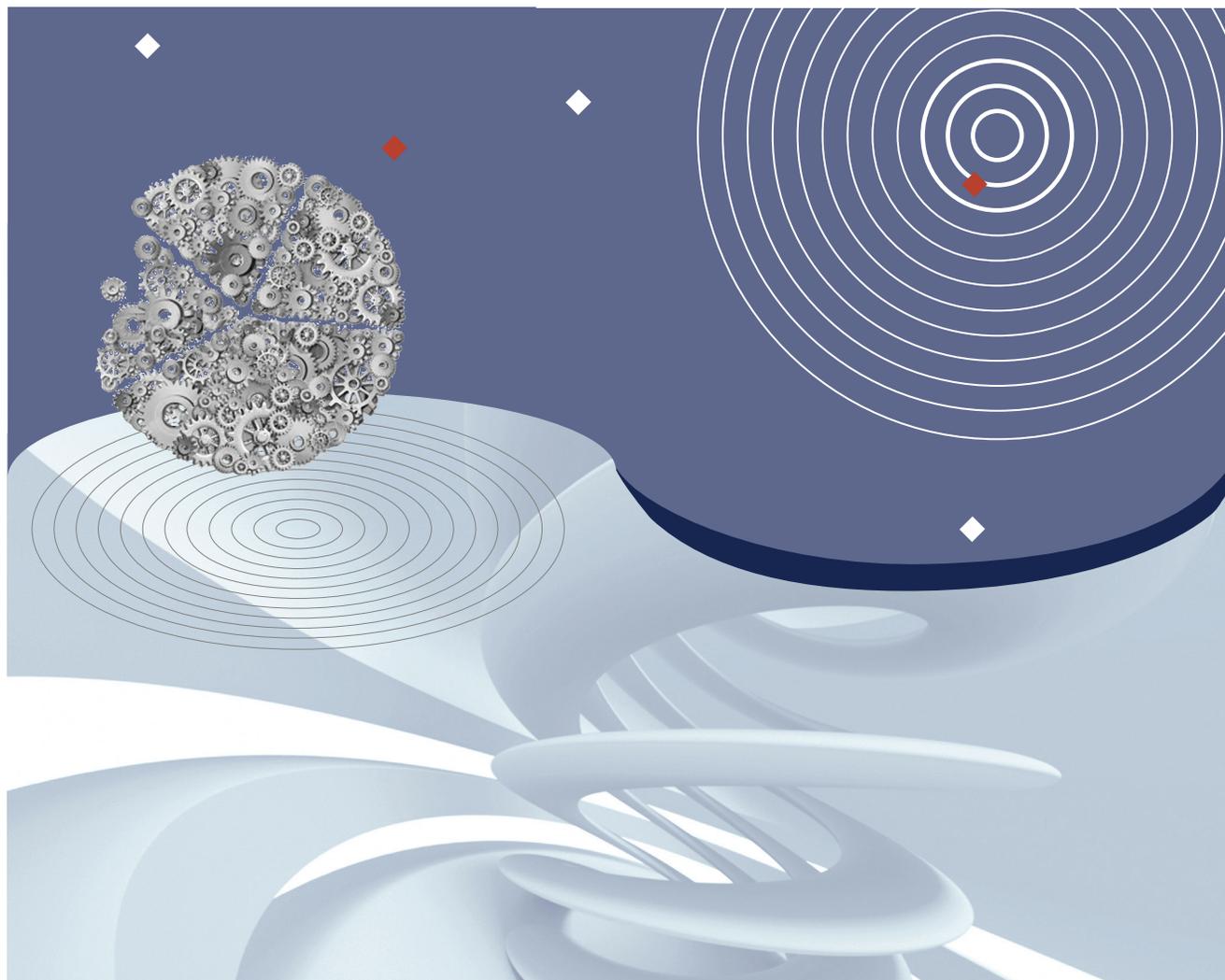


Перспективные производственные технологии в России: контуры новой политики*

Ирина Дежина, Алексей Пономарев, Александр Фролов



Статья продолжает тему развития перспективных производственных технологий, поднятую авторами в журнале «Форсайт» в 2014 г. [Дежина, Пономарев, 2014]. Во второй части исследования анализируется состояние перспективных производственных технологий в России с учетом достижений науки и готовности промышленности к их использованию. Для оценки уровня развития науки и технологий были использованы наукометрические методы, патентный анализ и экспертные мнения о состоянии рынков, связанных с перспективными производственными технологиями.

Ирина Дежина — руководитель группы по научной и промышленной политике. E-mail: i.dezhina@skoltech.ru

Алексей Пономарев — вице-президент по государственным программам и взаимодействию с промышленностью. E-mail: ponomarev@skoltech.ru

Александр Фролов — аналитик по промышленной политике. E-mail: a.frolov@skoltech.ru

Сколковский институт науки и технологий
Адрес: 143025, Московская область, Одинцовский район,
Сколково, ул. Новая, 100

Ключевые слова

перспективные производственные технологии; государственная научно-техническая и инновационная политика; библиометрический анализ; патентный анализ; спрос; проектные консорциумы

DOI: 10.17323/1995-459X.2015.1.20.31

Цитирование: Dezhina I., Ponomarev A., Frolov A. (2015) Advanced Manufacturing Technologies in Russia: Outlines of a New Policy. *Foresight-Russia*, vol. 9, no 1, pp. 20–31. DOI: 10.17323/1995-459x.2015.1.20.31

* Статья подготовлена на основе научно-исследовательской работы, выполненной при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (уникальный идентификатор научно-исследовательской работы RFMEFI57114X0001).

Проблематике перспективных производственных технологий (ППТ) уделяют заметное внимание во многих странах, а в 2013 г. к ней обратилось и российское правительство. Такой интерес объясняется не столько «модой», сколько реальными потребностями экономики.

Перспективные производственные технологии (*advanced manufacturing technologies*) — сравнительно новый приоритет государственной инновационной политики даже для развитых стран. В России, где эта тема давно изучается и теоретически, и статистически [НИУ ВШЭ, 2014b, с. 398], в последние два года она приобрела новое звучание и содержательное наполнение. Основной массив материалов по проблематике ППТ, обеспечивающих массовую кастомизацию, составляют аналитические доклады консалтинговых компаний, а не академические исследования. Среди них — Центр стратегических разработок «Северо-Запад» (ЦСР «Северо-Запад») и Strategy Partners Group (SPG). В работах первого исследуются масштабные долгосрочные изменения в российской промышленности, вызванные развитием ППТ. Проведенный ЦСР «Северо-Запад» Форсайт позволил спрогнозировать три последовательные технологические революции, которые произойдут в России в ближайшие десятилетия [Княгинин, 2011]:

- 2013–2020 гг.: массовый переход к современным системам проектирования и управления жизненным циклом — «модульная революция»;
- 2013–2020 гг.: введение автоматизированного проектирования функций и свойств материалов;
- 2020–2035 гг.: развитие интеллектуальных сред нового поколения.

В свою очередь Strategy Partners Group сосредоточена на анализе влияния ППТ на производственные цепочки [Идрисов, 2011; Идрисов, Григорьев, 2012]. В частности, речь идет о неоптимальной организационной структуре машиностроения как барьере на пути развития отрасли. Отмечается, что ППТ способствуют децентрализации и росту инновационного потенциала малых и средних предприятий, а значит, ослабляют конкурентоспособность отечественных машиностроительных компаний, для которых характерен высокий уровень вертикальной интеграции.

