

Подходы к формированию приоритетов технологического развития России

Алексей Пономарев

Вице-президент по стратегии и связям с индустрией, Сколтех*; профессор, Департамент образовательных программ ИСИЭЗ НИУ ВШЭ**. E-mail: ponomarev@skoltech.ru

Ирина Дежина

Руководитель группы по научной и промышленной политике, Сколтех. E-mail: i.dezhina@skoltech.ru

* Сколтех — Сколковский институт науки и технологий. Адрес: 143026, Московская область, территория Инновационного центра «Сколково», ул. Нобеля, 3.

** ИСИЭЗ НИУ ВШЭ — Институт статистических исследований и экономики знаний Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». Адрес: 101000, Москва, ул. Мясницкая, 9-11.

Аннотация

В статье предложены модель определения научно-технологических приоритетов России и возможные инструменты и направления их коррекции и реализации. В представленном подходе авторы учитывают влияние целевых ориентиров социально-экономического и научно-технологического развития страны на реализуемость различных сценариев. Указан также набор инвариантных по отношению к последним научно-технологических приоритетов.

Внешними для формируемой системы технологических приоритетов факторами выступают мировые экономические, социальные и научно-технологические тренды и их российские проекции. Используемый в статье подход основан на предположении, что новая система приоритетов должна служить реализации эксплицитно сформулированных

долго- и среднесрочных стратегических целей и задач национального развития и способствовать их рациональной коррекции. Для выбора системы целей сделаны допущения о безальтернативных структурных элементах российской экономической политики и выделены две группы ее направлений. Первая охватывает уже институализованные и перспективные направления технологического развития, вторая — направления, рассчитанные на последующую институализацию, которые в настоящее время по объемам и эффективности системы поддержки нельзя однозначно отнести к этой категории.

Логика рассуждений проиллюстрирована пятью примерами мировых трендов и оценок их влияния на экономику России с выделением технологических областей, развитие которых они будут стимулировать.

Ключевые слова: научно-технологические направления; приоритеты; прогноз; глобальные тренды; эффекты для российской экономики; инструменты политики
DOI: 10.17323/1995-459X.2016.1.7.15

Цитирование: Dezhina I., Ponomarev A. (2016) Approaches to the Formulation of Russia's Technological Priorities. *Foresight and STI Governance*, vol. 10, no 1, pp. 7–15. DOI: 10.17323/1995-459X.2016.1.7.15

Вопросы целеполагания, выбора и реализации приоритетных научно-технологических направлений активно обсуждаются в России в течение более чем 20 лет. С момента составления первого перечня таких направлений и соответствующих им критических технологий, утвержденного в 1996 г.¹, система приоритетов высшего федерального уровня модифицировалась незначительно. С одной стороны, это отражает объективную ситуацию, в которой степень значимости сформулированных в самых общих терминах научно-технологических областей не предполагает их быстрого изменения. С другой стороны, технологические приоритеты внутри указанных направлений оказались весьма неопределенными. К числу критических отнесен сегодня столь широкий спектр технологий, что эффективная концентрация ресурсов на отдельных из них оказывается невозможной. В условиях ограниченности финансового и человеческого капитала актуализируется проблема идентификации и структурирования технологических приоритетов. Дополнительным фактором, повышающим важность их рациональной селекции, служат изменившиеся внешнеполитические условия, влияющие на возможности и способы разработки новых технологий.

В статье предпринята попытка описать возможный подход к выбору, обоснованию и поддержке приоритетных направлений технологического развития в России. В его основе лежит предположение о том, что система приоритетов должна быть ориентирована на уже сформулированные стратегические цели и задачи национального развития в долго- и среднесрочной перспективе², а также способствовать их уточнению. С методологической точки зрения к исходным параметрам, которые принимаются во внимание при формировании такой системы, относятся глобальные социально-экономические и научно-технологические тренды и характер их проявления в российских условиях. Формируемые таким способом технологические приоритеты инвариантны по отношению к широкому спектру целевых моделей социально-экономического развития страны.

Структурно статья устроена следующим образом. В начале определяется место нашего подхода в ряду работ по прогнозированию и выбору приоритетных научно-технологических направлений. Затем рассматриваются параметры, лежащие в основе выбора технологических приоритетов. Далее предлагается описание существующих и перспективных групп таких приоритетов применительно к их влиянию на внутрироссийские проекции мировых трендов социально-экономического развития. Результаты анализа образуют основу приведенной возможной классификации российских приоритетов, в которой учтены два параметра — глобальный рыночный потенциал и способ освоения новых технологий (собственные разработки либо заимствование).

В завершающей части исследования обрисовываются возможные инструменты реализации научно-технологических направлений в зависимости от степени их приоритетности и приводятся факторы, которые могут повлиять на эффективность их использования.

