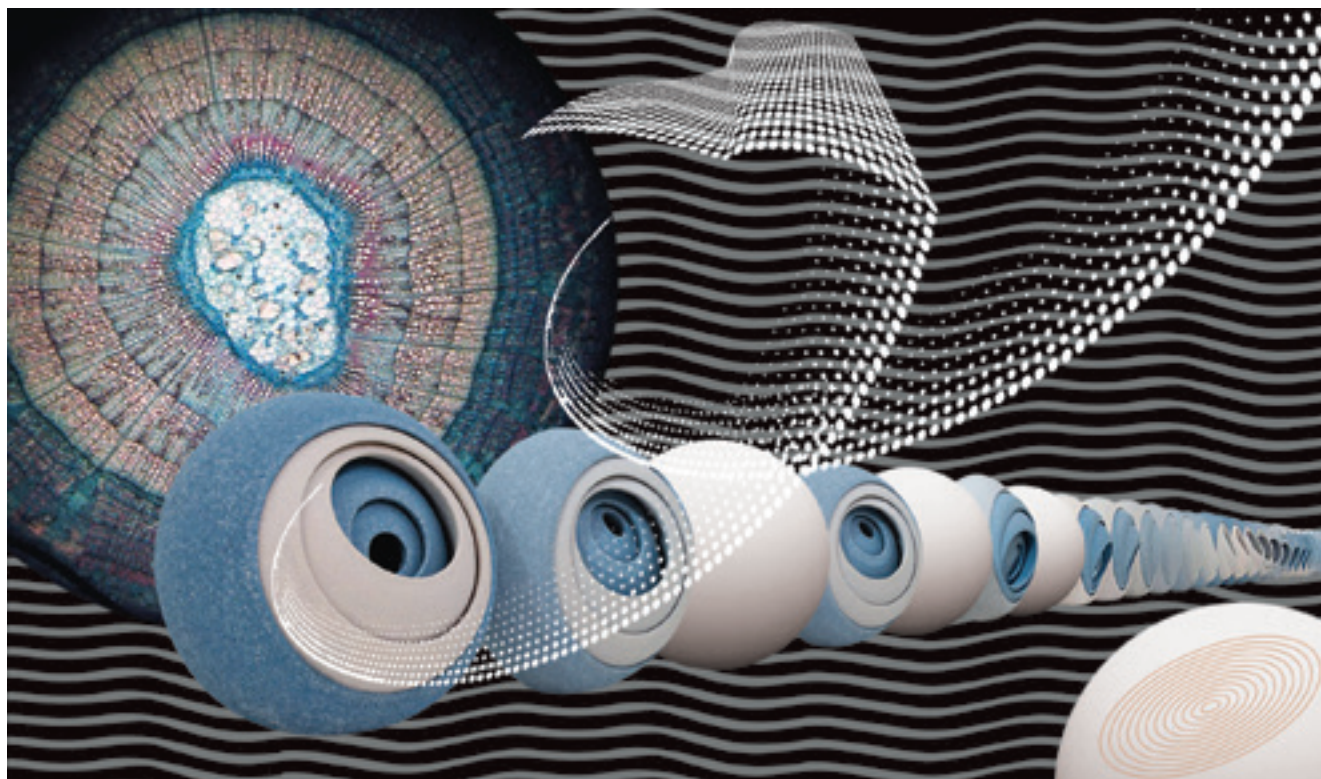


Долгосрочные социально-экономические вызовы для России и востребованность новых технологий

Александр Апокин^I, Дмитрий Белоусов^{II}, Владимир Сальников^{III}, Игорь Фролов^{IV}



^I Ведущий эксперт и руководитель группы исследований мировой экономики.
E-mail: aapokin@forecast.ru

^{II} Руководитель направления анализа и прогнозирования макроэкономических процессов.
E-mail: dbelousov@forecast.ru

^{IV} Заведующий лабораторией анализа и прогнозирования наукоемких, высокотехнологичных производств и рынков.
E-mail: i.frolov99@gmail.com

^{III} Заместитель генерального директора и руководитель направления анализа и прогнозирования развития отраслей реального сектора.
E-mail: vs@forecast.ru

Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП)

Адрес: 117418, Москва, Нахимовский пр-т, д. 47

Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук

Адрес: 117418, Москва, Нахимовский пр-т, д. 47

Аннотация

Спрос на определенные виды технологий порождается долгосрочными вызовами социально-экономическому развитию России — как специфическими, так и глобального характера. В частности, речь идет об урбанизации, демографических процессах, социально-экономических проблемах, обусловленных старением населения, геополитических факторах, ограниченном доступе к ключевым технологическим компетенциям, изменениях климата и его экологических последствиях, а также технологических ограничениях, в основном сопряженных с рисками в сфере информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) и биомедицины, появлением «закрывающих» технологий, ведущих к структурной перестройке экономики. Выделяются четыре группы ключевых факторов спроса. Прежде всего — закрепление страны как

поставщика основных природных ресурсов для мировой экономики. Не менее важна поддержка импортозамещения отдельных продуктов глобального рынка, в частности электронных компонентов, химической и пищевой продукции. Большую роль играет развитие центров технологических компетенций, особенно экспортно-ориентированных, в обрабатывающих и сервисных секторах, в том числе в атомной энергетике, производстве программного обеспечения, вооружений и военной техники, летательных аппаратов, энергетического оборудования. В фармацевтике, машиностроении, производстве моторного топлива, отдельных видах ИКТ особую значимость приобретает встраивание в глобальные технологические цепочки с внешней системной интеграцией.

Ключевые слова: вызовы; долгосрочное социально-экономическое развитие; спрос на технологии; технологическое развитие; технологическая политика
DOI: 10.17323/1995-459X.2015.4.6.17

Цитирование: Apokin A., Belousov D., Salmikov V., Frolov I. (2015) Long-term Socioeconomic Challenges for Russia and Demand for New Technology. *Foresight and STI Governance*, vol. 9, no 4, pp. 6–17. DOI: 10.17323/1995-459x.2015.4.6.17

Определение факторов спроса на технологические инновации — важнейшая составляющая разработки стратегии долгосрочного социально-экономического развития любого уровня и масштаба. Для решения этой задачи в академической литературе предлагается разнообразный инструментарий [Granger, 1980; Molnar, 2010] с применением методов текстового анализа [Гохберг и др., 2014] и экспертных опросов, в том числе в рамках Форсайт-исследований [Landeta, 2007; Popper, 2008].

Для целей данной статьи мы используем методологию, подробно описанную нами в более ранней работе [Белоусов и др., 2012]. Мы считаем, что технологическое совершенствование может служить принципиальным ответом на долгосрочные вызовы социально-экономическому развитию России, поэтому при анализе спроса на инновации важно определить характер конкретных вызовов, проецируя глобальную динамику на внутреннюю ситуацию. Авторы отдают предпочтение наиболее актуальным и распространенным в литературе группам вызовов: демографическим, урбанизационным, геополитическим, климатическим и технологическим. Их сопоставление с условиями развития отечественного хозяйства позволит выделить отраслевые вызовы и окна возможностей.

Вызовы долгосрочному социально-экономическому развитию во многом определяются общемировым контекстом, т. е. глобальными трендами. Не меньшую роль играют и ряд специфических особенностей современного состояния российской экономики. Подробному анализу и характеристике факторов глобального уровня посвящена, в частности, работа [Гохберг и др., 2014]. Основываясь на результатах этого и некоторых других исследований, мы приводим собственные оценки наиболее значимых тенденций, рисков глобального развития и окон возможностей для России, анализируем отраслевую специфику технологических вызовов.

Используемая методология разработана в рамках подготовки и актуализации скоординированного прогноза долгосрочного социально-экономического и научно-технологического развития России [Абрамова и др., 2013; Гохберг, 2014], осуществляемых Центром макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП) в сотрудничестве с Институтом статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ.