В качестве отдельного направления выступают работы, посвященные различным сегментам ППТ в России, в том числе новым материалам [Лабыкин, 2014a], 3D-принтерам [Лабыкин, 2014b], робототехнике [Ефимов, 2014], лазерному оборудованию [Сапрыкин, 2014]. В них представлены отдельные параметры рынков (объем, доля отечественных производителей) и позиции ключевых игроков отрасли.

Изучению инновационного поведения компаний и влияния различных механизмов стимулирования инноваций (без специального

фокуса на ППТ) посвящены публикации Юрия Симачева, Ксении Гончар и Андрея Яковлева. На постоянно обновляемом эмпирическом материале ими были проведены оценки динамики и особенностей инновационного процесса в компаниях обрабатывающей промышленности [Гончар, 2009; Голикова и др., 2012; Yakovlev, 2014], проанализирована эффективность различных инструментов государственной инновационной политики [Иванов и др., 2012; Дежина, Симачев, 2013], затронуты и более общие вопросы реализации промышленной политики с учетом влияния различных групп интересов [Симачев и др., 2014]. Авторы упомянутых исследований констатируют отсутствие благоприятных условий для проведения промышленной политики в России и оправданность точечных инициатив по поиску наиболее эффективных инструментов регулирования.

Особое место в исследованиях государственной инновационной политики, состояния спроса и предложения в сфере технологий, ключевых технологических трендов в России и мире занимают работы Института статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ [Гохберг и др., 2011; НИУ ВШЭ, 2014a]. Усилия его сотрудников направлены преимущественно на выявление и разработку мер поддержки приоритетных направлений науки и технологий. Поскольку до недавнего времени ППТ не входили в число технологических приоритетов, в исследованиях ИСИЭЗ они затрагивались лишь косвенно. Вместе с тем Институт публикует большой массив эмпирических данных, в том числе касающихся обрабатывающей промышленности и влияния на нее различных инструментов государственного регулирования [Гохберг и др., 2014]. Таким образом, несмотря на относительную новизну этой проблематики для России, смежные с ППТ темы, связанные с развитием обрабатывающей промышленности, а также с государственной инновационной политикой, изучены достаточно хорошо.

Наше исследование продолжает ранее поднятую авторами тему [Дежина, Пономарев, 2014]. И если в первой статье было дано определение ППТ и представлен обзор зарубежного опыта поддержки сектора, то в данной публикации предпринята попытка операционализировать понятие и уточнить сегментацию ППТ (табл. 1). В фокусе статьи — уровень спроса и предложения ППТ, а также политические меры поддержки передового производства в России. В качестве базового мы используем следующее определение:

Перспективные производственные технологии — это комплекс процессов проектирования и изготовления на современном технологическом уровне кастомизированных (индивидуализированных) материальных объектов (товаров) различной сложности, стоимость которых сопоставима со стоимостью товаров массового производства.

Табл. 1. Основные сегменты и примеры перспективных производственных технологий

| Сегменты ППТ | | Традиционные техника и технологии (примеры) | Новые техника и технологии (примеры) |
|--|---|--|---|
| ИКТ-системы, обеспечивающие поддержку жизненного цикла продукции | Многомерное моделирование сложных изделий | CAD/CAE/CAM, PDM | CAx для аддитивных технологий, облачные технологии, M2M |
| | Интеллектуальные системы управления производством | | |
| Оборудование и технологии для формообразования изделий | | Станкостроение, оборудование для обработки пластмасс и др. | Аддитивное производство, лазерная обработка |
| Оборудование и технологии для автоматизации производственных процессов | | Реле, переключатели, сенсоры, силовая электроника | Промышленная робототехника, сенсорные системы |
| Передовые материалы, используемые для новых производственных процессов | | Металлы, пластик | Композитные материалы, металлы, керамика и др. |

Источник: составлено авторами.

Наука как драйвер развития перспективных производственных технологий

Для оценки масштаба исследований и разработок (ИиР), реализуемых в сфере ППТ в России, был проведен анализ публикационной активности на основе международной базы данных Web of Science (WoS) и Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Извлеченные из них библиометрические показатели использовались для обобщения данных по ИиР различного типа — как доступных международному научному сообществу, так и ориентированных преимущественно на российскую профессиональную аудиторию. Хронологически почерпнутые из WoS данные ограничены сроком с января 2000 г. по сентябрь 2014 г., когда, по общему мнению, произошел всплеск интереса к ППТ за рубежом, а для РИНЦ — с 1991 г. по сентябрь 2014 г. Степень готовности результатов ИиР к коммерциализации оценивались на основании данных компании Questel — Orbit за 20 лет — с сентября 1994 г. по сентябрь 2014 г.¹

Анализ подтвердил высокую динамику развития всех направлений ППТ в ведущих промышленных странах и сохранение на протяжении последнего десятилетия высокой исследовательской и инженерной активности. Многие технологические направления вышли за рамки университетских лабораторий, получив новый импульс в научных подразделениях крупных промышленных компаний. Подтверждением этого служит тот факт, что в топ-30 патентообладателей по каждому сегменту ППТ входят прежде всего крупные промышленные компании, на долю которых приходится до 50% выданных в мире патентов. Публикационная и патентная активность российских исследовательских центров и компаний на этом фоне выглядит гораздо скромнее. Это свидетельствует о дефиците конкурентоспособных заделов, в краткосрочной перспективе (5–7 лет) способных обеспечить стране лидерство в обозначенных областях промышленного

производства. Максимальные значения показателей публикационной активности отечественных специалистов в WoS зафиксированы по теме «Порошковая металлургия и новые сплавы» (в рамках направления «Новые материалы для ППТ») — лишь чуть более 2% общемирового объема публикаций. Для столь важного, определяющего облик нового производства направления, как использование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) для управления жизненным циклом изделий, эта доля составляет всего 0.07%.

Данные РИНЦ рисуют другую картину. Если наибольшее число публикаций в обеих базах научных публикаций приходится на такие области, как «Композиты» и «Робототехника», то по остальным разделам ситуация принципиально иная (рис. 1 и 2). Третье по числу публикаций в РИНЦ направление — «Легкие сплавы», что может объясняться двойным назначением значительной части технологий этой группы. В области компьютерного дизайна материалов и аддитивного производства, напротив, доля публикаций в мировых журналах выше, чем в российских, что связано с относительной новизной этой сферы и преобладанием фундаментальной стадии ИиР, результаты которых интенсивно оформляются в виде научных статей. Заметим, что если лидерство по библиометрическим показателям в WoS удерживают институты РАН, то данные РИНЦ в этом отношении фиксируют полное превосходство университетов.

В группу технологических драйверов — лидеров по числу патентов и триадных патентных семей — входят шесть стран, в том числе Южная Корея, Германия и Франция, а безусловное лидерство принадлежит США, Японии и Китаю. В России доля полученных резидентами патентов на технические решения в сфере ППТ оказалась критически низкой, особенно по аддитивному производству (0.14%) и компьютерному дизайну для ускоренной разработки новых материалов с заданными свойствами (0.30%). Обращает на

¹ Работа с базами данных осуществлялась коллективом Центра научно-технологической экспертизы РАНХиГС по заказу Сколковского института науки и технологий.

Рис. 1. Число публикаций российских ученых в РИНЦ по видам перспективных производственных технологий за период 1991–2014 гг.



