономике (2015 год): 1,9%.</p> <p>Степень износа основных фондов (2015 год): 47,1%.</p>	<p>Выход банкинга за пределы банков.</p> <p>Переход от банка-организации к банку-сервису.</p> <p>Недоверие к традиционной банковской системе и увеличение числа финтех-сервисов.</p>

<p>«Прорывные» (disruptive) факторы новой технологической революции: цифровизация и передовые технологии</p>	<p>Изменение архитектуры рынков и их корпоративной структуры, бизнес-моделей</p>	<p>Временное «окно возможностей» перестройки отраслей/секторов</p>
<p>Развитие блокчейн-технологий и «умных» контрактов.</p> <p>Краудфандинг и краудинвестинг.</p> <p>Электронные кошельки, цифровые безналичные платежи.</p> <p>Развитие технологий искусственного интеллекта (роботизация).</p> <p>Появление новых платежных систем и рыночных платформ, развитие облачных технологий для финансовых услуг.</p> <p>Электронное резидентство для бизнеса.</p> <p>Роботизированные советники.</p>	<p>Выход массового сегмента из банковского бизнеса в ИТ-сектор.</p> <p>Девертикализация банков.</p> <p>Повышение роли саморегулируемых организаций.</p> <p>Возрастание роли финтех-сервисов. Развитие финансовых блокчейн-сервисов.</p> <p>Укрепление рынков криптовалют.</p> <p>Развитие peer2peer сегментов рынка (краудфандинговые платформы, peer2peer кредитование и т. п.).</p>	<p>2020–2022 годы: внедрение облачных систем бухгалтерского учета, а также элементов искусственного интеллекта для автоматизации финансовых операций; массовое внедрение блокчейн.</p> <p>2025 год: массовое распространение «умных контрактов», переход к платформам цифровой аутентификации на основе биометрических или других пользовательских данных.</p>

Отрасли/сектора экономики	Ключевые вызовы, стоящие перед отраслью/сектором в долгосрочной перспективе
<p>Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование</p> <p>Доля в ВВП (2016 год): 5,8%.</p> <p>Доля от общего числа занятых в экономике (2015 год): 5,5%.</p> <p>Степень износа основных фондов (2015 год): 55,7%.</p>	<p>Экспоненциальный рост сложности объектов государственного регулирования.</p> <p>Новая промышленная революция, формирующая новую культуру производства и потребления.</p> <p>Киберугрозы и терроризм.</p> <p>Автоматизация физического (синие воротнички) и рутинного интеллектуального (белые воротнички) труда и риски безработицы.</p> <p>Переход от иерархической системы управления, сосредоточенной на решении текущих проблем (управление «по поручениям»), к системе управления изменениями.</p>

<p>«Прорывные» (disruptive) факторы новой технологической революции: цифровизация и передовые технологии</p>	<p>Изменение архитектуры рынков и их корпоративной структуры, бизнес-моделей</p>	<p>Временное «окно возможностей» перестройки отраслей/секторов</p>
<p>Цифровые (платформенные) технологии для системы государственного управления («государство как платформа»), цифровизация и платформизация государственных услуг.</p> <p>Переход от разрозненных баз данных, допускающих манипулирование отчетностью, к системам, основанным на технологиях распределенных реестров (блокчейн), больших данных, предиктивной аналитике и автоматизированном принятии решений.</p> <p>Развитие систем биометрической идентификации человека.</p>	<p>Реализация государственных функций будет осуществляться в рамках платформенной среды при значимой роли технологий автоматизации, машинной работы с данными и искусственного интеллекта.</p> <p>Платформа будет представлять собой взаимосвязанный набор правовых норм, технологических и организационных решений, предполагающий использование стандартизованных интерфейсов взаимодействия как с конечными пользователями (клиентами), так и с другими технологическими системами.</p> <p>Граждане и организации расширят возможности взаимодействия с государством путем создания собственных приложений, работающих на базе данной платформы.</p> <p>Персонализация процессов оказания гражданам государственных услуг.</p>	<p>2020 год: усовершенствованная архитектура систем «электронного государства» за счет развития платформенных технологий, автоматизации, технологий блокчейн и искусственного интеллекта.</p> <p>2024 год: переход к «умному электронному государству» («smart e-government»).</p>