Основные глобальные вызовы долгосрочному социально-экономическому развитию

Вызовы социально-экономическому развитию России находятся в прямой зависимости от долгосрочных глобальных трендов, тогда как последние преимущественно инвариантны к состоянию отечественной экономики. В перспективе до 2030 г. можно ожидать сохранения следующих глобальных социально-экономических и научно-технологических вызовов:

- затухающего прироста населения;
- усиления международной конфликтности;
- обострения экологических и климатических проблем, в том числе связанных с ресурсным обеспечением роста.

Появляются также новые риски, сопряженные с технологическим развитием, прежде всего с биотехнологиями и ИКТ.

Затухающий прирост населения

Ключевым фактором роста развивающихся стран в ближайшие десятилетия станет второй демографический переход, сопровождающийся снижением смертности вследствие модернизации здравоохранения, улучшения питания и санитарно-гигиенических условий жизни. В этих обществах сохраняющаяся на высоком уровне (пусть и постепенно снижающаяся) рождаемость сочетается со значительно сократившейся смертностью, особенно младенческой и детской. По мере снижения первой под воздействием урбанизации, распространения культуры потребления и других модернизационных тенденций демографическая ситуация в развивающихся странах начнет сближаться с развитыми, где она характеризуется низким, околонулевым, приростом населения [UN, 2012]. Разумеется, это длинный тренд, окончательного закрепления которого вряд ли можно ожидать ранее середины нынешнего века.

Важным, но не однозначным по своим последствиям глобальным демографическим фактором может стать отказ от политики «одна семья — один ребенок» в Китае с возможным переходом к стимулированию рождаемости. Вместе с тем очередная волна индустриализации страны, в особенности ее урбанизация, вероятно, повлечет за собой снижение рождаемости до уровня менее двух детей на одну женщину репродуктивного возраста.

Сохранение затухающего прироста населения порождает две группы последствий. Следствия первого порядка отражены в большинстве прогнозов (например, в публикуемых ООН прогнозах World Population Prospects [UN, 2012]) и включают прогресс урбанизации, старение населения, сохранение и возможное усиление миграционных процессов.

В менее развитых странах урбанизация сопутствует процессу индустриализации и, шире — модернизации общества и экономики. Дальнейшее углубление процессов урбанизации проявится прежде всего в индустриализующихся государствах (КНР и др.), где наряду с ростом традиционных индустриальных городов начинает формироваться группа постиндустриальных глобальных центров (Шанхай и т. д.) как современных технологических и финансовых метрополий.

Старение населения — устойчивый для развитых и сравнительно новый для развивающихся стран тренд. Если население последних остается относительно молодым в силу высокой смертности в прежние годы и ее постепенного снижения в настоящее время, то в перспективе их возрастная структура начнет сближаться с таковой в развитых странах.

Тенденции в сфере миграционных процессов характеризуются известной неопределенностью в долгосрочной перспективе. Сегодня миграционный тренд в значительной мере поддерживается демографическим дисбалансом между развитыми (трудodefицитными, богатыми, со стареющим населением) и развивающимися (трудоемкими, бедными, с молодым населением) государствами. Существенно скорректировать ситуацию могут технологические изменения на рынке

труда, прежде всего его автоматизация. Представляется, что порождаемые данным трендом вызовы обладают наибольшим долгосрочным влиянием.

К менее очевидным, нежели перечисленные, следствиям второго порядка относятся рост значимости технологий, рассчитанных на пожилых людей, дефицитность пенсионных систем и низкий доступ к «длинным деньгам», распространение новых форм образования, переход к «урбанистическому» типу потребления и перенос в развитые страны социальных, межнациональных и межконфессиональных конфликтов вслед за миграцией населения из развивающихся государств.

Развитие технологий, рассчитанных на пожилых людей, в первую очередь вызвано распространением специфических, требующих дорогостоящего лечения болезней позднего возраста. По некоторым данным [Alemanyehu, Warner, 2004], примерно половина всех расходов жителей США на медицину в течение жизни приходится на возраст старше 65 лет и около трети — на период старше 85. Это касается биомедицины, ИКТ и транспорта для пожилых людей и лиц с ограниченными возможностями, а также ориентированной на них образовательной, финансовой и другой инфраструктуры [Peine et al., 2015]. Текущая политика во всех упомянутых областях существенно недооценивает рыночные перспективы глобального старения и неизбежность перехода к целостной концепции позднего возраста (*socio-material constitution of later life*).

Рост численности пожилого населения обуславливает дефицитность пенсионных, шире — финансовых систем, затруднение доступа к «длинным деньгам»¹. Изменение баланса между долями занятых и нетрудоспособных лиц в экономике будет вести к снижению нормы накопления в развивающихся странах (Азиатско-Тихоокеанском регионе (АТР), России, ряде арабских государств) практически безотносительно к тому, действует ли в них эффективная пенсионная система или жизнеобеспечение пожилых людей зависит от добровольных накоплений и межпоколенческих трансфертов. В свою очередь это бьет по способности таких экономик финансировать дефициты (а значит, и сверхпотребление) в развитых странах. Еще одно возможное следствие — напряженность на рынке венчурного финансирования и высокорискованных инновационных проектов в целом.

Падение спроса на неквалифицированный труд в мире ведет к тому, что конкурентоспособность экономики обеспечивается не за счет демографического или миграционного притока, но за счет непрерывной модернизации имеющегося человеческого капитала. Это влечет за собой рост значимости образования в течение всей жизни (*lifelong learning*) и образовательных технологий в целом.

Параллельно в развивающихся странах происходит переход к «урбанистическому» типу потребления со спросом на качественные продукты питания (в частности, на говядину в КНР и арабских странах), экологичную продукцию (преимущественно в странах Запада) и чистую воду². Электрификация потребления при общей тенденции к повышению энергоэффективности способствует интенсивному росту потребления электроэнергии и снижению спроса на углеводородные энергоносители, особенно нефтепродукты³.

Усиление международной конфликтности

Данная тенденция может быть порождена новыми центрами экономической, а значит, и технологической силы, вступающими в непрямую конкуренцию друг с другом, в сочетании с кризисом существующих международных институтов, которые следуют моноцентричной модели. Рост миграции из развивающихся стран в последние десятилетия уже приводит к переносу в развитые страны социальных, межнациональных и межконфессиональных конфликтов.

Отмеченная тенденция, причем не только военнополитический ее аспект, хорошо описана в литературе [National Intelligence Council, 2013]. Финансово-экономическая сторона проблемы, определяемая также как глобальные дисбалансы, порождает структурные риски для отношений развитых стран-должников и развивающихся стран-кредиторов [Mendoza et al., 2009]. Несмотря на то что за последние пять лет удалось остановить углубление подобных дисбалансов, сами диспропорции продолжают оказывать влияние на мировую экономику, а согласованного объяснения этого феномена в литературе так и не было предложено.

Актуализация экологических и климатических проблем, в том числе ресурсного обеспечения роста

Общей тенденцией последних лет является рост спроса на экологически чистые продукты и среду, обусловленный отчасти прогрессом урбанизации в глобальном масштабе и, как следствие, углублением специализации отдельных регионов мира, в том числе выделением территорий глобального экологического/ресурсного резерва, отчасти — чрезмерным уровнем экологической нагрузки в ряде развивающихся государств, включая страны АТР. Усиливается дефицит ряда жизненно важных ресурсов, таких как чистая питьевая вода и плодородная земля, на фоне загрязнения грунтовых вод, эрозии почв, деградации ландшафтов, которые стали значимыми факторами ухудшения качества жизни населения Китая и других развивающихся стран.