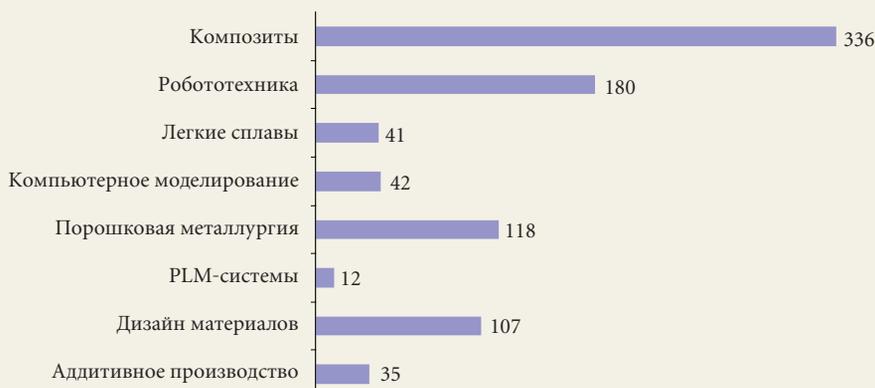
Источник: Центр научно-технологической экспертизы РАНХиГС.

себя внимание непропорционально высокая доля иностранных заявителей в общем объеме зарегистрированных в стране патентов (табл. 2): по широкому спектру ППТ она превышает половину. Так, нерезидентам (главным образом, компаниям) принадлежит 89% патентов на решения в области аддитивных производств. Еще более угрожающее технологическим интересам страны положение складывается в области компьютерного дизайна с использованием теоретических моделей и баз данных, где иностранцам выдано 94% российских патентов. Настораживает не столько низкий удельный вес отечественных публикаций и патентов (который может объясняться низким уровнем интернационализации), сколько отсутствие национальных технологических драйверов среди промышленных компаний с государственным участием. Верхние строчки в российских рейтингах патентообладателей занимают инжиниринговые компании, малые и средние (но не крупные) предприятия, академические научные институты и ведущие университеты.

Итоги наукометрического и патентного анализа по сегментам ППТ не всегда совпадают с экспертными оценками. Причина этого — сравнительно недавно обозначившаяся озабоченность публика-

ционной активностью сотрудников НИИ и вузов. Как следствие — корреляция между качеством ИиР и их представленностью в международных базах данных публикаций остается неполной. РИНЦ фактически продолжает накопление критического объема информации и, несмотря на длительный срок существования, не вышел на уровень устойчивого функционирования. Недостатки этой базы данных остаются предметом постоянных дискуссий в научном сообществе. РИНЦ совершенствуется, но все еще не может рассматриваться в качестве источника достоверной библиометрической информации. Ограничения связаны и с используемой российским индексом методологией анализа данных. Описания предметных областей строились на основании первичных и вторичных ключевых слов и сформулированных экспертами словосочетаний. В конечном счете библиометрические показатели и патентная статистика зависели от того, насколько корректно была очерчена рассматриваемая область. Например, заметное число публикаций по композитам отчасти объясняется включением в список ключевых слов терминов с корнем «нано» — «нанотрубки», «наноматериалы» и т. д., что дает существенный прирост показателей ввиду моды на эту тему

Рис. 2. Число публикаций российских ученых в Web of Science по видам перспективных производственных технологий за период 2000–2014 гг.



Источник: Центр научно-технологической экспертизы РАНХиГС.

Табл. 2. **Показатели развития перспективных производственных технологий в России (на основании наукометрического и патентного анализа по данным Web of Science за период 2000–2014 гг. и Orbit за период 1994–2014 гг.)**

| Наименование технологии | Доля выданных в РФ патентов с российским приоритетом в общемировом массиве Orbit (%) | Доля выданных иностранным заявителям патентов в общем числе патентов РФ (%) | Количество триадных патентов с приоритетом РФ | Страны — технологические лидеры |
|--|--|---|---|---|
| Промышленная и сервисная робототехника | 2.83 | 28.23 | 1 | Япония, США, Китай |
| Порошковая металлургия и новые сплавы | 2.28 | 51.47 | 1 | Япония, Китай, США, Южная Корея, Германия |
| Легкие сплавы для авиационной и автомобильной промышленности | 2.00 | 73.90 | 1 | Япония, США, Германия, Китай |
| Композиты, «иерархические» материалы | 1.87 | 80.61 | 9 | Франция, Германия, США, Япония, Китай |
| Компьютерные технологии для моделирования и производства изделий | 0.81 | 47.88 | 0 | США, Япония, Китай, Южная Корея |
| Информационные технологии для управления производственным циклом | 0.58 | 80.00 | 0 | США, Япония, Китай, Южная Корея |
| Компьютерный дизайн для разработки новых материалов с заданными свойствами | 0.30 | 94.00 | 0 | Китай, США, Япония, Южная Корея |
| Аддитивное производство | 0.14 | 89.31 | 0 | Южная Корея, Япония, США, Китай |

Источник: составлено авторами на основе данных отчета «Наукометрические характеристики развития технологических направлений перспективных производственных технологий (ППТ) в России на фоне глобальных тенденций» (руководитель — Наталия Куракова), подготовленного по заказу Сколковского института науки и технологий.

в последние семь лет, то есть с момента учреждения государством Российской корпорации нанотехнологий (РОСНАНО).

В целом при всех издержках наукометрического анализа в России научные заделы мирового уровня в сфере ППТ можно обнаружить лишь в отдельных ее сегментах.

Готовность российской промышленности к разработке и внедрению перспективных производственных технологий

Комплексному анализу предложения и спроса отечественной промышленности на продукты и решения в области ППТ препятствует отсутствие общедоступной статистики для этого сектора. Последняя фактически подменяется экспертными оценками, которые фрагментируют общую картину. По большинству направлений ППТ на отечественном рынке доминируют иностранные компании. В то же время в некоторых областях российским игрокам удалось закрепиться на внутреннем, а по ряду направлений — и на внешних рынках.

Статистическая картина: смутные очертания

Данные официальной статистики по ППТ предоставляют Росстат, Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД) и различные базы данных по компаниям (например, СПАРК). Данные Росстата доступны только

по станкостроительной отрасли, все остальные являются слишком узкими для номенклатуры центрального статистического ведомства. Более детализированная информация представлена в таможенной статистике (табл. 3).

К сожалению, даже ТН ВЭД не позволяет специфицировать данные по отдельным ППТ (3D-принтеры, углеродные волокна и изделия из них и т. д.), поскольку использует 10-значные коды. Базы данных предприятий (СПАРК) не решают проблемы, так как при формировании выборки компаний оперируют основными видами деятельности, не совпадающими с направлениями ППТ. Не обеспечивает достоверной статистики и простое суммирование выручки ключевых игроков той или иной отрасли, поскольку значительная доля корпоративных доходов может не относиться к исследуемому рынку, а структура выручки в базе данных не фиксируется.

Оценку рынков ППТ за рубежом проводят отраслевые объединения либо консалтинговые компании (Gardner, CIMdata, Wohlers Associates, IFR и др.). В России роль таких институтов в систематическом сборе и обобщении статистики пока минимальна, поэтому для анализа отдельных технологических областей и рынков ведомства заказывают специальные обследования², на результаты которых — во многом оценочные — и приходится полагаться (табл. 4).

Отраженные в табл. 4 данные подтверждают, что большинство отраслей, связанных с разработ-

² См., например, проект по оценке рынка инженерного программного обеспечения в России, реализуемый Центром стратегических разработок «Северо-Запад» по заказу Министерства промышленности и торговли РФ (режим доступа: <http://prom.csr-nw.ru/about>, дата обращения 26.01.2015).