Прогнозирование и выбор научно-технологических приоритетов

Проблема идентификации и выбора приоритетных научно-технологических направлений (критических технологий) и связанного с ними «конструирования будущего» (Форсайта) давно изучается многими исследователями, постоянно совершенствующими методы прогнозирования и расширяющими спектр учитываемых факторов. Возникновение вопроса можно датировать 1950-ми гг., когда в корпорации RAND (США) был разработан метод Дельфи для определения приоритетных областей науки и технологий. В последующие два десятилетия прогнозные исследования активно развивались в четырех центрах мира — США, Западной Европе, Японии и СССР, в 1960-е гг. началось совершенствование количественных и качественных методов технологического прогнозирования. В 1970-х гг. в Японии был подготовлен первый национальный научно-технологический Форсайт, основанный на разработанных в США методах и вызвавший волну заимствований и адаптаций прогнозных и форсайтных исследований к специфике отдельных стран.

Одной из первых фундаментальных работ по технологическому Форсайту можно считать исследование британских ученых Бена Мартина (Ben Martin) и Джона Ирвина (John Irvine), опубликованное в 1984 г. [Irvine, Martin, 1984] и впоследствии концептуально усовершенствованное в части интерпретации самого понятия «технологический Форсайт» [Martin, 2010]. Авторами были сформулированы принципы технологического Форсайта, в том числе необходимость увязки перспективных направлений научных исследований с разработкой подходов к выявлению стратегических приоритетов. Иными словами, развитие науки и технологий нельзя рассматривать в отрыве от социально-экономического контекста [Coates et al., 2002].

Важной частью определения технологических приоритетов являются исследования механизмов смены ключевых технологий (технологических укладов). Среди зарубежных специалистов наиболее известны работы Карлоты Перес (Carlota Perez) [Perez, 2002], в нашей стране это направление долгие годы разрабатывают Сергей Глазьев [Глазьев, 1993] и его коллеги [Иванов, 2015]. Научно-технологическое развитие было важным объектом приложения системы социально-экономического прогнозирования, которое развивалось в 1980-х гг. в СССР и за рубежом [Бестужев-Лада, 1982].

¹ Утверждены приказами Правительственной комиссии по научно-технической политике №№ 2727п-П8 и 2728п-П8 от 21.07.1996 г.

² Имеются в виду такие документы, как, например, Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства РФ № 1662-р от 17.11.2008 г.); Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства РФ № 2227-р от 08.12.2011 г.); Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года (утверждена Указом Президента РФ № 537 от 12.05.2009 г.).

Вслед за прогнозами научно-технологического развития отдельных стран появились сравнительные межстрановые прогнозные исследования [Cuhls, Kuwahara, 1994]. Набирают популярность и активно развиваются отраслевые и корпоративные прогнозы (Форсайты). Следует отметить, что прогнозы и Форсайты не одинаково популярны в разных странах. Так, в США они проводятся преимущественно для выявления критических технологий [Wagner, Popper, 2003].

В последние годы многое сделано в области совершенствования отечественных прогнозных исследований и развития Форсайта в России. Были выпущены ряд фундаментальных работ [Гохберг, 2014; Дынкин, 2011; Гапоненко, 2008], в том числе применительно к отдельным секторам [Гохберг, Филиппов, 2014; Гапоненко, 2006]. Несмотря на достигнутые успехи, единого мнения о том, как следует прогнозировать будущее развитие, не сложилось, поскольку не существует консолидированного представления о перспективах экономики. Многие зависит от изначально заданных критериев, которые в свою очередь определяются макрофакторами, частично задаваемыми теми, кто принимает стратегические решения в конкретный момент времени.

Прогнозирование происходит в парадигмах экономических и политических циклов. В разное время возникают новые потребности, и актуализируются те или иные критерии. Так, в настоящее время фактор и цель импортозамещения приобретают в России большую значимость при выборе технологических приоритетов, что нельзя не учитывать в дальнейших итеративных процедурах по их идентификации и выбору.

Методические подходы к выявлению приоритетов

Методы определения научно-технологических приоритетов, как правило, сводятся к последовательности нескольких известных шагов. *Первый* — изучение мировых трендов развития на макроуровне в социально-экономической и внешнеполитической сферах, в области материального производства, распространения и использования информации и др. *Второй* — формулирование стоящих перед страной целей в терминах показателей социально-экономического развития, внешнеполитических и экономических задач. *Третий* — составление сценариев структурной политики и выбор научно-технологических приоритетов как ее части.

Дальнейшие оценки доступных финансовых, кадровых и других видов ресурсов проводятся для каждого из сценариев реализации структурной политики, и на их основе формируются подходы к изменению в секторе исследований и разработок (ИиР). Заметим, что стратегия развития науки, предусматривающая фронтальное продолжение работ, де-факто давно уже не разрабатывается, несмотря на периодически возобновляющиеся дискуссии о необходимости широкой поддержки по крайней мере отечественных фундаментальных исследований [Смирнов, 2013].