К началу 2030-х гг. вопросы адаптации к долгосрочным и сверхдолгосрочным процессам, включая климатические изменения, прочно войдут в глобальную по-

¹ В среднем по странам ОЭСР [OECD, 2013a] выбытие рабочей силы с рынка труда происходит с достижением официально установленного пенсионного возраста. В азиатских государствах — Южной Корее, Японии и т. д. — фактический выход на пенсию откладывается на 5–10 лет после юридического, в латиноамериканских — Мексике, Чили и т. д. — на 3–5 лет. Культурные и региональные особенности развивающихся стран в вопросе выхода на пенсию, как правило, преобладают над экономическими.

² Это бросает вызов целому ряду отраслей российской промышленности и особенно сельскому хозяйству, отставание технологий водопользования в котором достигает критического уровня. Разумеется, во многих развивающихся странах, в частности в Китае, ситуация с загрязнением воды еще менее благоприятна.

³ Ожидается ускоренное развитие неуглеводородных (электро)энергетических технологий (атомной, солнечной, ветровой и пр.). Можно ожидать существенной интенсификации научной и инженерной деятельности в области термоядерной энергии, коммерческое внедрение которой, впрочем, выходит за горизонт 2030 г.

литическую и технологическую повестку дня. Прежде всего имеются в виду глобальное потепление⁴ вне зависимости от вызвавших его причин — антропогенных либо долгосрочных естественных факторов; изменение мощности, солености воды, температуры и прочих характеристик крупных океанических течений (Эль-Ниньо, Гольфстрима) наряду с аналогичными атмосферными процессами; повышение уровня Мирового океана.

Отчетливо наметившимся трендом, косвенно связанным с перечисленными, выступает удорожание природных ресурсов, в первую очередь углеводородных, урановых и отдельных видов металлов. Речь идет не о физической нехватке отдельных из них, но об усложнении способов и росте стоимости добычи, в том числе в отношении сланцевого газа, битуминозных песков, трудноизвлекаемых тяжелых, вязких и других видов нефти, рассеянных месторождений металлов и т. п. Технологический ландшафт ближайших десятилетий [Гохберг и др., 2014] предполагает, что ценообразование на рынке энергоносителей будет принципиально сценарным: либо возобладают тренд на удорожание традиционных углеводородов, либо (по крайней мере, во второй половине прогнозного периода) начнется интенсивный переход на новые виды энергии, способный существенно сбить нефтяные котировки.

Риски, сопряженные с технологическим развитием

Технологическое развитие порождает отдельную группу рисков, прежде всего определяемых стремительным моральным устареванием существующих и принципиальным усложнением новых решений и платформ. В то же время риски этой группы открывают окна возможностей в нишах, дополняющих существующие технологии.

Экспоненциальное развитие ИКТ как «суперфактор»: информатизация общества, экономики и науки

Долгосрочное и интенсивное развитие ИКТ практически никем не ставится под сомнение в силу набранной инерции технологического развития и крупномасштабных инвестиций в эту область. Особенностью ИКТ является тотальное проникновение во все сферы жизни общества, в том числе в производство товаров и услуг, что оказывает неравномерное влияние на развивающиеся и развитые экономики. Если первые получают шанс постепенно усилить позиции на глобальной технологической карте, в том числе за счет развития производства электронной компонентной базы (вплоть до возможности «оседлать» технологическую волну, основанную на новых физических принципах), программного обеспечения и контента, то перед вторыми открывается перспектива реиндустриализации и сохранения технологического лидерства благодаря персонализации, «кастомизации» товаров и услуг, включая традиционную

индустриальную продукцию, например автомобильной промышленности [OECD, 2013b].

Наряду с отмеченными общими характеристиками ИКТ заметной тенденцией в этой сфере становится рост удельного веса софтверной составляющей в добавленной стоимости конечной продукции. Основную прибыль начинают получать не производители комплектующих и аппаратного обеспечения (процессоров, электроники и т. д.), а держатели интеллектуальной собственности, обуславливающей уникальные свойства готового изделия. Это принципиально меняет структуру рынка ИКТ и будет определять его динамику в среднесрочной перспективе до появления принципиально новых технологий производства процессоров [WEF, INSEAD, 2014].

Рассматриваемая сфера характеризуется высоким риском «срыва» очередного рывка в развитии с революционной к пусть чрезвычайно интенсивной, но эволюционной траектории вследствие недоинвестирования или наличия фундаментальных проблем технического либо научного характера (квантовые эффекты и т. п.). Такое снижение темпов роста влечет за собой падение исследований и разработок (ИиР) в энергетике: часть из них, связанные с использованием квантовых эффектов, зависят от динамики разработки новых ИКТ, для других последние служат условием возникновения самой возможности — например, для адаптивных энергосетей. Кроме того, неизбежно замедлится и развитие ряда смежных технологических областей:

- биомедицины, где исследования, в особенности геномные и протеомные, используют самые передовые ИКТ;
- новых материалов — нанотехнологий, композитов, биосовместимых полимеров;
- новой энергетики — ядерного и термоядерного синтеза, адаптивных энергосистем, нанофотоники и др.

Провал в разработке новых ИКТ резко повышает вероятность общего торможения научно-технологического развития [Ernst & Young, 2014].

Биомедицинские технологии как ядро нового технологического уклада

Технологическая база нового уклада, по прогнозам, будет формироваться в течение ближайших 15 лет — вплоть до рубежа 2030-х гг. и будет включать биомедицину в качестве ключевого и экономически наиболее перспективного направления. В его составе заметным потенциалом обладают генетическая диагностика и терапия, производство искусственных органов и тканей, биосинтез лекарств, клеточная терапия. Существенный импульс к развитию получат междисциплинарные области — биоинформатика и новые направления биоинженерии [DHNS, 2014].

Важнейшей медико-технологической областью научных исследований станет фармакогенетика — изучение взаимосвязей между болезнями, генами, протеинами и фармацевтическими средствами. Фактически

⁴ «Текущее изменение климата России в целом следует охарактеризовать как продолжающееся потепление со скоростью, более чем в два с половиной раза превышающей скорость глобального потепления. По данным наблюдений, средняя скорость потепления у земной поверхности для Земного шара составляет 0,17°C/10 лет за 1976–2012 гг., тогда как на территории России теплеет со скоростью 0,43°C/10 лет. Наиболее быстрое потепление отмечается в северных широтах. Прошлый 2013 г. оказался очень теплым: шестым среди наиболее теплых лет за период инструментальных наблюдений с 1886 г. Средняя температура за год по России на 1,52°C превысила норму 1961–1990 гг., в то время как средняя за 2013 г. глобальная температура превысила норму только на 0,50°C. При этом тенденция к замедлению потепления, наблюдаемая в глобальном масштабе с начала XXI века, для территории России пока не прослеживается» [Гидрометцентр России, 2014].

в медицине возникает новое направление — создание таргетных препаратов на основе результатов расшифровки генома [DНNS, 2013].

В целом сопряженные с технологическим развитием риски порождают следующие долгосрочные эффекты и тренды:

- экономия ресурсов — энергетических, водных, отдельных видов металлов, — достигающая максимума к 2030-м гг., в том числе за счет активизации усилий по снижению антропогенной нагрузки на природную среду и развитию технологий замкнутого производственного цикла;
- существенный рост значимости установления и соблюдения экологических стандартов как фактора допуска на рынки, в первую очередь развитых стран;
- повышение волатильности цен на природные ресурсы вследствие одновременного роста себестоимости добычи и ужесточения требований к эффективности применяемых энергетических технологий;
- рост интенсивности существующих и возникновение новых миграционных потоков, обусловленных истощением природных ресурсов / ухудшением экологической ситуации; распространение конфликтов за ресурсы в развивающихся странах — за доступ к воде, плодородным почвам и т. п.