Табл. 3. **Объемы экспорта и импорта по отдельным рынкам, связанным с перспективными производственными технологиями, в 2013 г. (млн долл.)**

| Продуктовые группы | Коды ТН ВЭД | Импорт | Экспорт | Соотношение импорта и экспорта (раз) |
|---|------------------------------------|--------|---------|--------------------------------------|
| Станки (всего) | 8456–8466 | 2839 | 100 | 28 |
| В том числе: | | | | |
| лазерные | 845610 | 83 | 3 | 25 |
| для обработки неметаллических изделий | 8464–8465 | 650 | 5 | 119 |
| части и принадлежности | 8466 | 309 | 28 | 11 |
| Оборудование для обработки резины и пластмасс, печи и камеры, машины для сварки, опоки для литья, литейные машины, металлопрокатные валки и станы | 8454, 8455, 8477, 8480, 8514, 8515 | 2767 | 142 | 20 |
| Приборы для контроля и управления | 9024–9032 | 3383 | 865 | 4 |
| Углеродистые материалы, стекловолокно и изделия из них, эпоксидная смола | 390730, 681510, 7019 | 342 | 147 | 2 |
| Промышленные роботы | 847950 | 41 | 1 | 70 |
| Всего | | 10414 | 1292 | 8 |

Источник: база данных ТН ВЭД.

кой ППТ, находятся в сложной ситуации, которая характеризуется доминированием иностранных компаний. Это касается как традиционных (станкостроение), так и новых производств (3D-принтеры). Российские игроки занимают сильные позиции (близкие к 30%-м долям рынка) только в сфере производства лазеров и инженерного программного обеспечения.

Нишевая конкурентоспособность и «блокирование» спроса: оценки экспертов

Экспертные оценки уровня развития ППТ в российской промышленности в целом соответствуют представленным выше расчетам. Так, наилучшие позиции — у отечественных игроков в сфере разработки инженерного программного обеспечения и новых материалов, которые не только успешно развиваются на внутреннем рынке, но и активно участвуют в международных проектах, поддерживая близкий к мировому технологический уро-

вень производства. К группе компаний — лидеров в области инженерного программного обеспечения можно отнести «АСКОН», DATADVANCE, «Ледас», CompMechlab, «РФЯЦ-ВНИИЭФ», «Фиде-сис». Основные игроки на рынке новых материалов — «Унихимтек», «АпАТЭК», ФГУП «ЦНИИ конструкционных материалов “Прометей”» и др.³

Отечественные предприятия практически не представлены в производстве конечной продукции промышленной робототехники. Несмотря на общее отставание по этому направлению, отдельные компании предлагают конкурентоспособные технические решения («Вист Майнинг Технологджи», «Эйдос Робототехника» и др.). Период становления переживает и производство 3D-принтеров: здесь возникают компании-пропоненты (Picaso-3d, ОАО «Центр технологической компетенции аддитивных технологий», ЦНИИТМАШ и др.).

В вопросе об использовании передовых технологий организации и управления производ-

Табл. 4. **Объемы рынков, связанных с производством продукции в сфере перспективных производственных технологий, в России и доли отечественных компаний на них в 2012 г.***

| Рынок | Объем рынка (млн долл.) | Доля отечественных компаний (%)* |
|---|-------------------------|----------------------------------|
| Станкостроение (металлообработка) | 1712** | 5 |
| в том числе лазеры | 332** | 26 |
| Инженерное программное обеспечение (mCAD, mCAM, mCAE, cPDM и т. п.) | 205 | 30 |
| 3D-принтеры | <3 | <5 |
| Промышленная робототехника | 40 | <5 |
| Композитные материалы | <350 | 20 |

* Оценочные данные.

** 2013 г.

Источники: составлено авторами на основе [Воронина, 2012; Creon Energy, 2014; Коцар, 2013; Ласкина, 2014; Российское технологическое агентство, 2014; Сапрыкин, 2014; Gardner Research, 2014; IDC, 2013; Wohlers Associates, 2013].

³ Экспертные оценки были получены в ходе подготовки публичного аналитического доклада Сколковского института науки и технологий по направлению научно-технологического развития «Новые производственные технологии» по заказу Министерства образования и науки РФ (ноябрь 2014 г.). Всего были опрошены 69 экспертов, представлявших различные направления ППТ (ИКТ, передовые материалы, робототехника, аддитивное производство), компании — потенциальных заказчиков технологий, институты развития и государственные ведомства.

ством эксперты констатировали высокий уровень внедрения на российских предприятиях инженерного программного обеспечения и других элементов PLM-систем⁴. Вместе с тем заметным фактором остается фрагментация различных бизнес-процессов, затрудняющая взаимодействие не только между различными предприятиями в рамках производственных цепочек, но и между звеньями крупных интегрированных структур.

Наряду с проблемами общего характера, такими как дорогие кредитные ресурсы, дефицит высококвалифицированного персонала и т. д., развитие отечественных компаний в области ППТ сдерживается характерным для этого рынка дисбалансом, связанным, с одной стороны, с недостаточным спросом, а с другой — с отсутствием ряда важнейших технологических компетенций. Задача стимулирования спроса не сводится к проблеме платежеспособности, но прежде всего предполагает преодоление низкой мотивации к модернизации и высокого уровня монополизма, поощрение технологической конкуренции (которая сегодня идет преимущественно вне технологической плоскости), менее консервативное регулирование государственных заказов, удлинение горизонта планирования. В русле описанных мер лежит разработка программ инновационного развития компаний с государственным участием, что лишь частично смягчает, но не компенсирует влияние существующих негативных факторов.

С точки зрения наращивания предложения возможности компаний ограничены отсутствием «платформенных» или иных ключевых технологий, которые определяют конкурентоспособность целого класса сложных продуктов, использующих ППТ, и не могут быть разработаны силами какой-либо одной небольшой инновационной компании (например, 3D-ядро для компьютерного инжиниринга).

Таким образом, развитию ППТ в России препятствует стагнирующий спрос на фоне общего снижения темпов роста экономики, ухудшения инвестиционного климата и особенностей регулирования деятельности монополий и компаний с государственным участием. На сектор этот влияют и отсутствие (либо неосвоенность) необходимых технологических заделов, низкий приоритет ППТ в структуре финансирования ИиР из различных государственных и негосударственных источников. Вместе с тем, несмотря на высокую общую зависимость от импорта, в России сохраняются точечные компетенции в ряде сегментов ППТ и потенциальные возможности их расширения. Стимулирование развития сектора требует скоординированных усилий государства и бизнеса по поощрению спроса и формированию конкурентоспособного предложения.

Эволюция государственных инструментов поддержки связи между наукой и бизнесом

В России накоплены богатый опыт и разнообразный инструментарий стимулирования связи научных организаций с промышленными предприятиями, что особенно актуально для сектора ППТ. Первые инновационные проекты государственного значения были инициированы Министерством промышленности, науки и технологий РФ еще в 2002 г.⁵ [Минпромнауки, 2002] Эти крупные проекты объединяли представителей науки и промышленности вокруг решения значимых проблем конкурентоспособности отечественной технологической продукции, в том числе снижения издержек производства за счет ресурсосбережения. В силу значительного бюджетного финансирования (от 0.7 до 2 млрд руб. на один проект) и участия крупнейших российских компаний инициативам был присвоен статус «мегапроектов».