Сложившаяся структура ИиР в России свидетельствует о том, что в объемах финансирования домини-

руют традиционные для советской науки области (физика, ряд технических наук), а поддержка медицинских и сельскохозяйственных исследований остается очень скромной [НИУ ВШЭ, 2014, с. 107]. При этом и в технических науках целый ряд современных исследовательских направлений представлены довольно скудно. В частности, в столь динамичной области, как передовые производственные технологии, конкурентоспособность научных заделов и отдельных отечественных компаний невысока, а локальные достижения можно отметить лишь в некоторых сегментах [Дежина и др., 2015, с. 22]. То же справедливо и для фотоники, сравнительно прочные позиции в которой Россия занимает лишь в области изучения лазерных технологий.

Мы полагаем, что более современная система научно-технологических приоритетов требует формирования сценариев, в которых — пусть приблизительно — были бы согласованы точки зрения представителей государства, науки и бизнеса на цели, возможности российской экономики и сектора ИиР. В сценариях должно быть предусмотрено распределение ограниченных ресурсов на технологическое развитие с учетом трех ключевых параметров: избранной системы национальных целей в соответствующих областях; трендов в политической, экономической и социальной сферах в России и мире, которым в целом свойственна высокая степень неопределенности; результатов анализа международного и отечественного опыта научно-технологического развития. Подобные сценарии могут быть построены лишь при некоторых допущениях о динамике внешних по отношению к научно-технологической сфере факторов.

На первом этапе определения приоритетов из них необходимо выделить те, которые остаются инвариантными по отношению к выбору системы целей развития. Второй этап предполагает сравнительные оценки влияния распределения ресурсов на достижение различных групп целей. Третий этап состоит в формировании комплексного варианта распределения ресурсов на технологическое развитие, соответствующего принимаемой всеми акторами системе целей. В рамках данной статьи рассматривается возможный алгоритм первого из названных этапов.

Группы действующих и перспективных технологических приоритетов

На сегодняшний день в России приняты технологические приоритеты, которые условно можно разделить на две группы. Первая — уже институализованные направления технологического развития на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу. В этой группе одним из немногих обеспеченных приемлемым финансированием является сектор обороны и безопасности, который предъявляет артикулированный спрос на развитие отдельных технологических направлений. К этой же группе относятся такие два инвестиционно емких, но имеющих ограниченный коммерческий потенциал направления, как авиакосмическая и атомная отрасли — в значительной мере производные от сферы национальной безопасности.

Еще одна долгосрочная (до 2030 г.) стратегия де-факто — удержание доли нефтяного рынка в условиях противоречивых трендов, обусловленных характером потребления и сбережения энергии и структурой соответствующих рынков. Это означает запрограммированный, но не институционализированный спрос на отечественные ИиР и технологии, который до последнего времени сдерживался обширным предложением решений со стороны международного нефтесервиса.

Наконец, определены внешнеполитические задачи и соответствующие технологические приоритеты, связанные с укреплением позиций России на собственных территориях Дальнего Востока и Арктики.

Вторая группа приоритетов — направления, предлагающие институализацию после 2015 г., намеченные в различных программных документах и обеспеченные определенным финансированием. К ним, в частности, относятся фармацевтика, судостроение и ряд других. Однако по объемам и эффективности поддержки эти приоритеты пока трудно однозначно отнести к числу институализованных.

Изменение внешних условий, в том числе действующие экономические санкции, требует таких структурных перестроек, как:

- принципиальное расширение агросектора и пищевой промышленности до масштабов, удовлетворяющих основную часть внутреннего спроса на продовольствие, включая питьевую воду;
- импортозамещение значительной доли товаров конечного потребительского спроса — от изделий легкой промышленности до материальной базы жилищно-коммунального хозяйства;
- качественное улучшение системы здравоохранения и производных фармацевтической и медицинской отраслей промышленности;
- решение острых экологических проблем в наиболее уязвимых регионах и мегаполисах.

При всем различии перечисленных сфер их развитие предьявляет спрос на новейшие технологии: средства проектирования и производства технологического оборудования и материалов (для замещения части импортного оборудования нового поколения на фазе расширения производства), компактные источники энергии (для решения части экологических проблем, например, на транспорте), ряд критических биотехнологических разработок и др.

Мировые тренды и их российские проекции

Осуществляемые на постоянной основе прогнозные и форсайтные исследования [Гохберг, 2014; Berger, 2013; Дынкин, 2011] позволяют выделить глобальные тренды, оказывающие влияние на научно-технологическое развитие в горизонте до 2030 г. Перечислим наиболее заметные из них:

- 1) регионализация энергетических рынков, расширение применения альтернативных источников энергии, развитие энергосбережения при сохранении

значительной доли углеводородов в мировом энергопотреблении и возможном существенном изменении структуры поставляемого на рынок углеводородного топлива;

- 2) регионализация материального производства и реиндустриализация развитых стран;
- 3) изменение демографической структуры развитых стран, старение населения;
- 4) растущее материальное и интеллектуальное расслоение, формирование новых устойчивых социальных страт;
- 5) новый этап дигитализации социальной и экономической сфер.