Ключевые вызовы долгосрочному развитию российской экономики

Долгосрочные вызовы и риски для российской экономики и общества можно разделить на несколько групп, лишь частично отражающих глобальные тренды. В перспективе до 2030 г. можно ожидать возникновения или обострения вызовов в таких социально-экономических областях, как:

- демография;
- вторичная урбанизация;
- экология: риски деградации экосистемы;
- ресурсное обеспечение: рост стоимости добычи полезных ископаемых в условиях стабилизации мировых цен на углеводороды;
- технологическое развитие: «закрывающие» технологии и новые стандарты де-факто;
- социальная стабильность: новые конфликты и углубление неравенства;

- геополитика: конфликтность и доступ к ключевым технологическим компетенциям.

Демографические вызовы

Как и другие промышленно развитые страны, Россия сталкивается с проблемой старения населения и завершением второго демографического перехода. Рождаемость приблизилась к уровню менее двух детей на одну женщину репродуктивного возраста на фоне снижения смертности в трудоспособном возрасте, в том числе по немедицинским причинам — травматизм на производстве и транспорте, насильственные причины и т. д. Свой вклад в рост продолжительности жизни вносит и прогресс в медицине. В результате численность населения страны и доля в ней пожилых людей неуклонно увеличиваются. Так, к 2030 г. уровень демографической нагрузки (число пожилых граждан на 1000 трудоспособных лиц) возрастет с нынешних 400 до 510 (рис. 1).

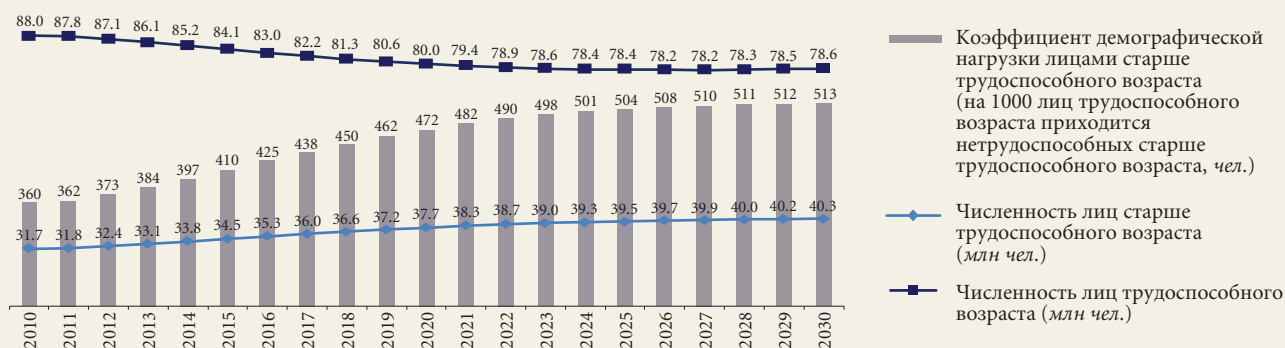
Описанная демографическая динамика порождает следующие экономические и финансовые риски:

- снижение бюджетной устойчивости вследствие увеличения пенсионных обязательств, коэффициента демографической нагрузки и затрат на здравоохранение;
- разбалансировку финансовой системы в ситуации падения нормы сбережения и роста пенсионного и социального бюджетного бремени в силу изменения коэффициента демографической нагрузки;
- социальное напряжение, вызванное масштабным притоком мигрантов в условиях дефицита трудовых ресурсов: нарастание конфликтности внутри различных этносоциальных групп и между ними, рост государственных расходов на адаптацию мигрантов и т. д.;
- консервацию избыточной трудоемкости отдельных отраслей экономики (жилищного строительства, торговли и др.), ведущую к отставанию от стандартов развитых стран.

Вызовы вторичной урбанизации

Позднеиндустриальная стадия развития экономики и общества характеризуется концентрацией населения в мегаполисах, прежде всего в так называемых глобальных городах (в России — Москва и Санкт-Петербург),

Рис. 1. Динамика демографической нагрузки в России



Источник: составлено авторами на основе данных демографического прогноза Росстата, средний вариант.
Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/demo/progn1.htm, дата обращения 25.01.2015.

связанных в плотную сеть. Подобный тип агломераций обеспечивает более высокий уровень жизни и качественно иные в сравнении с городами средней величины возможности самореализации — наращивания человеческого капитала, выбора профессиональной траектории, стиля жизни и т. д.

Риски вторичной урбанизации связаны с деградацией человеческого капитала средних городов и возникновением «зон отставания» вслед за оттоком квалифицированных специалистов. Более косвенный экономический риск структурного характера состоит в том, что кризис средних городов может нанести существенный урон ряду локализованных в них традиционных промышленных производств — машиностроительных и т. п.

Риски деградации природной среды

Территория России значительно загрязнена промышленными отходами и транспортными выбросами, особенно в староиндустриальных регионах, зонах металлургических и химических производств. По данным Росгидромета, в 123 городах страны, в которых проживают 52% городского населения, уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий. Речь в первую очередь идет о старопромышленных городах с экологически вредными производствами предыдущего поколения (Екатеринбург, Волгоград, Архангельск, Уфа и др.). Кроме того, технологии многих современных массовых производств вызывают загрязнение окружающей среды, характерное для регионов с высокой концентрацией промышленных мощностей (Норильск, Магнитогорск, Череповец, Кызыл, Курган, Нижний Тагил, Чита, Салехард).

С учетом растущих требований населения к качеству жизни, интенсивное загрязнение природной среды способно стать дополнительным фактором оттока людей из промышленных регионов. Как следствие, ухудшение экологических условий в глобальном масштабе, особенно в странах АТР и, возможно, Центральной Азии, вызывает риск неконтролируемых иммиграционных потоков в Россию.

Ресурсный вызов: рост стоимости добычи и стабилизация мировых цен на углеводороды

По мере геологического освоения новых труднодоступных районов добычи полезных ископаемых и пере-

ориентации на новые виды углеводородного сырья, стоимость его извлечения в отечественных условиях будет неуклонно возрастать. При этом добыча нефти и газа в России уже сегодня одна из самых дорогих в мире и имеет тенденцию к росту себестоимости (рис. 2, 3).

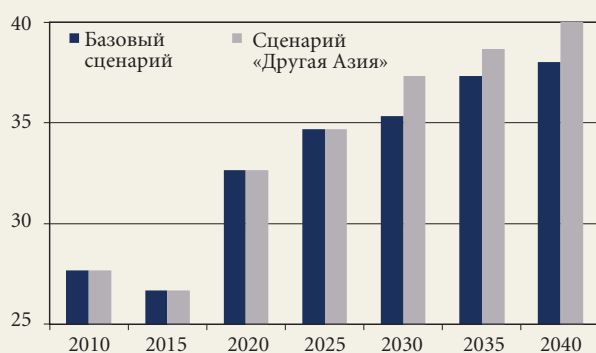
В сочетании с весьма вероятной стабилизацией долларовых цен на углеводороды в результате технологического переоснащения добывающих компаний рост стоимости извлечения российских нефти и газа порождает высокий риск кризиса отрасли, вызванного дефицитом финансовых ресурсов у основных игроков. Во всяком случае, прежнего избытка денежных средств ожидать в перспективе, по-видимому, не стоит. Напротив, как и в середине 1990-х гг., растущие потребности сектора в финансовых ресурсах вновь стали удовлетворяться за счет других отраслей экономики.

Сказанное, в свою очередь, создает макроэкономические риски потери устойчивости бюджета и нарушения платежного баланса, в значительной степени зависящих от сырьевого экспорта. Причем приток прямых иностранных инвестиций, ссуд и займов также в той или иной мере определяется конъюнктурой нефтегазовых рынков. Ограничение возможностей распоряжаться и перераспределять нефтегазовую ренту чревато системным кризисом отечественной экономики.