Итоги реализации мегапроектов неоднозначны. Формальные показатели позволили признать их бюджетно эффективными. Кроме того, отдельные из них привели к положительным эффектам, важным в том числе в свете развития ППТ. В частности, были введены новые формы управления проектами через аутсорсинг внешним компаниям ряда управленческих функций [Дежина, 2008, с. 119]. Серьезный недостаток этого инструмента состоял в том, что ИиР финансировались из средств федерального бюджета напрямую в НИИ и вузах, а компании, в интересах которых велись такие работы, занимались лишь коммерциализацией их результатов. Тем самым связь между подотчетными министерству научными структурами и компаниями — заказчиками ИиР оказывалась опосредованной и затрудненной. Позднее, в 2010 г., этот процесс был оптимизирован за счет субсидий предприятиям на финансирование комплексных проектов организации высокотехнологического производства, выполняемых совместно с высшими учебными заведениями⁶. Просчеты прежней схемы поддержки мегапроектов были учтены: получателями государственной помощи стали предприятия, которые передавали средства на выполнение ИиР вузам-исполнителям.

Первые итоги реализации совместных проектов подводились в 2011–2012 гг. [Дежина, Симачев, 2013]. Они показали, что наибольшую отдачу данный инструмент обеспечил средним компаниям, заинтересованным в расширении ИиР за счет исследовательских и инженерных коллективов и доступа к научному оборудованию вузов. Мотив получения дополнительных средств для инновационной деятельности оказался существенным для небольших фирм, но малозначимым для крупных компаний. Практика показала также, что

⁴ *Product Lifecycle Management* — управление жизненным циклом продуктов (изделий).

⁵ Приказ Министерства промышленности и науки РФ «Об организации в Минпромнауки России работы по подготовке предложений по проектам (программам), имеющим особо важное государственное значение» № 22 от 11.02.2002 г.

⁶ Постановление Правительства РФ «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологического производства» № 218 от 09.04.2010 г.

в сетевых взаимодействиях заметную роль играет эффект масштаба: большую эффективность дает кооперация продолжительностью свыше одного года и расширенная по составу участников — организаций науки и промышленности.

Наряду с прямой (в том числе финансовой) государственной поддержкой кооперации субъектов ИиР и производства в сфере ППТ серьезное значение имеют инфраструктурные проекты, нацеленные на развитие малого наукоемкого бизнеса. Одним из самых масштабных и продолжительных из них стала поддержка технопарков, которые в той или иной форме финансируются на протяжении всего постсоветского периода. Результаты опроса представителей 17 технопарков (из 35, прошедших предварительный отбор), проведенного компанией Ernst & Young и Российской венчурной компанией в 2014 г., подтвердили, что лишь половина технопарков предоставляли доступ к своим лабораториям и специализированному оборудованию [Ernst & Young, РВК, 2014, с. 6]⁷. Большинство из них предлагали лишь помещения в аренду, в том числе для проведения переговоров и конференций. В конечном счете компании-резиденты самостоятельно закупали дорогостоящее оборудование, загрузка которого, как правило, оставалась неполной [Там же, с. 14]. Анализ реализации программы создания в вузах инновационной инфраструктуры⁸ показал, что подавляющая часть технопарков оставались структурными подразделениями университетов со штатной численностью не более трех человек [Бакарджиева, 2014].

Попытка консолидации успешных технопарков в форме Ассоциации технопарков в сфере высоких технологий [Ассоциация технопарков, 2014] продемонстрировала, что самому этому статусу соответствуют пока только три организации: казанский ИКТ-парк, новосибирский «Академпарк» и «Технопарк высоких технологий» Ханты-Мансийского автономного округа (г. Югра) [Бакарджиева, 2014]. Одна из возможных моделей оптимизации работы технопарков воплощена в проекте по созданию центра прототипирования на базе новосибирского «Академпарка», получившего название Центра технологического обеспечения. Его задача — предоставить резидентам возможность быстро и недорого изготавливать прототипы новой продукции и запускать ее мелкосерийное производство. Бизнес-модель Центра предполагает закупку государством по согласованию с резидентами технопарка необходимого оборудования и сдачу его в аренду по льготным ставкам. На этой базе формируются небольшие компании, предоставляющие услуги по мелкосерийному производству, сначала — более крупным клиентам, а затем — широкому кругу контрагент-

тов, обеспечивая тем самым максимально полную загрузку оборудования. Сеть малых предприятий, «обслуживающих» сразу несколько инновационных фирм технопарка, позволит углубить кооперацию и укрепить связь между звеньями производственных цепочек.

Описанный подход реализуется еще и в форме инжиниринговых центров, создаваемых с 2013 г. [Правительство РФ, 2013] и комплектуемых новейшим оборудованием. Около 50% расходов в таких центрах на базе вузов и научных организаций приходится на закупку опытно-промышленного оборудования, более 20% — на специализированное программное обеспечение [Повалко, 2014]. История развития технологической инфраструктуры в России дает примеры успешного формирования как самой технологической экосистемы, так и включенных в нее компаний-резидентов. Подобные примеры можно использовать для расширения связей между стейкхолдерами, участвующими в разработке ППТ.

К настоящему времени в России пока еще не сложились инструменты инновационной политики, отвечающие вызовам развития сектора ППТ. В то же время механизмы поддержки взаимодействия промышленности и исследовательских организаций, а также стимулирования развития производственных цепочек через технопарки можно рассматривать как базу для дальнейшего совершенствования инструментария и его адаптации к специфике разработки и выпуска технологической продукции.

Перспективные направления поддержки

Анализ используемых инструментов поддержки кооперации научных организаций с предприятиями, малыми и средними компаниями, а также оценка степени готовности науки и промышленности к развитию ППТ позволяют сформулировать несколько векторов совершенствования государственной политики в указанной сфере.

Первое. Создание проектных консорциумов для целевой поддержки сегментов, определяющих развитие ППТ. Ключевым элементом здесь служит обеспечение гарантированного спроса («стартового заказа») со стороны крупных российских компаний или отдельных отраслей, то есть принятие на себя заказчиком обязательств по приобретению разработанных консорциумами технологий и/или продуктов при достижении ими заранее оговоренных технических, ценовых и иных параметров. При этом важна максимальная унификация требований к исполнителям, позволяющая им сконцентрировать ресурсы на достижении установленных характеристик. Такая кооперация может происходить при посредничестве государства, которое в этом случае будет

⁷ Опрос проводился среди предварительно отобранных, то есть, скорее всего, лучших, технопарков (17 из 80–90 существующих), поэтому по всей их совокупности показатель, вероятно, значительно меньше.

⁸ Постановление Правительства РФ «О государственной поддержке развития инновационной инфраструктуры в федеральных образовательных учреждениях высшего профессионального образования» № 219 от 09.04.2010 г.

определять набор применяемых мер исходя из собственных приоритетов, либо без его участия. Формирование рыночного спроса через «стартовый заказ» представляется значимым фактором, определяющим выбор подобных приоритетов.

Центральным элементом государственной поддержки сектора ППТ служит стимулирование заказчиков из числа компаний государственного сектора экономики посредством контроля над программами их развития, в том числе такой разновидности последних, как «программы инновационного развития». Другим важным инструментом остается система технических требований в рамках государственного заказа. Возможны и альтернативные подходы к генерации «стартовых заказов», например косвенное регулирование, стимулирующее общую инновационную активность в экономике. Проектные консорциумы могут создаваться с опорой на опыт и связи существующих технологических платформ, особенно тех из них, участниками которых выступают и производители, и потребители ППТ. Бюджет консорциумов может представлять собой различные конфигурации собственных средств компаний и государственного финансирования — в зависимости от особенностей технологий, продуктов, рынков и самих участников.

Второе. Формирование скоординированной программы ИиР на доконкурентной стадии, учитывающей интересы консорциумов и крупных игроков, которые принимают решения о старте разработок ППТ. Доступ к полученным членами консорциумов результатам основной части ИиР, выполненных на доконкурентной стадии, могли бы обеспечивать федеральные ведомства и фонды в рамках своих мандатов.