Применительно к технологическому развитию отмеченные тренды требуют поддержания оптимальных экологических условий (в том числе, с точки зрения вирусологии), обеспечения продовольствием, сбалансированного состава, численности и территориального распределения населения (включая соображения целесообразности занятости), локализации и кастомизации производства. Российские проекции каждого из указанных трендов имеют свою специфику.

Энергетика

В данной сфере прогнозируются сжатие рынков сбыта углеводородов в горизонте 2015–2018 гг., предельная волатильность цен на нефть, сокращение цен на газ и общее снижение маржинальности торговли энергоресурсами. С макроэкономической точки зрения это будет способствовать поддержанию относительно низкого курса рубля. В силу исчерпания в России доступных месторождений и углубления зависимости от импортных технологий и оборудования по добыче происходит существенное снижение валютной выручки.

Как следствие, в российской нефтедобыче формируется долгосрочный — как минимум до 2030 г. — спрос на технологии и оборудование для добычи нефти на сложных месторождениях. С учетом нестабильности цен и критического значения разумной маржинальности добычи для бюджета это должны быть технологии следующего поколения, обеспечивающие необходимый уровень рентабельности. Санкции затрудняют доступ к зарубежным технологиям подобного типа, а падение курса рубля подрывает экономическую эффективность отрасли. В результате можно ожидать возникновения спроса на отечественные технологии добычи на новых типах месторождений, освоение которых требует преимущественно прикладных исследований в специальных дисциплинах (геофизике, геохимии, гидродинамике, физике горения и т. п.), разработки улучшающих технологий в материаловедении и машиностроении.

По оценкам экспертов, тренд на регионализацию энергетических рынков повлечет за собой спрос на новые технологии в странах Юго-Восточной Азии, в том числе в Китае. При достижении Россией определенных успехов в соответствующих исследованиях и технологиях их можно попытаться использовать в конкуренции с глобальными нефтесервисными компаниями на этих

рынках. Дополнительным благоприятным фактором служит растущая независимость китайской экономики от США. Таким образом, в среднесрочной перспективе возможно формирование программы развития отраслей нефтесервиса и машиностроения для нефтедобычи, включая скоординированные исследования (2015–2020 гг.), включая дальнейшее развитие соответствующих направлений в 2020–2030 гг.

Аналогичная программа в сфере углеводородных запасов возможна в случае, если будет подтвержден спрос на новые технологии со стороны отечественных добывающих и нефтесервисных компаний и сформулирован заказ не только для научных организаций (разведка и добыча), но и для машиностроительных предприятий (создание оборудования). Наконец, важен и спрос на ИиР технологий, оборудования и материалов. Поскольку отечественных разработок в этой области мало, их дальнейшее развитие требует активного заимствования мирового опыта, особенно в период 2015–2020 гг., и развертывания соответствующих машиностроительных проектов в 2017–2025 гг.

Регионализация производства и реиндустриализация

Развитые индустриальные страны разворачивают программы сохранения или наращивания существующих объемов материального производства. Этот процесс противоположен нараставшей с конца 1980-х гг. тенденции к переносу производства в страны с дешевой рабочей силой [Дежина, Пономарев, 2014] и к «обедняющему росту» целых регионов развитых стран. Внешними факторами, обуславливающими данный тренд, являются:

- облегчение диффузии технологий в новом цифровом пространстве и сложность монополизации интеллектуальной ренты от их использования (США, Европа);
- курс на политическую и экономическую автономию от прежних центров силы (Китай);
- расширение роли малых и средних предприятий как драйверов технологического прогресса в цепочке создания добавленной стоимости.

Научно-технологическим основанием этой тенденции служит наметившееся ускорение развития главных элементов современных производственных технологий, использующих не только «улучшающие», но и прорывные разработки, которые базируются на динамичных исследованиях по моделированию, оптимизации, анализу больших данных, нанотехнологий и материаловедения.

Ключевой аспект социального и политического спроса на новые производственные технологии в России и мире связан с возможностью их децентрализованного усовершенствования вне гипериндустриализованных регионов, что облегчает решение проблем занятости и улучшения локальных экономик. Особую актуальность этой тенденции в нашей стране придает низкий уровень мобильности, обусловленный как экономической, так и культурной спецификой. Переход на технологии эффективной кастомизации изделий порождает спрос

не только на прикладные исследования, но и на широкий спектр фундаментальных ИиР по созданию новых материалов и совершенствованию моделей инженерных расчетов. Передовые производственные технологии отвечают на самый широкий спектр вызовов — от расслоения общества до дигитализации социальной и экономической сфер.

В российской экономике спрос на ИиР в области новых производственных технологий генерирует в первую очередь машиностроение, в том числе ориентированное на производство оборудования для сырьевых отраслей. Однако соответствующие технологические приоритеты можно сформулировать лишь путем некоторой универсализации требований со стороны широкого круга крупных заказчиков, включая нефтегазовый сектор, космическую и атомную отрасли, а также региональную и местную промышленность, опирающуюся на средний и малый бизнес.