Отрасли/сектора экономики	Ключевые вызовы, стоящие перед отраслью/сектором в долгосрочной перспективе
<p>Образование</p> <p>Доля в ВВП (2016 год): 2,2%.</p> <p>Доля от общего числа занятых в экономике (2015 год): 8,1%.</p> <p>Степень износа основных фондов (2015 год): 53,0%.</p>	<p>Изменение способов создания, фиксации и передачи знания в связи с развитием цифровых и телекоммуникационных технологий; переход к персонализированному глубинному обучению; развитие смешанного обучения, основанного на интеграции методов онлайн- и офлайн-обучения.</p> <p>Рост глобальной конкуренции в сфере формирования нового типа компетенций и новых форм подготовки, новых образовательных практик; развитие транснационального рынка онлайн-образования, создающего глобальную конкуренцию традиционным образовательным системам; глобальное переосмысление работы образовательных систем, переход к количественной оценке образовательного процесса на основе анализа данных.</p>

<p>«Прорывные» (disruptive) факторы новой технологической революции: цифровизация и передовые технологии</p>	<p>Изменение архитектуры рынков и их корпоративной структуры, бизнес-моделей</p>	<p>Временное «окно возможностей» перестройки отраслей/секторов</p>
<p>Технологии адаптивного обучения: «умные» облачные онлайн-курсы на основе технологий больших данных и предиктивной аналитики, массовые открытые онлайн-курсы (МООС); системы аналитики образовательных процессов и управления образовательными процессами (SRM-системы), системы управления образовательной траекторией на основе предиктивной аналитики. Геймификация образования (в частности, использование технологий дополненной и виртуальной реальности).</p> <p>Развитие технологий мобильного обучения, технологий визуализации и удаленного доступа.</p> <p>Когнитивные и нейротехнологии в образовании, «умные» машины.</p>	<p>Переход к платформенным образовательным технологиям и смешанному обучению. Управление образованием как бизнес-процессом.</p> <p>Развитие концепции непрерывного образования.</p> <p>Геймификация и виртуализация образовательных процессов.</p>	<p>2020 год: переход к платформенному обучению, массовое распространение МООС и смешанного обучения.</p> <p>2025 год: переход к масштабному использованию нейротехнологий в образовании.</p> <p>2035 год: искусственный интеллект как наставник.</p>

Отрасли/сектора экономики	Ключевые вызовы, стоящие перед отраслью/сектором в долгосрочной перспективе
<p>Здравоохранение и предоставление социальных услуг</p> <p>Доля в ВВП (2016 год): 3,0%.</p> <p>Доля от общего числа занятых в экономике (2015 год): 6,6%.</p> <p>Степень износа основных фондов (2015 год): 57,4%.</p>	<p>Высокая степень зависимости от импорта техники, технологий и препаратов.</p> <p>Достижение предела эффективности существующей парадигмы в медицине.</p> <p>Разрыв между потребностями и доступными технологиями в сфере лечения и диагностики.</p> <p>Запрос общества на активное долголетие.</p> <p>Долгий срок и высокая стоимость выведения на рынок новых препаратов.</p> <p>Регуляторные барьеры.</p>

«Прорывные» (disruptive) факторы новой технологической революции: цифровизация и передовые технологии	Изменение архитектуры рынков и их корпоративной структуры, бизнес-моделей	Временное «окно возможностей» перестройки отраслей/секторов
<p>В части терапевтики:</p> <ul style="list-style-type: none"> • персонализированная медицина; • регенеративная медицина с использованием стволовых клеток; • технологии редактирования генома; • генная терапия; • создание искусственных органов, в т. ч. с использованием 3D-биопринтеров; • ассистивные технологии (биопротезы, экзоскелет, импланты); • роботизация хирургического вмешательства. <p>В части диагностики:</p> <ul style="list-style-type: none"> • биометрические сенсоры; • «лаборатории-на-чипе»; • массовое распространение медицинских трикодеров; • технологии точной визуализации. <p>В части взаимодействия с пациентами:</p> <ul style="list-style-type: none"> • телемедицина; • облачные технологии; • усовершенствованные алгоритмы анализа данных. 	<p>Переход к новой парадигме в медицине и здравоохранении, основанной на концепции «4П»-медицины (персонализированная, предиктивная, превентивная, партисипативная).</p> <p>Распространение оргмодели трансляционной медицины.</p> <p>Рынок удаленного предоставления медицинских услуг, без необходимости личного присутствия пациента.</p> <p>Развитие рынка интернет-порталов и мобильных приложений в сфере здравоохранения.</p>	<p>2024 год: преодоление зависимости от импорта ряда технологий медицинской и фармацевтической промышленности; становление цифровых платформ, позволяющих оказывать некоторые виды удаленной персонализированной медицинской помощи.</p> <p>2035 год: комплексная перестройка системы здравоохранения и предоставления социальных услуг, основанная на концепции «5П» («4П» + цифровые платформенные решения, Digital Care).</p>