Третье. Создание центров перспективных исследований на базе НИИ или вузов для проведения ИиР в сфере ППТ на доконкурентной стадии, а также для подготовки специалистов по новым направлениям технологического развития. Центры должны обеспечивать исследовательскую, экспертную и образовательную поддержку научно-технологической деятельности компаний государственного и частного секторов с акцентом на представителях малого и среднего бизнеса.

В зависимости от экономической целесообразности они могут сами учреждать малые инновационные компании по своему профилю. Предполагается, что такие центры будут открытыми структурами, исполняющими заказы как консорциумов (якорных инвесторов), так и внешнего рынка.

Четвертое. Инфраструктурная поддержка. Поскольку описанные направления ППТ снижают барьеры входа на рынок для малых и средних компаний (в силу ориентации на индивидуализацию и аутсорсинг), последние становятся одним из опорных элементов системы поддержки развития этих технологий. Оптимизация деятельности небольших компаний может осуществляться за счет стимулирования связей между ними со стороны местных администраций, технопарков, особых экономических зон и т. д. При этом малые компании призваны заниматься обслуживанием средних предприятий, включая производство (в том числе мелкосерийное) необходимых деталей и компонентов.

Региональные администрации могут прилагать усилия к развитию инфраструктуры и поддержке технопарков за счет обеспечения льготных ставок аренды оборудования для малых фирм, оказывающих услуги средним и крупным компаниям. Кроме того, Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и другие институты поддержки малого бизнеса могли бы развивать различные формы кооперации малых, средних и крупных предприятий, более активно используя инновационные ваучеры, гранты на переобучение персонала и т. п. Все это позволило бы создать в России инструментарий, адаптированный к специфике ППТ и способствующий эффективно взаимодействовать заказчиков и разработчиков этих технологий в рамках консорциумов и вокруг долгосрочных исследовательских проектов. Научным базисом разработки ППТ могли бы служить ИиР в области ключевых или «платформенных» технологий. Наконец, формированию и укреплению сетевых производственных цепочек способствовала бы целевая поддержка малых и средних инновационных предприятий. ■

Ассоциация технопарков (2014) Методические рекомендации «О предмете деятельности, целях, задачах технопарка, структуре, управлении, имуществе и средствах, земельном участке, инженерной структуре и перечне услуг резидентов технопарка». М.: НП «Ассоциация технопарков в сфере высоких технологий». Режим доступа: <http://nrtechnopark.ru/upload/MR.pdf>, дата обращения 28.11.2014.

Бакарджиева С. (2014) Питомники для «газелей». Полностью ли соответствуют российские технопарки в сфере высоких технологий своему предназначению? // Умное производство. Вып. 27. Режим доступа: http://www.umpro.ru/index.php?page_id=17&art_id_1=521&group_id_4=58, дата обращения 28.11.2014.

Воронина Ю. (2012) Сами сделаем // Российская бизнес-газета — промышленное обозрение. Режим доступа: <http://www.rg.ru/2012/09/18/materiali.html>, дата обращения 28.11.2014.

Голикова В.В., Гончар К.Р., Кузнецов Б.В. (2012) Влияние экспортной деятельности на технологические и управленческие инновации российских фирм // Российский журнал менеджмента. Т. 10. № 1. Режим доступа: http://www.rjm.ru/files/files3/2012/golikova_gonchar_kuznetsov_rjm_1_12.pdf, дата обращения 28.11.2014.

Гончар К.Р. (2009) Инновационное поведение сверхкрупных компаний: ленивые монополии или агенты модернизации? Препринт WP1/2009/02. М.: Государственный университет — Высшая школа экономики.

- Гохберг Л., Китова Г., Рудь В. (2014) Налоговая поддержка науки и инноваций: спрос и эффекты // Форсайт. Т. 8. № 3. С. 18–41.
- Гохберг Л.М., Заиченко С.А., Китова Г.А., Кузнецова Т.Е. (2011) Научная политика: глобальный контекст и российская практика. М.: НИУ ВШЭ.
- Дежина И. (2008) Государственное регулирование науки в России. М.: Магистр.
- Дежина И., Пономарев А. (2014) Перспективные производственные технологии: новые акценты в развитии промышленности // Форсайт. Т. 8. № 2. С. 16–29.
- Дежина И.Г., Симачев Ю.В. (2013) Связанные гранты для стимулирования партнерства компаний и университетов в инновационной сфере: стартовые эффекты применения в России // Журнал Новой экономической ассоциации. № 3. С. 99–122.
- Ефимов А. (2014) Развитие робототехники в России и в мире // Известия. 24.10.2014. Режим доступа: <http://izvestia.ru/news/578477>, дата обращения 28.11.2014.
- Иванов Д.С., Кузык М.Г., Симачев Ю.В. (2012) Стимулирование инновационной деятельности российских производственных компаний: возможности и ограничения // Форсайт. Т. 6. № 2. С. 18–41.
- Идрисов А. (2011) Новая индустриализация в России: возможности и риски. М.: Strategy Partners Group. Режим доступа: <http://www.strategy.ru/UserFiles/File/presentations/Idrisov.pdf>, дата обращения 28.11.2014.
- Идрисов А., Григорьев М. (2012) Новая индустриализация в России и третья промышленная революция. М.: Strategy Partners Group. Режим доступа: http://www.strategy.ru/UserFiles/File/presentations/Idrisov_AS_2012.pdf, дата обращения 28.11.2014.
- Княгинин В.Н. (2011) Базовая гипотеза промышленного форсайта. СПб.: Центр стратегических разработок «Северо-Запад». Режим доступа: http://www.csr-nw.ru/upload/file_content_343.pdf, дата обращения 28.11.2014.
- Коцар Ю. (2013) 3D-печать становится мейнстримом // Газета.ru. 24.12.2013. Режим доступа: http://www.gazeta.ru/tech/2013/12/24_a_5817873.shtml, дата обращения 28.11.2014.
- Лабькин А. (2014а) Композиты укрепляют экономику // Expert online. 05.08.2014. Режим доступа: <http://expert.ru/2014/08/5/kompozituy-ukreplayut-ekonomiku/>, дата обращения 28.11.2014.
- Лабькин А. (2014б) Производство российских 3D-принтеров спотыкается о стереотипы // Expert online. Режим доступа: <http://expert.ru/2014/03/25/proizvodstvo-rossijskih-3d-printerov-spotyikaetsya-o-steriotipy/>, дата обращения 28.11.2014.
- Ласкина И. (2014) Российский рынок компьютерного инжиниринга. Подведение итогов анкетирования (резюме). СПб.: Центр стратегических разработок «Северо-Запад». Режим доступа: http://fea.ru/spaw2/uploads/files/2014_0710_%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%B8%D0%BD%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3_%D0%9B%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0%20%D0%98_.pdf, дата обращения 28.11.2014.
- НИУ ВШЭ (2014а) Прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года / Под ред. Л.М. Гохберга. М.: НИУ ВШЭ.
- НИУ ВШЭ (2014б) Индикаторы науки: 2014. Статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ.
- Повалко А.Б. (2014) О создании и развитии инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования. Итоги 2013 года и планы на 2014–2016 годы. М.: Министерство образования и науки РФ. Режим доступа: http://test.akrupin.mptdev.dev.armd.ru/common/upload/files/docs/preza_1.pdf, дата обращения 28.11.2014.
- Правительство РФ (2013) План мероприятий («дорожная карта») в области инжиниринга и промышленного дизайна (утвержден распоряжением Правительства РФ № 1300-р от 23.07.2013 г.).
- Российское технологическое агентство (2014) Развитие индустрии робототехники в Российской Федерации. М.: Российское технологическое агентство. Режим доступа: <http://rta.gov.ru/1.pdf>, дата обращения 28.11.2014.
- Сапрыкин Д.Л. (2014) Российский рынок и производство лазерного технологического оборудования в контексте развития станкостроения // Лазер-информ. № 1.
- Симачев Ю., Кузык М., Кузнецов Б., Погребняк Е. (2014) Промышленная политика в России в 2000–2013 гг.: институциональные особенности и основные уроки // Российская экономика в 2013 году. Тенденции и перспективы (вып. 35). М.: Издательство Института Гайдара. С. 417–453. Режим доступа: http://www.iep.ru/files/RePEc/gai/gbooks/RussianEconomyIn2013issue35_ru.pdf, дата обращения 28.11.2014.
- Creon Energy (2014) Бизнес для «больших». Конференция «Композиты и компаунды 2014» // CreonEnergy.ru. Режим доступа: <http://www.creonenergy.ru/consulting/detailConf.php?ID=110657>, дата обращения 28.11.2014.
- Ernst&Young, PBC (2014) Проблемы и решения: бизнес-инкубаторы и технопарки России. М.: Ernst&Young, PBC. Режим доступа: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-business-incubators-and-technoparks-in-russia/\\$FILE/EY-business-incubators-and-technoparks-in-russia.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-business-incubators-and-technoparks-in-russia/$FILE/EY-business-incubators-and-technoparks-in-russia.pdf), дата обращения 28.11.2014.
- Gardner Research (2014) The World Machine-tool Output & Consumption Survey 2014. Cincinnati, OH: Gardner Business Media, Inc. Режим доступа: http://www.gardnerweb.com/cdn/cms/2014wmtocs_SURVEY.pdf, дата обращения 28.11.2014.
- IDC (2013) Российский рынок инженерного ПО превысил 200 миллионов долларов (пресс-релиз). Режим доступа: <http://idcrussia.com/ru/about-idc/press-center/56741-press-release>, дата обращения 28.11.2014.
- Wohlers Associates (2013) Additive Manufacturing and 3D-Printing State of the Industry. Annual Wohlers Report. Fort Collins, CO: Wohlers Associates.
- Yakovlev A.A. (2014) Russian modernization: Between the need for new players and the fear of losing control of rent sources // Journal of Eurasian Studies. Vol. 5. № 1. P. 10–20.