Технологический вызов: «закрывающие» технологии и новые стандарты де-факто

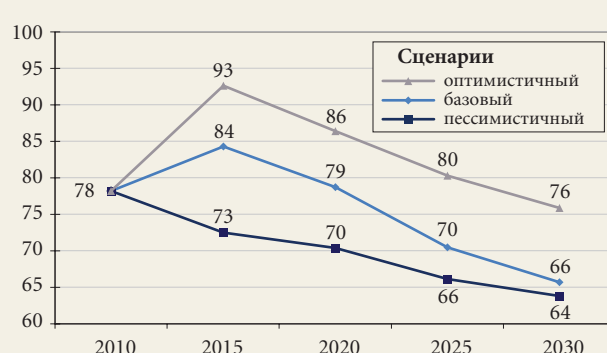
Современные технологии обладают потенциалом, достаточным для радикального изменения отраслевой структуры российской экономики за счет либо полной ликвидации («закрытия») отдельных рынков, либо создания барьеров для проникновения отечественной продукции в развитые страны, т. е. ее вытеснения на низкодходные и/или высокорискованные развивающиеся рынки. Можно выделить пять направлений технологического развития, которые имеют потенциал для возникновения значимых рисков в отдельных отраслях (производствах): ИКТ, персонализированная медицина, технологии распределенного индивидуализированного производства массовой продукции, новая энергетика, роботизированные транспортные средства и вооружения. Более подробно типология подобных технологий и связанные с ними риски представлены в табл. 1.

Рис. 2. Капиталоемкость российского ТЭК в 2010 г. (долл. за тонну условного топлива)



Источник: Российское энергетическое агентство.

Рис. 3. Динамика мировых цен на нефть в 2010 г. (Urals, долл. за баррель)



Источник: ЦМАКП.

Табл. 1. Соотношение новых технологий и «закрываемых» ими видов деятельности

Новая технология	«Закрываемые» технологии и виды деятельности
Моделирование человеческого интеллекта, когнитивные модели сознания и поведения	Широкий спектр стандартизированного анализа и прогнозирования в бизнесе (включая финансовые рынки), метеорологии, медицине (вплоть до индивидуального цифрового врача), образовании («дистанционный учитель»), военной сфере и т. д.
Эволюция Интернета: семантический веб, Интернет вещей	Революция в интеллектуальной деятельности (семантический веб), новые стандарты де-факто потребительской, возможно, инвестиционной продукции (Интернет вещей) и продукции военного назначения
Радикальная трансформация рынков ИКТ в результате смены технологий производства электронной компонентной базы (прекращение действия закона Мура, развитие новых материалов, фотоники и т. д.), создание прорывных квантовых технологий	Устаревание и «закрытие» традиционных ИКТ, смена стандартов де-факто в сопряженных отраслях
Переход к персонализированной «медицине здоровья», радикальное увеличение продолжительности жизни, управление когнитивными способностями человека	Кризис традиционной массовой медицины, дифференциация «старого» здравоохранения для бедных и «нового» — для обеспеченных, распад прежних бизнес-моделей, ориентированных на массовый выпуск лекарств
Ужесточение экологических норм и требований безопасности к производству, транспорту, продуктам питания, потребительским товарам, зданиям и сооружениям, отходам; индивидуализация потребления	Новые стандарты де-факто, закрывающие рынки для традиционных товаров
Технологии продвинутой 3D-печати	Кризис трудоемких среднетехнологических машиностроительных и металлообрабатывающих отраслей; возникновение новых бизнес-моделей в высокотехнологичных секторах (включая качественное расширение аутсорсинга, в том числе за счет малых и средних компаний); обратный перенос производства в развитые страны вследствие выравнивания издержек
Развитие новой энергетики, систем аккумуляции и управления энергосетями	Постепенный отказ от использования все более дорогих углеводородов в пользу альтернативных источников энергии; рост энергоэффективности автомобилей; тренд на опережающее расширение рынка электро- и гибридных автомобилей
Развитие роботизированного транспорта и вооружений	Вытеснение с рынка стандартизированного оборудования и услуг (например, в сфере железнодорожного транспорта); сжатие рынков обычной военной техники и вооружений
Развитие гибких роботизированных производств, позволяющих индивидуализировать выпуск массовой продукции	Внутренний кризис традиционных трудоемких отраслей; роботизация автопрома, возможно, производства массовой потребительской электронной и электротехнической продукции; расширение возможностей переноса производств

Источник: составлено авторами.

Наибольшие риски с этой точки зрения представляют следующие технологические направления:

- ИКТ (включая совершенствование электронной компонентной базы, переход к новым физическим принципам работы и т. д.), в том числе их соединение с когнитивными технологиями, чреватое вытеснением с рынка производителей «традиционной», а значит морально устаревающей ИКТ-продукции и сопряженных с ней среднетехнологичных товаров и услуг, включая оборонную и общемашиностроительную отрасли; формирование новых стандартов де-факто;
- персонализированная медицина, радикально трансформирующая рынки фармакологии и медицинских услуг в масштабах, сопоставимых с открытием антибиотиков или распространением практики массовых дистанционных обследований;
- продвинутая 3D-печать, которая позволяет получать неоднородные по плотности, толщине и иным характеристикам изделия, роботизированное производство массовой индивидуализированной продукции (например, с использованием RFID-меток о комплектации). Эти технологии оказывают сильное давление на автомобилестроение и другие традиционные отрасли, особенно — отличающиеся высокими трудовыми издержками, и способствуют рещорингу, т. е. обратному переносу производств из развивающихся в развитые страны, тем самым дополнительно осложняя российским компаниям потенциальные условия конкуренции;

- новая энергетика, технологии энергосбережения, аккумуляции и управления адаптивными энергосистемами, которые, с одной стороны, способны вытеснить с рынка отечественное углеводородное сырье с высокой стоимостью добычи. С другой — и это даже более важно — развитие и распространение супераккумуляторных и адаптивных энерготехнологий позволит снизить амплитуду суточных колебаний спроса на энергию и обеспечить ее общую экономию за счет сокращения пиковых нагрузок, что может стать дополнительным фактором снижения спроса на российские энергоносители;
- роботизированный транспорт и вооружения, определяющие новые стандарты де-факто и чреватые ликвидацией («закрытием») ряда значимых для российских производителей рыночных ниш (железнодорожного машиностроения, военно-транспортного авиастроения и т. д.).

Социальный вызов: конфликты и новое неравенство

Развитие персонализированной медицины, радикальное увеличение продолжительности жизни, управление когнитивными способностями, совершенствование технологий интерфейса «мозг–компьютер» означают качественное расширение возможностей индивида. В российских условиях, однако, такой рост неизбежно окажется неравномерным в силу значительного социального неравенства, отражающего рентную структуру экономики: коэффициент фондов все последние годы

колеблется в диапазоне 16–17. Вместе с тем консервация социально-экономического дисбаланса, фактическое закрепление сословной структуры общества будут означать качественное ухудшение ситуации, для преодоления которого необходимые инструменты сегодня отсутствуют.

Геополитический вызов: борьба за доступ к ключевым технологическим компетенциям

Ряд сценариев глобального развития предполагают усиление международной конфликтности, что может затруднить доступ отечественных компаний к ключевым технологическим компетенциям в сферах экономики и безопасности, как это происходило в 2014 г. Подобное развитие событий, в частности, предполагает существенный рост масштаба задач, стоящих перед российским научно-технологическим комплексом.

Отраслевая специфика вызовов долгосрочному социально-экономическому развитию

Отраслевой анализ позволяет очертить круг актуальных вызовов развитию отдельных секторов российской экономики, слабости которых обнаруживают себя уже сегодня (рис. 4).