Реализация приоритетов может осуществляться через систему проектов, в рамках которых формируются:

- среднесрочный спрос (стартовый заказ) со стороны машиностроения для нефтегазовой отрасли (и энергомашиностроения в целом), авиакосмической и атомной промышленности;
- предложение (готовность обеспечить разработку и производство) преимущественно со стороны средних компаний и консорциумов потенциальных производителей оборудования и широкого круга малых и средних производителей материалов.

Учитывая несопоставимость объемов корпоративных и государственных инвестиций в передовые производственные технологии со стороны развитых стран и возможностей отечественной экономики, занятие своей ниши следует поддержать рядом специфичных для России мер. В первую очередь это стимулирование глубокой «неконкурсной» долгосрочной кооперации потенциальных производителей и компаний — «стартовых заказчиков». Такая кооперация может происходить в рамках вертикальных консорциумов крупных игроков, которые являются конечными потребителями новых технологий, потенциальными разработчиками и производителями технологий и материалов, а также исследовательскими структурами. Заметную роль может сыграть и поддержка кооперации компаний — «стартовых заказчиков» для выработки наиболее оптимальных универсальных технологических требований к продуктам потенциальных поставщиков технологий, оборудования и материалов. Это позволит сформировать относительно объемный начальный портфель заказов и сконцентрировать небольшие исходные ресурсы на создании новых продуктов.

Конкретной формой кооперации может служить, например, согласование требований компаний космической, атомной и машиностроительной отраслей к новым отечественным блокам CAD, CAE и CAM. Наконец, не стоит пренебрегать и таким подходом, как реинжиниринг, предполагающий максимальное использование легального (лицензионного) копирования и заимствования технологий с их дальнейшей локализацией

и переработкой. Этот подход требует концентрации различных типов ресурсов в многопрофильных центрах с высоким научным потенциалом, готовых и мотивированных к существенной среднесрочной коррекции профиля.

Демографические изменения

Изменение численности и структуры населения России проявляется в некотором росте продолжительности активной жизни населения и поздним выходом части молодых людей на рынок труда. Рост рождаемости в последнее десятилетие предопределяет динамику трудовых ресурсов в стране в перспективе до 2030 г. Отрасли экономики, предъявляющие спрос на низкоквалифицированных работников, до недавнего времени абсорбировали преимущественно мигрантов с последующей их частичной натурализацией. Трудно в ближнесрочной перспективе предсказать развитие таких трендов, как трансформация структуры занятости и мотиваций, приток и отток мигрантов, уровень жизни населения и распределение рабочей силы, формальная и скрытая безработица, динамика спроса и предложения трудовых ресурсов в регионах, структурные диспропорции в подготовке кадров.

Вместе с тем очевиден тренд общего старения населения, который усиливает спрос на занятость, соответствующую возрастным особенностям, а также на специфические товары и услуги. Особые требования предъявляются к системе здравоохранения в вопросе поддержания активности пожилых людей. Современные биомедицинские исследования, поглощающие на порядок больше инвестиций, чем те, которыми располагает российский сектор ИиР, не позволяют рассчитывать на появление в среднесрочном горизонте конкурентоспособных отечественных методик и препаратов. В этой временной перспективе российское здравоохранение нуждается скорее в заимствовании новейших методов и решений, чем в локальном прорыве. Передовые биомедицинские исследования в мире ведутся сегодня в области нейротехнологий и генетики. Они отражены в крупнейших зарубежных проектах последних лет, финансируемых из гражданских и военных источников. В России, однако, на ключевые для преодоления демографических и миграционных проблем области выделяются весьма скромные средства.

Рассматриваемый тренд стимулирует развитие ряда отраслей, в которых Россия располагает определенными стартовыми позициями. К ним относятся:

- цифровые технологии, расширяющие виртуальное общение и выполняющие широкий спектр сервисных функций для лиц с ограниченными физическими возможностями;
- перспективные производственные технологии, востребующие частичную и удаленную работу;
- биомедицинские технологии в интересах здравоохранения;
- агротехнологии, значение которых возрастает по мере изменения структуры занятости в России

и повышения требований к качеству продовольствия.

Итак, демографический тренд порождает спрос прежде всего на определенные виды биомедицинских, перспективных производственных и цифровых технологий высокой интеллектуальности.

Расслоение населения и новая стратификация

Российская проекция данного тренда выражается в росте монополизации экономики, ухудшении условий ведения малого и среднего бизнеса, углублении разрыва в оплате труда работников высшего и низшего звеньев в крупных компаниях. Усиливается внутривнутриотраслевая дифференциация, а перспективы развития экономики значительной части регионов остаются туманными.

Ответ на эти вызовы может дать импульс цифровой отрасли, в том числе за счет формирования условий для заработка в цифровых сетях. Развитие цифровых технологий ведет к возникновению элементной базы нового поколения, включая оптоэлектронику и квантовые способы обработки информации. Одновременно усиливается спрос на перспективные производственные технологии как один из механизмов компенсации региональных диспропорций, способствующий распределенной занятости и созданию рабочих мест с низким инвестиционным барьером.