Advanced Manufacturing Technologies in Russia: Outlines of a New Policy

Irina Dezhina

Head of Research Group on Science and Industrial Policy. E-mail: i.dezhina@skoltech.ru

Alexey Ponomarev

Vice President for Industrial Cooperation and Public Programs. E-mail: ponomarev@skoltech.ru

Alexander Frolov

Analyst on Industrial Policy. E-mail: a.frolov@skoltech.ru

Skolkovo Institute of Science and Technology
Address: 100, Novaya str., Skolkovo, Odintsovsky district, Moscow Region, 143025, Russian Federation

Abstract

The present article, which continues the discussion of advanced manufacturing technologies initiated in Foresight-Russia issue 2 (2014), evaluates the current state of this field in Russia. The analysis here examines the state of the relevant scientific research and the readiness of industry to adopt the new technologies developed by researchers. The study is based on bibliometric and patent analyses, as well as on expert evaluations of the markets related to different segments of advanced manufacturing.

Apart from several localized achievements, Russian research institutions and industrial enterprises show a low level of competitiveness in this area. Specific problems that hinder the development and implementation of new technologies by Russian industry include sub-optimal organizational structure of supply chains in the manufacturing sector and the shortage of domestic demand for new technologies. The latter problem is caused by the reluctance of potential industry customers to commit to long-term collaborations with the developers of new products

and to create new key or 'platform' technologies on the basis of individual firms.

The analysis suggests that Russia undoubtedly has potential for the development of advanced manufacturing. Such potential can be realized by the coordinated actions of stakeholders and the development and rational introduction of new policy and regulatory instruments by the government. The most relevant instruments to achieve this goal are policies to incentivize cooperation between technology developers and users. In conclusion, the authors highlight some policy recommendations which they argue can bring positive changes in the sphere of advanced manufacturing technologies. A key recommendation is to create project-focused consortia which unite industry representatives and centres for advanced research that are undertaking pre-competitive R&D in areas that are important for advanced manufacturing. Another recommended policy instrument is to strengthen manufacturing supply chains based on small and medium innovation enterprises through the enhancement of the current technological infrastructure.

Keywords

advanced manufacturing; state science and innovation policy; bibliometric analysis; patent analysis; demand; project consortia

DOI: 10.17323/1995-459X.2015.1.20.31

Citation

Dezhina I., Ponomarev A., Frolov A. (2015) Advanced Manufacturing Technologies in Russia: Outlines of a New Policy. *Foresight-Russia*, vol. 9, no 1, pp. 20–31. DOI: 10.17323/1995-459x.2015.1.20.31

References

- Association of Technology Parks (2014) *Metodicheskie rekomendatsii "O predmete deyatel'nosti, tselyakh, zadachakh tekhnoparka, strukture, upravlenii, imushchestve i sredstvakh, zemel'nom uchastke, inzhenernoi infrastrukture i perechne uslug rezidentov tekhnoparka"* [About the subject of activities, goals, objectives of technopark, structure, management, property and equipment, lands, engineering structure and range of services of residents of technopark], Moscow: Nonprofit Partnership 'Association of technology parks in the sphere of high technologies'. Available at: <http://np technopark.ru/upload/MR.pdf>, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Bakardzhieva S. (2014) Pitomniki dlya 'gazelei'. Polnostyu li sootvetstvuyut rossiiskie tekhnoparki v sfere vysokikh tekhnologii svoemu prednaznacheniyu? [Nurseries for 'gazelles'. Do Russian industrial technoparks in the sphere of high technologies fully concur to its purpose?]. *Intelligent Manufacturing*, no 27. Available at: http://www.umpro.ru/index.php?page_id=17&art_id_1=521&group_id_4=58, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Creon Energy (2014) *Biznes dlya 'bolshikh'. Konferentsiya 'Kompozity i kompaundy 2014'* [Business for 'Giants'. The conference 'Composites and compounds 2014']. Available at: <http://www.creonenergy.ru/consulting/detailConf.php?ID=110657>, accessed 28.11.2014 (in Russian).