Во-первых, *можно рассчитывать на устойчивое ухудшение мировой конъюнктуры*: по большинству имеющихся оценок, в будущем цены на основные сырьевые товары останутся на достаточно низком уровне и вряд ли существенно превысят уровень 2015 г. Другой негативный фактор — рост стоимости и снижение доступности технологий и финансирования. Оба этих фактора обусловят сохранение закрепившейся в 2015 г. пониженной по сравнению с предшествующим периодом стоимости национальной валюты.

Во-вторых, *следует ожидать негативного влияния на доходность бизнеса удорожания базовых ресурсов и факторов производства*. В той или иной мере данная проблема стоит почти перед всеми отраслями. Сравнительно новым, но от этого не менее опасным фактором может

стать резкое падение доходов нефтяной отрасли из-за роста капитальных затрат и ограничений на доступ к современным технологиям в условиях стабилизации или даже снижения глобальных цен на углеводороды. В свою очередь это повлечет за собой проблемы в широком спектре сопряженных отраслей — нефтепереработке, химической промышленности, машиностроении и т. д.

В-третьих, *прогнозируется усиление дефицита трудовых ресурсов*, особенно квалифицированных, что еще сильнее скажется на увеличении стоимости рабочей силы. Этот риск порожден сочетанием негативных демографических тенденций с нехваткой специалистов конкретного профиля, обусловленной сжатием доходов ряда компаний обрабатывающих отраслей. В результате крупные игроки отказываются от привлечения квалифицированного и высокооплачиваемого персонала либо нарушают цикл воспроизводства специалистов на самих предприятиях.

Если в начале 2000-х гг. ситуацию на рынке труда удалось частично смягчить за счет привлечения специалистов из постсоветских стран (инженеров и квалифицированных рабочих — из Украины и Белоруссии, частично — из Закавказья, низкоквалифицированных кадров — из других стран ближнего зарубежья), то сегодня этот ресурс практически исчерпан, в том числе в силу переориентации миграционных потоков на страны ЕС. В особо уязвимом положении оказываются трудоемкие отрасли — машиностроение, строительство и сфера услуг.

В-четвертых, с учетом особенностей проводимой Банком России политики *ожидается сохранение затрудненного доступа нефинансовых компаний к кредитным ресурсам*. Ценовая неопределенность и снижение доходности на мировых сырьевых рынках вынуждают игроков банковского и финансового секторов пересматривать риски в сторону повышения, что определяет заметное удорожание корпоративных заимствований.

В-пятых, *нарастает отставание в технологическом оснащении производственной базы*. В посткризис-

Рис. 4. Актуальность рисков и угроз в перспективе для основных отраслей экономики (нефинансовый сектор)



ный период сложился отчетливый тренд на угасание инвестиционной активности, даже несмотря на относительно благоприятную общую конъюнктуру 2010–2012 гг. и положительную потребительскую динамику. Ухудшение конъюнктуры в сочетании с ростом рисков в 2013–2014 гг. дополнительно ослабляет стимулы к долгосрочным капиталовложениям, а значит, угнетает технологическое развитие отечественной экономики и усиливает зависимость ее ключевых секторов от других стран.

В-шестых, *разворачивается кризис компетенций в результате смены традиционных бизнес-моделей*. В последние годы в ряде высокотехнологичных отраслей (например, в авиастроении — Sukhoi Superjet) возникла модель «высокотехнологичного конструктора», предполагающая глобальный аутсорсинг практически всех, в том числе ключевых, компетенций, за исключением системной интеграции. Наряду с активной экспортной экспансией (и соответствием валютной структуры продаж структуре затрат) данная модель чрезвычайно зависима от плотности кооперации с внешними игроками. Если формирование сети мировых «центров силы» действительно будет сопровождаться усилением конфликтности, критические компетенции в высокотехнологичных отраслях потребуют гораздо более жесткого контроля, чем сегодня.

В-седьмых, *происходит ликвидация рынков (прежде всего в развитых странах) в результате изменения стандартов де-факто и внедрения «закрывающих» технологий*. Данный вызов в силу изменения технологических и экологических стандартов может затронуть практически все отрасли и виды производств. Наибольшую угрозу он несет фармацевтической и медицинской промышленности, энергетическому машиностроению, производству конструкционных материалов, широкого спектра машиностроительных товаров потребительского, инвестиционного и оборонного назначения.

Описанные вызовы и риски актуализируют дополнительную управленческую проблему: снижение эффективности существующих (ресурсоемких) инструментов государственной поддержки технологического развития — федеральных целевых и государственных программ. Доминирующая часть предусмотренного ими финансирования ИиР ориентирована на высокотехнологичные отрасли — аэрокосмическую, атомную, оборонную, а сами ресурсы концентрируются в головных организациях и направляются на поддержку технологического развития в рамках сложившихся бизнес-моделей. Вместе с тем эволюция производственных технологий сопровождается взрывообразным становлением новых бизнес-моделей с перераспределением влияния по всей цепочке центров компетенций.

В настоящее время с подобными вызовами сталкиваются традиционные высокотехнологичные машиностроительные отрасли. Однако наиболее показательным примером выступает космическая промышленность. Так, в США свою долю в отрасли активно наращивают частные производители космической техники, причем не только спутников, но также ракет-носителей и грузовых кораблей, предназначенных, в том числе, для доставки космонавтов на орбиту: компании SpaceX (ракета Falcon 9 и грузовая капсула Dragon), Virgin Galactic,

Boeing и т. д. Частные компании предлагают существенно более низкие расценки на услуги по выведению космических аппаратов на орбиту по сравнению с традиционными государственными игроками, во многом благодаря оптимизации производственных цепочек. Глобализация этой модели обеспечит эффективную экономию на издержках за счет аутсорсинга и поставит под угрозу конкурентоспособность отечественных производителей с высоким уровнем вертикальной интеграции и относительной себестоимости ракет-носителей. Ситуацию в российской космической отрасли усугубляет стартовавший переход на новую технологическую платформу — семейство «Ангара» приходит на смену серии «Союз», основа которых была заложена еще в 1950-х гг., благодаря чему удавалось поддерживать их низкую стоимость.

В перспективе переход на новые бизнес-модели может быть инициирован и в других высокотехнологичных отраслях, в которых российские игроки пока еще сохраняют относительную конкурентоспособность.

Заключение

Анализ вызовов социально-экономическому развитию России позволяет сделать несколько важных выводов, касающихся стратегии технологической модернизации и развития страны в долгосрочной перспективе.

В обозримом будущем отечественная экономика столкнется с двумя волнами стратегических вызовов, к которым ей необходимо адаптироваться. Первая волна (приблизительно 2020 г. или несколько позже), вероятно, будет связана с исчерпанием роста в рамках модели «энергетического полюса». Сегодня нет определенности в том, какие из новых технологий в области энергетики, энергосбережения (супераккумуляторы), адаптивных сетей, нетрадиционных видов углеводородов (например, океанические газовые гидраты) и т. д. станут определять мировую повестку. Почти не вызывает сомнений, что энергетические рынки могут резко и необратимо трансформироваться уже в горизонте ближайших 5–10 лет. Для России ситуацию усугубляет рост капиталоемкости добычи энергоресурсов на вновь разрабатываемых и старых (истощенных, обводненных и т. д.) месторождениях.

Другой фактор — возможная революция стандартов де-факто, связанная с развитием всепроникающих ИКТ (Интернета вещей) и новых материалов. Компании, не вписавшиеся в новые стандарты, с большой вероятностью окажутся вытесненными с рынка. Общим фоном для этого будут служить разворачивающиеся демографический и экологический кризисы, а также усиление рисков безопасности.