Приложение 2. Оценка потенциала развития рынков НТИ до 2035 года⁴⁵

Приоритетное направление НТИ	Приоритетный рынок НТИ
Аэронет	Распределенный сетевой рынок беспилотных авиационных систем и распределенных систем малых космических аппаратов.
Маринет	Рынок морских интеллектуальных систем (цифровая навигация, инновационное судостроение, технологии освоения ресурсов океана).
Автонет	Рынок услуг на базе распределенной сети беспилотных автотранспортных средств.
Нейронет	Рынок средств человеко-машинных коммуникаций, основанных на передовых разработках в нейротехнологиях и повышающих продуктивность человеко-машинных систем, производительность психических и мыслительных процессов.

⁴⁵ *Расчеты ЦМАКП*

Ключевые технологии	Прогнозируемый объем мирового рынка к 2035 году (трлн долл. США)	Потенциал доли России на рынке НТИ (%)
Цифровые многомерные модели Земли, высокоточные 3D-карты, технологии геостационарного позиционирования (ГЛОНАСС) и управления беспилотными аппаратами, сенсорика, машинное обучение, робототехника, новые материалы.	0,2	17–20
Технологии e-навигации, новые технологии морской добычи углеводородов, электростанции, использующие ВИЭО, малая морская энергетика, подводные технологии.	1,6	10-15
АСИС специализированного назначения, сенсоры и специализированное программное обеспечение для управления АСИС, системы управления транспортными потоками и интеллектуальными транспортно-логистическими системами.	3 (20% автомобильного рынка в целом)	3-5
Генная и клеточная коррекция мозга, нейрорегуляция бытовым пространством, кратное усиление когнитивных способностей, интерфейсы «мозг-компьютер» нового поколения, эффективные человеко-машинные исследовательские и производственные комплексы.	1,8	0,5–2,5

Приоритетное направление НТИ	Приоритетный рынок НТИ
Энерджинет	Рынок энергии, основанный на технологических решениях, обеспечивающих интеллектуализацию и распределенный характер энергетических сетей (smart grid).
Фуднет	Рынок продовольствия, обеспеченный интеллектуализацией, автоматизацией и роботизацией технологических процессов на всем протяжении жизненного цикла продуктов — от производства до потребления, а также развитием биотехнологий.
Хэлснет	Рынок персонализированных медицинских услуг и лекарственных средств, обеспечивающих рост продолжительности жизни, а также получение новых эффективных средств профилактики и лечения различных заболеваний.
Сейфнет	Безопасные и защищенные компьютерные технологии, решения в области передачи данных, безопасности информационных и киберфизических систем.

Ключевые технологии	Прогнозируемый объем мирового рынка к 2035 году (трлн долл. США)	Потенциал доли России на рынке НТИ (%)
Системы хранения электроэнергии, силовая электроника, технологии «умных сетей», интеллектуальные коммутационные аппараты, распределенные системы автоматизации сетей, виртуальные электростанции.	0,7	Целевые показатели доли рынка по сегментам: надежные и гибкие распределительные сети — 10-12%, интеллектуальная распределенная энергетика — 3-6%, потребительские сервисы — 3-6%.
Персонализированное питание, геномика, альтернативные источники сырья, точное земледелие и органическое сельское хозяйство.	3,6	5-10
Превентивная медицина, ИТ в медицине, спортивное здоровье, здоровое долголетие, медицинская генетика и биомедицина (генетическая диагностика, биоинформатика, геномная терапия, фармакогенетика, популяционная генетика, медико-генетическое консультирование, новые медицинские материалы, биопротезы, искусственные органы), инженерная биология (новые технологии производства продуктов здорового питания, спортивной одежды, устройства и сервисы по мониторингу и коррекции состояния здоровья человека) и др.	9	3,6
Технологии, применяемые для обеспечения безопасности (датчики, камеры видеонаблюдения, системы биометрического контроля и аутентификации), защищенные системы передачи данных, защищенное аппаратное обеспечение вычислительных и телекоммуникационных систем, системы обеспечения безопасности приложений, платформ и облачных сервисов.	2,1	3-5

Приоритетное направление НТИ	Приоритетный рынок НТИ
Финнет	Рынок децентрализованных финансовых систем и валют, персонифицированных сетевых финансовых сервисов.
Технет	Рынок представляет собой совокупность услуг по отбору, тестированию, комплексированию и использованию передовых производственных технологий как систем комплексных технологических решений для обновления или создания новых производственных мощностей в различных секторах и отраслях промышленности.