- Dezhina I. (2008) *Gosudarstvennoe regulirovanie nauki v Rossii* [Government regulation of science in Russia], Moscow: Master (in Russian).
- Dezhina I., Ponomarev A. (2014) Advanced Manufacturing: New Emphasis in Industrial Development. *Foresight-Russia*, vol. 8, no 2, pp. 16–29.
- Dezhina I., Simachev Y. (2013) Svyazannye granty dlya stimulirovaniya partnerstva kompanii i universitetov v innovatsionnoi sfere: startovye efekty primeneniya v Rossii [Matching Grants for Stimulating Partnerships between Companies and Universities in Innovation Area: Initial Effects in Russia]. *Journal of the New Economic Association*, no 3, pp. 99–122 (in Russian).
- Efimov A. (2014) *Razvitie robototekhniki v Rossii i v mire* [The development of robotics in Russia and the world]. Available at: <http://izvestia.ru/news/578477>, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Ernst & Young, RVC (2014) *Problemy i resheniia: biznes-incubatory i technoparki Rossii* [Problems and solutions: Business incubators and technoparks in Russia], Moscow: Ernst&Young, RVC. Available at: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-business-incubators-and-technoparks-in-russia/\\$FILE/EY-business-incubators-and-technoparks-in-russia.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-business-incubators-and-technoparks-in-russia/$FILE/EY-business-incubators-and-technoparks-in-russia.pdf), accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Gardner Research (2014) *The World Machine-Tool Output & Consumption Survey 2014*, Cincinnati, OH: Gardner Business Media, Inc. Available at: http://www.gardnerweb.com/cdn/cms/2014wmtoacs_SURVEY.pdf, accessed 28.11.2014.
- Gokhberg L., Kitova G., Roud V. (2014) Tax Incentives for R&D and Innovation: Demand Versus Effects]. *Foresight-Russia*, vol. 8, no 3, pp. 18–41.
- Gokhberg L., Zaichenko S., Kitova G., Kuznetsova T. (2011) *Nauchnaya politika: globalnyi kontekst i rossiiskaya praktika* [Science policy: The global context and Russian practice], Moscow: HSE (in Russian).
- Golikova V., Gonchar K., Kuznetsov B. (2012) Vliyaniye eksportnoi deyatel'nosti na tekhnologicheskie i upravlencheskie innovatsii rossiiskikh firm [Effect of export activity on technological and managerial innovations at Russian companies]. *Russian Management Journal*, vol. 10, no 1. Available at: http://www.rjm.ru/files/files3/2012/golikova_gonchar_kuznetsov_rjm_1_12.pdf, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Gonchar K.R. (2009) *Innovatsionnoe povedenie sverkhkrupnykh kompaniy: lenivyye monopolii ili agenty modernizatsii?* [Innovative behavior of mega-companies: Lazy monopoly or agents of modernization?] (Preprint WP1/2009/02), Moscow: HSE (in Russian).
- Government of the Russian Federation (2013) Plan meropriyatii ('dorozhnaya karta') v oblasti inzhiniringa i promyshlennogo dizaina (utverzhden rasporyazheniem Pravitel'stva RF № 1300-p, 23.07. 2013 [Action Plan ('roadmap') in the field of engineering and industrial design (approved by the resolution no 1300-p, dated 23.07.2013)] (in Russian).
- HSE (2014a) *Prognoz nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossii na period do 2030 goda* [Russia Long-term S&T Foresight until 2030], Moscow: HSE (in Russian).
- HSE (2014b) *Indikatory nauki: 2014. Statisticheskii sbornik* [Science and Technology Indicators in the Russian Federation: 2014. Data Book], Moscow: HSE (in Russian).
- IDC (2013) *Rossiiskii rynek inzhenerenogo PO prevysil 200 millionov dollarov* [The Russian market of engineering software has exceeded \$200 million] (press release). Available at: <http://idcrussia.com/ru/about-idc/press-center/56741-press-release>, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Idrisov A. (2011) *Novaya industrializatsiya v Rossii: vozmozhnosti i riski* [New Industrialization in Russia: Opportunities and Risks], Moscow: Strategy Partners. Available at: <http://www.strategy.ru/UserFiles/File/presentations/Idrisov.pdf>, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Idrisov A., Grigoryev M. (2012) *Novaya industrializatsiya v Rossii i tretiya promyshlennaya revolyutsiya* [New industrialization in Russia and the third industrial revolution], Moscow: Strategy Partners. Available at: http://www.strategy.ru/UserFiles/File/presentations/Idrisov_AS_2012.pdf, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Ivanov D., Kuzzyk M., Simachev Y. (2012) Stimulirovanie innovatsionnoi deyatel'nosti rossiiskikh proizvodstvennykh kompaniy: vozmozhnosti i ogranicheniya [Fostering Innovation Performance of Russian Manufacturing Enterprises: New Opportunities and Limitations]. *Foresight-Russia*, vol. 6, no 2, pp. 18–41 (in Russian).
- Knyaginina V. (2011) *Bazovaya gipoteza promyshlennogo forsaita* [The basic hypothesis of industrial foresight]. Saint-Petersburg: Center for Strategic Research 'North-West'. Available at: http://www.csr-nw.ru/upload/file_content_343.pdf, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Kotsar Y. (2013) *3D-pechat stanovitsya meinstrimom* [3D-printing becomes a mainstream]. Available at: http://www.gazeta.ru/tech/2013/12/24_a_5817873.shtml, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Labykin A. (2014b) *Proizvodstvo rossiiskikh 3D-printerov spotykaetsya o stereotipy* [Production of Russian 3D-printers stumbles on stereotypes]. Available at: <http://expert.ru/2014/03/25/proizvodstvo-rossijskih-3d-printerov-spotykaetsya-o-stereotipy/>, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Labykin A. (2014a) *Kompozity ukreplyaiut ekonomiku* [Composites strengthen the economy]. Available at: <http://expert.ru/2014/08/5/kompozityi-ukreplyaiut-ekonomiku/>, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Laskina I. (2014) *Rossiiskii rynek kompyuternogo inzhiniringa. Podvedenie itogov anketirovaniya (rezyume)* [The Russian market of computer engineering. Survey results], Saint-Petersburg: Center for Strategic Research 'North-West'. Available at: http://fea.ru/spaw2/uploads/files/2014_0710_%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%B8%D0%BD%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B%D0%B3_%D0%9B%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0%20%D0%98_.pdf, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Povalko A. (2014) *O sozdanii i razvitii inzhiniringovykh tsentrov na baze obrazovatelnykh organizatsii vysshego obrazovaniya. Itogi 2013 goda i plany na 2014–2016 gody* [About the establishment and development of engineering centers at the educational institutes of higher education. Results of 2013 and plans for 2014–2016], Moscow: Ministry of Education and Science of the Russian Federation. Available at: http://test.akrupin.mptdev.dev.armd.ru/common/upload/files/docs/preza_1.pdf, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Russian Technology Agency (2014) *Razvitie industrii robototekhniki v Rossiiskoi Federatsii* [The development of robotics industry in the Russian Federation], Moscow: Russian Technology Agency. Available at: <http://rta.gov.ru/1.pdf>, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Saprykin D. (2014) Rossiiskii rynek i proizvodstvo lazernogo tekhnologicheskogo oborudovaniya v kontekste razvitiya stankostroeniya [The Russian market and the production of laser processing equipment in the context of machine tool development]. *Laser-Inform*, no 1 (in Russian).
- Simachev Y., Kuzzyk M., Kuznetsov B., Pogrebnyak E. (2014) Promyshlennaya politika v Rossii v 2000–2013: institutsionalnye osobennosti i osnovnye uroki [Industrial policy in Russia in 2000–2013: Institutional features and key lessons]. *Rossiiskaya ekonomika v 2013. Tendentsii i perspektivy* [The Russian economy in 2013. Trends and Prospects], no 35, Moscow: Gaidar Institute Publishing, pp. 417–453. Available at: http://www.iep.ru/files/RePEc/gai/gbooks/RussianEconomyIn2013issue35_ru.pdf, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Voronina Y. (2012) Sami sdelaem [Do ourselves]. *Russian business newspaper — industrial review*. Available at: <http://www.rg.ru/2012/09/18/materiali.html>, accessed 28.11.2014 (in Russian).
- Wohlers Associates (2013) *Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry* (Annual Wohlers Report), Fort Collins, CO: Wohlers Associates.
- Yakovlev A. (2014) Russian modernization: Between the need for new players and the fear of losing control of rent sources. *Journal of Eurasian Studies*, vol. 5, no 1, pp. 10–20.