Вторая волна (около 2030–2035 гг.), как предполагается, будет связана с фундаментальными изменениями в медико-биологических технологиях и в ИКТ. Соответствующие сдвиги способны вызвать масштабные негативные социальные следствия — возникновение и углубление нового социального неравенства, например, в силу асимметрии доступа к фармакологическим и генным технологиям управления человеческими способностями. В сочетании с формированием глобальной образовательной и культурной сети и повышением рисков безопасности это может подорвать

устойчивость социальной структуры в нашей стране и ее суверенитета.

Глобальные и внутренние российские вызовы в разной степени сказываются на отдельных отраслях. Однако все, даже наиболее низкотехнологичные из них, испытывают настоятельную потребность в модернизации. В случае базовых промышленных секторов модернизация способна дать импульс развитию целого спектра средне- и высокотехнологичных производств по цепочкам: добыча и первичная переработка сырья — нефтегазовое машиностроение; транспортировка сырья — транспортное машиностроение и т. п.

С точки зрения импортозамещения самым значительным потенциалом обладают несколько групп производств в трех секторах промышленности:

- электронная компонентная база, медицинская техника, станко- и двигателестроение, нефтегазовое машиностроение, судостроение, оборудование для агропромышленного комплекса и лесного хозяйства;
- химический комплекс — добыча редкоземельных металлов, производство композиционных материалов, красок и лаков, пластиков, чистящих и полирующих средств, изделий из резины и пластмасс, фармацевтика;
- пищевая промышленность — производство мясных и рыбных продуктов, консервированных фруктов и овощей.

Возможности долгосрочного роста в существенной мере связаны с развитием сохранившихся центров

компетенций, обладающих прочными позициями, в том числе на внешних рынках. В таких отраслях, как производство программного кода, атомная энергетика, отчасти — производство вооружений, военной техники, летательных аппаратов, энергетического оборудования, грузовиков отдельных классов и т. д., Россия способна выступать технологическим донором и центром компетенций глобального уровня. Для фармацевтики, машиностроения, производства моторного топлива и отдельных видов ИКТ может оказаться рациональной стратегия встраивания в глобальные производственные цепочки, в том числе в режиме аутсорсинга с внешней системной интеграцией (импортом компетенций).

Развитие новых технологических компетенций жизненно необходимо для сохранения национальной конкурентоспособности и безопасности, что, однако, требует довольно жесткой приоритизации усилий в данной сфере в отсутствие достаточных финансовых (различные виды ренты) и кадровых ресурсов на одновременную «фронтальную» модернизацию.

Источники финансирования

Статья подготовлена при поддержке Министерства образования и науки РФ на основе материалов проекта «Сценарный анализ влияния научно-технологического развития России на макроэкономическую ситуацию в долгосрочной перспективе» (Соглашение о субсидии № 02.603.21.0003, уникальный идентификатор НИР RFMEFI60314X0003). Использованные данные получены в ходе исследований, осуществленных в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2015 г.

- Абрамова Е.А., Апокин А.Ю., Белоусов Д.Р., Михайленко К.В., Пенухина Е.А., Фролов А.С. (2013) Будущее России: макроэкономические сценарии в глобальном контексте // Форсайт. Т. 7. № 2. С. 6–25.
- Белоусов Д.Р., Апокин А.Ю., Сухарева И.О., Фролов А.С., Пестова А.А., Мамонов М.Е., Абрамова Е.А., Выдумкин П.А., Галимов Д.И., Михайленко К.В., Пенухина Е.А., Сабельникова Е.М., Сальников В.А., Фролов И.Э. (2012) Долгосрочное прогнозирование социально-экономического и научно-технологического развития России. Вып. 1: Методология. М.: МАКС Пресс.
- Гидрометцентр России (2014) Риски и выгоды для Российской Федерации от глобального изменения климата. Режим доступа: <http://meteoinfo.ru/news/1-2009-10-01-09-03-06/10150-24112014----->, дата обращения 15.02.2015.
- Гохберг Л.М. (ред.) (2014) Прогноз научно-технологического развития России: 2030. М.: Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».
- Гохберг Л.М., Соколов А.В., Чулок А.А. (2014) Формирование перечня и характеристика ключевых глобальных и национальных вызовов и окон возможностей социально-экономического, научно-технологического и экологического характера на средне- и долгосрочную перспективу в интересах построения долгосрочных сценариев социально-экономического и научно-технологического развития российской экономики // Сценарный анализ влияния научно-технологического развития России на макроэкономическую ситуацию в долгосрочной перспективе (отчет ЦМАКП, шифр темы 2014-02-573-0003). М.: Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования.
- Alemayehu B., Warner K. (2004) The Lifetime Distribution of Health Care Costs // Health Services Research. Vol. 39. № 3. P. 627–642.
- DHHS (2013) Paving the Way for Personalized Medicine: FDA's Role in a New Era of Medical Product Development. Washington, D.C.: U.S. Department of Health and Human Services. Режим доступа: <http://www.fda.gov/downloads/ScienceResearch/SpecialTopics/PersonalizedMedicine/UCM372421.pdf>, дата обращения 04.05.2015.
- DHHS (2014) 2020: A New Vision — A Future for Regenerative Medicine. Washington, D.C.: U.S. Department of Health and Human Services. Режим доступа: <http://singularity-2045.org/HHS-regenerative-medicine-2020-vision-archive-2014.html#conclusion>, дата обращения 04.05.2015.
- Ernst & Young (2014) Куда движется технологический рынок: перспективы для России. М.: Ernst & Young, Форум «Открытые инновации». Режим доступа: http://www.forinnovations.ru/upload/doc/EY_Research_Open_Innovations_RU.pdf, дата обращения 07.02.2015.
- Granger C. (1980) Forecasting in Business and Economics. New York: Academic Press.
- Landeta J. (2006) Current validity of the Delphi method in social sciences // Technological Forecasting and Social Change. Vol. 73. № 5. P. 467–482.
- Mendoza E., Quadrini V., Rios-Rull J.-V. (2009) Financial Integration, Financial Development, and Global Imbalances // Journal of Political Economy. Vol. 117. № 3. P. 371–416.
- Molnar A. (2010) Economic forecasting. New York: Nova Science Publishers.
- National Intelligence Council (2013) Global Trends 2030: Alternative Worlds. Washington, D.C.: Office of the Director of National Intelligence. Режим доступа: http://www.dni.gov/files/documents/GlobalTrends_2030.pdf, дата обращения 04.05.2015.
- OECD (2013a) Working Better with Age. Режим доступа: <http://www.oecd.org/els/emp/ageingandemploymentpolicies.htm>, дата обращения 04.05.2015.
- OECD (2013b) The changing landscape of innovation // OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013: Innovation for Growth. Paris: OECD.
- Peine A., Faulkner A., Jaeger B., Moors E. (2015) Science, technology and the 'grand challenge' of ageing — Understanding the socio-material constitution of later life // Technological Forecasting and Social Change. Vol. 93. P. 1–9.
- Popper R. (2008) Foresight methodology // The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice / Ed. L. Georghiou. Cheltenham: Edward Elgar. P. 44–90.
- UN (2012) World Population Prospects: The 2012 Revision 2012. Режим доступа: <http://esa.un.org/wpp/>, дата обращения 04.05.2015.
- WEF, INSEAD (2014) The Global Information Technology Report 2014 / Eds. B. Bilbao-Osorio, S. Dutta, B. Lanvin. Geneva: World Economic Forum, INSEAD. Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalInformationTechnology_Report_2014.pdf, дата обращения 04.05.2015.