Ключевые технологии	Прогнозируемый объем мирового рынка к 2035 году (трлн долл. США)	Потенциал доли России на рынке НТИ (%)
Распределенный реестр и автоматизированные «умные контракты», crowd-технологии, единая банковская идентификация.	н/д	н/д
Цифровое проектирование и моделирование, новые материалы, аддитивные технологии, CNC- и гибридные технологии, промышленная сенсорика, технологии робототехники, информационные системы управления предприятием, big data, индустриальный Интернет.	1,4	0,8-1,5

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

Beating the low-productivity trap: How to transform construction operations // McKinsey & Company. — 2017.

Blurred lines: How FinTech is shaping Financial Services. Global FinTech Report // PwC. — 2016.

Coccia M. General sources of general purpose technologies in complex societies: Theory of global leadership-driven innovation, warfare and human development // Technology in Society. — 2015. — №42. — С. 199–226.

Digital Disruption: Embracing an Integrated Digital Ecosystem // Accenture. — 2015.

Iansiti M., Lakhani K. R. Digital Ubiquity: How Connections, Sensors, and Data Are Revolutionizing Business // Harvard Business Review. — 2014.

International Digital Economy and Society Index (I-DESI) // European Commission. — 2016.

Jovane F., Westkämper E., Williams D. The ManuFuture: Road Towards Competitive and Sustainable — Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. — 2009.

Kressel H., Lento T. V. Competing for the Future: How digital Innovations are Changing the World. — New York: Cambridge University Press. — 2007.

Look to advanced industries to help drive productivity gains // Brookings Institution. — 21 июля 2016.

Made in China 2025 // The State Council of China. — 2015.

A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing // Executive Office of the President, US National Science and Technology Council. — 2012.

OECD STI Outlook 2016 // OECD. — 2016.

Technology and Development in the Third Industrial Revolution // Kaplinsky R., Cooper C. — London: Frank Cass. — 2005.

The Future of Productivity. Preliminary version // OECD. — 2015.

The New High-Tech Strategy. Innovations for Germany // Federal Ministry of Education

and Research of Germany (BMBF). — 2014.

Белановский С. А., Дмитриев М. Э., Комаров В. М., Комин М. О., Коцюбинский В. А., Никольская А. В. Анализ факторов реализации документов стратегического планирования верхнего уровня // Центр стратегических разработок. — 2016.

Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России / под ред. Л. М. Гохберга. — М.: НИУ ВШЭ. — 2013.

Индикаторы инновационной деятельности: 2016. Статистический сборник. — М.: НИУ ВШЭ. — 2016.

Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.11.2008 N 1662-р (ред. от 10.02.2017).

Марш П. Новая промышленная революция: Потребители, глобализация и конец массового производства. — М.: Институт Гайдара. — 2013.

Национальная научно-технологическая политика «быстрого реагирования»: рекомендации для России. Аналитический доклад РАНХиГС / Н. Г. Куракова, В. Г. Зинов, Л. А. Цветкова и др. — М.: ИД «Дело». — 2014.

Национальный доклад об инновациях в России 2015 // Российская венчурная компания. — 2015.

Национальный доклад об инновациях в России 2016. // Российская венчурная компания. — 2016.

Новые производственные технологии: публичный аналитический доклад // Дежина И.Г., Пономарев А.К., Фролов А.С. и др. // «Сколтех». — М.: ИД «Дело» РАНХиГС. — 2015.

Отчет «Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов Федерального реестра» / ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ. — 2014.

Прогноз научно-технологического развития России: 2030. Биотехнологии / под ред. Л. М. Гохберга, М. П. Кирпичникова. — М.: НИУ ВШЭ. — 2014.

Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года / под ред. Л. М. Гохберга. — М.: НИУ ВШЭ. — 2014.

Производительность труда. Результаты опроса 500 руководителей промышленных

предприятий // Минпромторг России, Фонд «Центр стратегических разработок», Центр мониторинга развития промышленности, Агентство по технологическому развитию. — 2017.

Промышленное производство в России // Федеральная служба государственной статистики. — 2016.

Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом. — М.: АНФ. — 2014.