Дигитализация общества и экономики

Указанный тренд широко обсуждается в международной и российской профессиональной среде и во многих общественных организациях. Подготовлена целая серия прогнозов в этой сфере [National Research Council, 1998; Lane, Kalil, 2005; National Photonics Initiative, 2013] с особым акцентом на фотонике и новых производственных технологиях.

Россия в целом повторяет глобальную траекторию тренда, но с некоторой спецификой. Последняя связана прежде всего с незначительными объемами рынка и скромными компетенциями в сфере элементной базы и устройств, отсутствием крупных программных разработок. Профессиональное сообщество признает продуктивность концентрации усилий на отдельных мейнстримных направлениях в этой области для создания глобально конкурентоспособных и совместимых модулей и элементов. Все это стимулирует ИиР в области самообучающихся систем (искусственного интеллекта нового поколения), элементной базы (в частности, оптоэлектронных средств и устройств на основе новых квантовых материалов), анализа данных и развития виртуальных сред.

Формирование отечественной системы технологических приоритетов

Определение технологий, развитие которых может быть оправдано с точки зрения целей и задач национальной структурной политики и российских проекций гло-

бальных социально-экономических трендов, следует начать с рассмотрения действующих систем технологических приоритетов. Мировой опыт идентификации приоритетных научно-технологических направлений показывает их сходство во многих странах, в том числе с разным уровнем индустриального развития. Как правило, в число приоритетов входят:

- биотехнологии;
- новое поколение информационных технологий;
- энергетические технологии и энергосбережение;
- новые материалы.

Для России этот традиционный перечень предлагается ограничить отдельными нишами в рамках мейнстримных в глобальном масштабе приоритетов, в которых возможен выход на международный уровень и мировую конкурентоспособность и где наблюдается существенное отставание исследовательской базы на фоне роста спроса со стороны ряда критических для национальных целей секторов. Выделенные подобным образом приоритеты декомпозируются до технологических направлений следующих типов:

- имеющие потенциал для самостоятельного развития (ограниченное число направлений);
- существующие в режиме «заимствования и развития»;
- вспомогательные для развития различных секторов российской экономики, которые зависят от поиска, локализации и, где необходимо, адаптации зарубежных технологий.

Проанализированные технологии, вписанные в мировой контекст, мы предлагаем классифицировать по двум параметрам: уровню (имеющие глобальный рыночный потенциал либо пользующиеся спросом, но технологически отсталые направления) и способам развития (собственные или заимствуемые разработки). Возможная структура технологических приоритетов приведена в табл. 1. К потенциально конкурентоспособным на глобальных рынках можно отнести перспективные производственные, информационные, коммуникационные и биотехнологии. Ко второй группе приоритетных технологий, спрос на которые предъявляют соответствующие сектора даже при существенном их отставании, относятся энергетические и агротехнологии. В обеих группах присутствует фактор «новых материалов», которые трудно рассматривать отдельно ввиду многообразия тематик. Более рациональной представляется привязка материаловедческих работ к другим направлениям в рассматриваемой структуре.

Инструменты и возможности реализации новых российских приоритетов

К настоящему времени в России и мире накоплен богатый инструментарий реализации приоритетных научно-технологических направлений. Для идентификации наиболее эффективных инструментов предлагается выделить научно-технологические приоритеты, гармонизированные со структурными для развития экономики,

и те пока еще не признанные прорывными направления, в которых важно сохранить технологическую восприимчивость и обеспечить определенный уровень компетентности. В последнем случае ресурсы необходимо инвестировать в развитие компетенций, которые в горизонте 10–15 лет могут оказаться востребованными при определении новых технологических направлений либо структурных приоритетов.

Наиболее действенными в случае научно-технологических приоритетов, гармонизированных со структурно-экономическими, представляются инструменты поддержки компаний, которые выстраивают эффективную долгосрочную кооперацию (консорциумы) для реализации значимых программ общероссийского масштаба. В рамках таких инициатив могут быть приняты следующие практические меры:

- сформирован стартовый заказ со стороны ключевых российских компаний на глобально конкурентоспособные технологии нового поколения;
- для разработки таких технологий созданы консорциумы на частной или частно-государственной основе;
- разработана и осуществлена сфокусированная на указанных разработках скоординированная программа исследований.

Основными элементами разработки и реализации подобного рода инициатив могли бы стать:

- подготовка детальных аналитических докладов о состоянии и развитии направлений, согласование их с ключевыми компаниями — потенциальными производителями и потребителями, получение экспертизы ведущих мировых специалистов;
- организация научно-технических советов как «коллективных генеральных конструкторов» и подготовка ими скоординированных межведомственных программ ИиР;
- создание консорциумов и согласование между ними и потенциальными заказчиками технических заданий и планов работ;
- формирование стартовых заказов группами системообразующих компаний-потребителей;
- внесение изменений в государственные программы;
- разработка (по мере необходимости) дополнительных механизмов — законодательных, нормативных, административных — стимулирования работ в рамках инициативы.