Long-term Socioeconomic Challenges for Russia and Demand for New Technology

Alexander Apokin

Head, Global Research Unit. E-mail: aapokin@forecast.ru

Dmitry Belousov

Head, Division for Analysis and Forecasting of Macroeconomic Processes. E-mail: dbelousov@forecast.ru

Vladimir Salnikov

Deputy Director, and Head, Division for Analysis and Forecasting of the Real Sector Development. E-mail: vs@forecast.ru

Center for Macroeconomic Analysis and Short-term Forecasting

Address: 47 Nakhimovsky Ave., 117418 Москва, Russia

Igor Frolov

Head, Laboratory for Analysis and Forecasting of Knowledge-Intensive and High Technology Industries and Markets, Institute for Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences. Address: 47 Nakhimovsky prospect, 117418 Moscow, Russia. E-mail: i.frolov99@gmail.com

Abstract

The primary long-term socio-economic challenges facing Russia – both global and country-specific in nature – drive demand for a range of technologies. We explore several groups of challenges, namely urbanization, demographic, socio-economic, the consequences of ageing, geopolitical, restricted access to key technological competences, climate change and its ecological consequences, as well as technological challenges largely associated with risks in ICT and biotech development, and the emergence of so-called ‘killer technologies’ that induce structural transformation in the economy.

We identify four groups of key factors influencing demand for new technology. First, those factors that strengthening Russia’s role as a provider of key natural

resources for the global economy. Second, of equal importance are those factors that support import substitution of various products of the global market, including electronic components, chemicals, and food products. Third, developing centres of technological competences plays a significant role, especially in export-oriented, manufacturing, and services sectors. These include nuclear energy, software, weapons and military equipment, military aircraft, and energy machinery. Finally, technological advancement would occur by integrating Russia within global technological value chains with external system integrators in pharmaceuticals, machine-building, petroleum products, and some ICT sub-sectors.

Keywords

long-term socioeconomic challenges; demand for technology; technological development; S&T policy

DOI: 10.17323/1995-459X.2015.4.6.17

Citation

Apokin A., Belousov D., Salnikov V., Frolov I. (2015) Long-term Socioeconomic Challenges for Russia and Demand for New Technology. *Foresight and STI Governance*, vol. 9, no 4, pp. 6–17. DOI: 10.17323/1995-459x.2015.4.6.17

References

- Abramova E., Apokin A., Belousov D., Mikhailenko K., Penukhina E., Frolov A. (2013) Budushchee Rossii: makroekonomicheskie stsenarii v global’nom kontekste [Future of Russia: Macroeconomic Scenarios in the Global Context]. *Foresight-Russia*, vol. 7, no 2, pp. 6–25 (in Russian).
- Alemayehu B., Warner K. (2004) The Lifetime Distribution of Health Care Costs. *Health Services Research*, vol. 39, no 3, pp. 627–642.

- Belousov D., Apokin A., Sukhareva I., Frolov A., Pestova A., Mamonov M., Abramova E., Vydumkin P., Galimov D., Mikhailenko K., Penukhina E., Sabelnikova E., Salnikov V., Frolov I. (2012) *Dolgosrochnoe prognozirovanie sotsial'no-ekonomicheskogo i nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossii. Vyp. 1: Metodologiya* [Long-term Forecasting of Russia's Socio-Economic and S&T Development. Issue 1: Methodology], Moscow: MAKSPress (in Russian).
- DHHS (2013) *Paving the Way for Personalized Medicine: FDA's Role in a New Era of Medical Product Development*, Washington, D.C.: U.S. Department of Health and Human Services. Available at: <http://www.fda.gov/downloads/ScienceResearch/SpecialTopics/PersonalizedMedicine/UCM372421.pdf>, accessed 04.05.2015.
- DHHS (2014) *2020: A New Vision – A Future for Regenerative Medicine*, Washington, D.C.: U.S. Department of Health and Human Services. Available at: <http://singularity-2045.org/HHS-regenerative-medicine-2020-vision-archive-2014.html#conclusion>, accessed 04.05.2015.
- Ernst & Young (2014) *Kuda dvizhetsya tekhnologicheskii rynek: perspektivy dlya Rossii* [Where does the technology market moves: Prospects for Russia], Moscow: Ernst & Young, Forum 'Open Innovations'. Available at: http://www.forinnovations.ru/upload/doc/EY_Research_Open_Innovations_RU.pdf, accessed 07.02.2015 (in Russian).
- Gokhberg L.M. (ed.) (2014) *Prognoz nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossii: 2030* [Russia Long-term S&T Foresight 2030], Moscow.: Ministry of Education and Science of the Russian Federation, National Research University — Higher School of Economics (in Russian).
- Gokhberg L.M., Sokolov A.V., Chulok A.A. (2014) Formirovanie perechnya i kharakteristika klyuchevykh global'nykh i natsional'nykh vyzovov i okon vozmozhnostei sotsial'no-ekonomicheskogo, nauchno-tekhnologicheskogo i ekologicheskogo kharaktera na sredne- i dolgosrochnuyu perspektivu v interesakh postroeniya dolgosrochnykh stszenariyev sotsial'no-ekonomicheskogo i nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya rossiiskoi ekonomiki [Preparing the list and description of key global and national challenges and opportunities of socio-economic, S&T and ecological nature in the medium- and long-term perspective in order to build long-term scenarios of socio-economic and S&T development of the Russian economy]. *Stsenarnyi analiz vliyaniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossii na makroekonomicheskuyu situatsiyu v dolgosrochnoi perspektive* [Scenario analysis of the impact of scientific and technological development of Russia on the macroeconomic situation in the long term] (CMASF report, code 2014-02-573-0003), Moscow: Center for Macroeconomic Analysis and Short-term Forecasting (in Russian). Mimeo.
- Granger C. (1980) *Forecasting in Business and Economics*, New York: Academic Press.
- Hydrometeorological Centre of Russia (2014) *Riski i vygody dlya Rossiiskoi Federatsii ot global'nogo izmeneniya klimata* [Risks and Benefits for the Russian Federation from the Global Climate Change]. Available at: <http://meteoinfo.ru/news/1-2009-10-01-09-03-06/10150-24112014----->, accessed 15.02.2015 (in Russian).
- Landeta J. (2006) Current validity of the Delphi method in social sciences. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 73, no 5, pp. 467–482.
- Mendoza E., Quadrini V., Ríos-Rull J.-V. (2009) Financial Integration, Financial Development, and Global Imbalances. *Journal of Political Economy*, vol. 117, no 3, pp. 371–416.
- Molnar A. (2010) *Economic forecasting*, New York: Nova Science Publishers.
- National Intelligence Council (2013) *Global Trends 2030: Alternative Worlds*, Washington, D.C.: Office of the Director of National Intelligence. Available at: http://www.dni.gov/files/documents/GlobalTrends_2030.pdf, accessed 04.05.2015.
- OECD (2013a) *Working Better with Age*. Available at: <http://www.oecd.org/els/emp/ageingandemploymentpolicies.htm>, accessed 04.05.2015.
- OECD (2013b) The changing landscape of innovation. *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013: Innovation for Growth*, Paris: OECD, pp. 50–57. Available at: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9213051e.pdf?expires=1435312403&id=id&accname=guest&checksum=C4C50AA9E33826A4782445494037BF79>, accessed 04.05.2015.
- Peine A., Faulkner A., Jaeger B., Moors E. (2015) Science, technology and the 'grand challenge' of ageing — Understanding the socio-material constitution of later life. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 93, pp. 1–9.
- Popper R. (2008) Foresight methodology. *The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice* (ed. L. Georghiou), Cheltenham: Edward Elgar, pp. 44–90.
- UN (2012) *World Population Prospects: The 2012 Revision 2012*. Available at: <http://esa.un.org/wpp/>, accessed 04.05.2015.
- WEF, INSEAD (2014) *The Global Information Technology Report 2014* (eds. B. Bilbao-Osorio, S. Dutta, B. Lanvin), Geneva: World Economic Forum, INSEAD. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalInformationTechnology_Report_2014.pdf, accessed 04.05.2015.