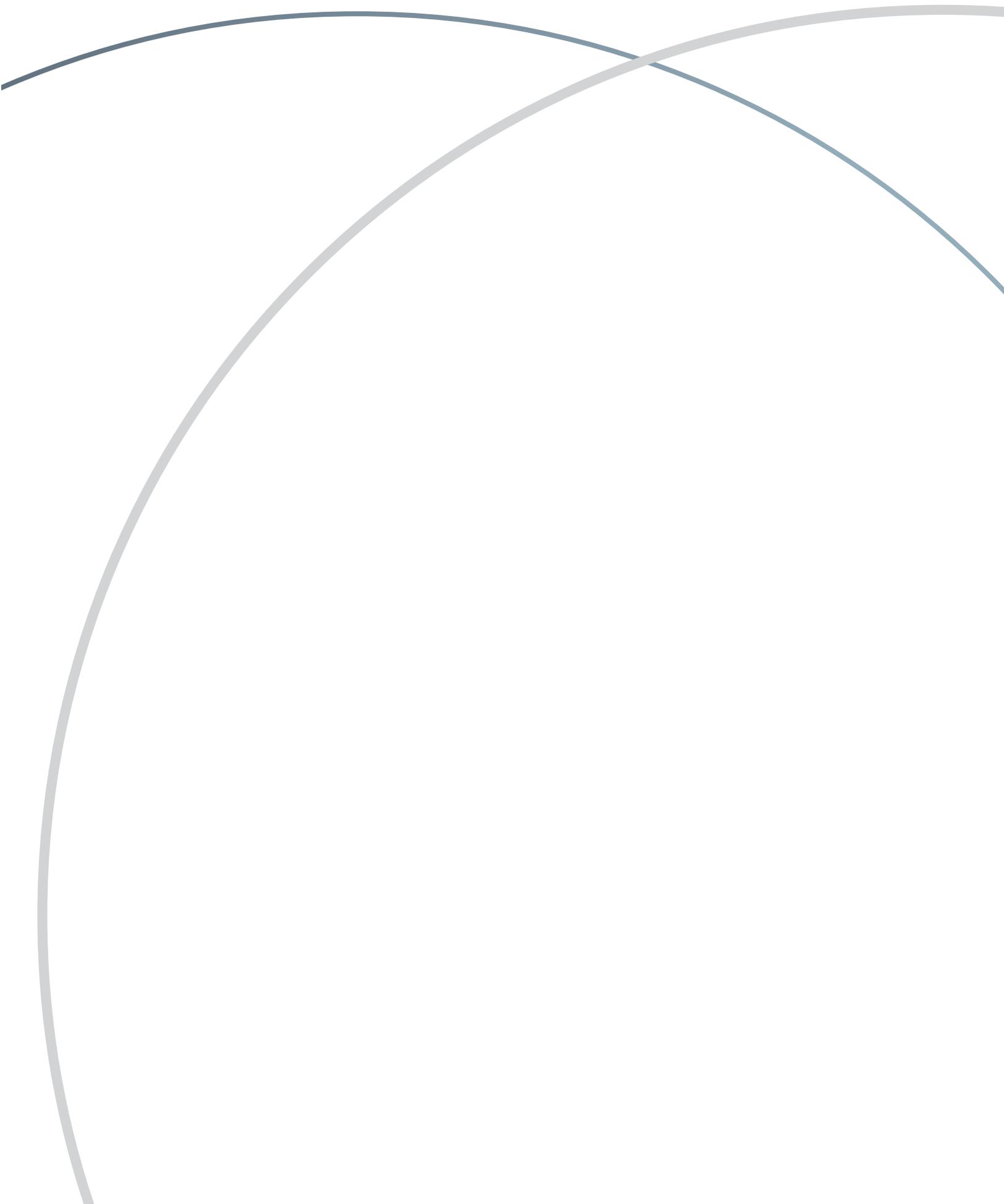
Россия онлайн? Догнать нельзя отстать // The Boston Consulting Group. — 2016.

Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.12.2011 № 2227-р.

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642.

Чаудари С. П., Паркер Д., Ван Альстайн М. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас — М.: Манн, Иванов и Фербер. — 2017.

Шваб К. Четвертая промышленная революция. — М.: Эксмо. — 2016.





ЦЕНТР
СТРАТЕГИЧЕСКИХ
РАЗРАБОТОК

125009, Москва, ул. Воздвиженка, дом 10

тел.: **(495) 725 78 06, 725 78 50**

е-mail: **info@csr.ru**

web: **csr.ru**