Обеспечение технологической восприимчивости предполагает иной подход, связанный с анализом мейнстримных для глобального научно-технологического ландшафта направлений с участием международных экспертов, консультациями в российских научных организациях по поводу переориентации смежных работ и формирования новых исследовательских коллективов. За этим следует создание механизмов переориентации последних на новые направления, в том числе инструментов их финансовой адаптации, привлечения зарубежных партнеров, поддержки академической мобильности. Важными элементами обеспечения технологической восприимчивости служат система взаимного информи-

Табл. 1. Вариант типологии технологических приоритетов и способов их развития

| Технология | Собственное развитие | Заемствование и развитие |
|---|--|---|
| Технологии, обеспечивающие глобальные рыночные позиции | | |
| Перспективные производственные технологии | <ul style="list-style-type: none"> Перспективные модули систем проектирования на базе направлений оптимизации и анализа данных для развивающихся отраслей машиностроения (при условии прогресса в унификации требований крупнейших российских компаний-потребителей) Отдельные типы материалов, в первую очередь композиционных и металлических, для перспективных, преимущественно аддитивных технологий производства, для нужд авиакосмической, атомной и оборонной промышленности, с постепенным расширением их номенклатуры в кооперации с драйверами развития других отраслей | <ul style="list-style-type: none"> Оборудование для аддитивных технологий Отдельные модули систем проектирования, особенно дорогостоящие либо связанные с весьма вероятными ограничениями на поставки в Россию |
| Новое поколение информационных и коммуникационных технологий | <ul style="list-style-type: none"> Технологии создания новых квантовых материалов и устройств на их основе в сферах сенсоров для контроля пространства и производственных процессов и нового поколения устройств обработки информации в целях занятия специализированных ниш и получения критических компетенций Фотоэлектронные технологии коммуникаций и обработки данных Технологии анализа данных больших объемов для контроля пространства, технологических процессов, решения социально-экономических задач Отдельные направления имитационного моделирования и развития вычислительных мощностей для этих целей | <ul style="list-style-type: none"> «Беспилотные» («безлюдные») алгоритмы для транспортных средств и производства Системы диагностики Широкий класс задач моделирования и развития вычислительных мощностей |
| Биотехнологии, включая нейро- и когнитивные технологии | <ul style="list-style-type: none"> Технологии анализа данных, в первую очередь для геномных (постгеномных) исследований и нейротехнологий; отдельные технологии диагностики Отдельные направления нейротехнологий Технологии вирусологии | <ul style="list-style-type: none"> Широкий класс технологий клеточной терапии Диагностика Отдельные направления нейротехнологий и когнитивных технологий |
| Технологии, пользующиеся внутренним спросом при серьезном технологическом отставании | | |
| Энергетические технологии | <ul style="list-style-type: none"> Разработка и оптимизация технологий добычи нетрадиционных запасов углеводородов в привязке к особенностям российских месторождений (моделирование процессов в сложных породах, технологии геологоразведки) Технологии оптимизации потребления в энергосетях | <ul style="list-style-type: none"> Разработка отдельных технологий и устройств аккумуляции энергии Отдельные технологии нефтедобычи (физико-химические технологии повышения коэффициента извлечения нефти и др.) |
| Агротехнологии | <ul style="list-style-type: none"> Использование достижений биомедицинских технологий и фармацевтики в агросекторе | <ul style="list-style-type: none"> Широкий круг технологий повышения продуктивности, преимущественно «зелеными» методами Освоение новых направлений (аквакультуры, новых методов в животноводстве, переработке и хранении) Комплекс технологий по обеспечению населения чистой водой |
| <i>Источник: составлено авторами.</i> | | |

рования с промышленностью и стимулирование малого инновационного предпринимательства.

Наконец, следует принимать во внимание и человеческий фактор. Независимо от типа приоритетов, для их реализации предстоит преодолеть низкую мотивации руководителей компаний всех форм собственности, органов власти и значительного числа научных и технологических организаций к ответственному перспективному планированию в профильных областях. Управленческая и технологическая стагнация во многих промышленных компаниях, усиление запретительного регулирования в науке и других сферах, снижение уровня жизни лишают работу в стране привлекательности для продвинутых и энергичных исследователей и раз-

работчиков, ослабляют мотивации к сотрудничеству у части зарубежных партнеров. В то же время потенциал развития сектора ИиР далеко не исчерпан. В него приходят молодые люди, сохраняются и в ряде случаев расширяются взаимовыгодные научные контакты с организациями в нишах, важных для приобретения, поддержания и развития недостающих компетенций.

Краткосрочная задача состоит в концентрации критической массы квалифицированных и энергичных специалистов и запуске реализации большинства упомянутых приоритетов, обеспечении их институционализации, формулирования адекватных вызовам правил игры (долгосрочность программ и проектов, рациональное финансирование, нормативы, регулиро-

вание, доступ к инфраструктуре и т. п.). Сложный, но необходимый аспект состоит в выявлении для отдельных проектов достаточно харизматичных лидеров и наделении их соответствующими ресурсами и полномочиями. Целесообразно также принятие административных решений для старта долгосрочных партнерских технологических программ в крупных, в том числе государственных, компаниях. Сокращающееся бюджетное финансирование требует, безусловно, чувствительных «перераспределительных» решений по всей сфере ИиР, вмешательства в инвестиционные программы государственных компаний, серьезной корректировки принципов и нормативной базы закупки технологий.

Заключение

Представленные в статье методические подходы позволяют выделить технологические приоритеты, развитие которых актуально с точки зрения вызовов в таких областях, как энергетика и энергопотребление, территориальное распределение материального производства, демографическая структура и старение населения, материальное и интеллектуальное расслоение, дигитализация социальной и экономической сфер. Рассмотренные технологические приоритеты при этом

инвариантны к возможным моделям социально-экономического устройства страны.

В число технологических приоритетов, предлагающих ответы на указанные вызовы, на наш взгляд, входят новое поколение информационных и коммуникационных технологий, перспективные производственные, био-, нейро-, когнитивные, энергетические и агротехнологии. Каждая из этих сфер разделяется на более узкие области, которые можно развивать, опираясь на собственные разработки либо за счет заимствований.

Набор инструментов реализуемой политики зависит от того, является ли выявленная область институциональным приоритетом или направлением, которое требует поддержки для сохранения технологической восприимчивости. К категории мер особой значимости, по нашему мнению, следует отнести не только финансовые, организационные и нормативно-правовые, но и более тонкие инструменты, обеспечивающие мотивацию различных акторов к разработке и использованию отечественных технологий.

Приведенные допущения, подходы и оценки не претендуют на завершенность. В данной работе представлен модельный и, хочется думать, правдоподобный подход к идентификации технологических приоритетов, возможных механизмов их коррекции и реализации.

Библиография

- Бестужев-Лада И.В. (1982) Рабочая книга по прогнозированию. М.: Мысль.
- Гапоненко Н.В. (2008) Форсайт: теория, методология, опыт. М.: ЮНИТИ-ДАНА.
- Гапоненко Н.В. (ред.) (2006) Нанотехнологии: Форсайт. М.: Современная экономика и право.
- Глазев С.Ю. (1993) Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: Владар.
- Гохберг Л.М. (ред.) (2014) Прогноз научно-технологического развития России. М.: Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».
- Гохберг Л.М., Филиппов С.П. (ред.) (2014) Прогноз научно-технологического развития России: 2030. Энергоэффективность и энергосбережение. М.: Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».
- Дежина И., Пономарев А. (2014) Перспективные производственные технологии: новые акценты в развитии промышленности // Форсайт. Т. 8. № 2. С. 16–29.
- Дежина И., Пономарев А., Фролов А. (2015) Перспективные производственные технологии в России: контуры новой политики // Форсайт. Т. 9. № 1. С. 20–31.
- Дынкин А.А. (ред.) (2011) Стратегический глобальный прогноз 2030. Расширенный вариант. М.: Магистр.
- Иванов В.В. (2015) Инновационная парадигма XXI. М.: Наука.
- НИУ ВШЭ (2014) Индикаторы науки: 2014. Статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ.
- Смирнов С. (2013) Какая наука нам нужна: мнение академиков // Наука и жизнь, 09.04.2013. Режим доступа: <http://www.nkj.ru/news/21988/>, дата обращения 24.06.2015.
- Berger S. (2013) Making in America. From innovation to market. Cambridge, MA: MIT Press.
- Coates V., Farooque M., Klavans R., Lapid K., Linstone H.A., Pistorius C., Porter A.L. (2002) On the Future of Technological Forecasting // Technological Forecasting and Social Change. Vol. 67. № 1. P. 1–17.
- Cuhls K., Kuwahara T. (1994) Outlook for Japanese and German Future Technology: Comparing Technology Forecast Surveys. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Irvine J.M., Martin B.R. (1984) Foresight in Science: Picking the Winners. London: Pinter.
- Lane N., Kalil T. (2005) The National Nanotechnology Initiative: Present at the Creation // Issues in Science and Technology. Summer 2005. P. 49–55.
- Martin B.R. (2010) The Origins of the Concept of “Foresight” in Science and Technology: An Insider’s Perspective // Technological Forecasting and Social Change. Vol. 77. № 9. P. 1438–1447.
- National Photonics Initiative (2013) Lighting the Path to a Competitive Secure Future. Режим доступа: http://spie.org/Documents/AboutSPIE/NPI_Launch_Slides_23_May_2013.pdf, дата обращения 24.06.2014.
- National Research Council (1998) Harnessing Light: Optical Science and Engineering for the 21st Century. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Perez C. (2002) Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. London: Edward Elgar.
- Wagner C., Popper S. (2003) Identifying critical technologies in the United States: A review of the federal effort // Journal of Forecasting. № 22 (2/3). P. 113–128.