

Российские технограды: технологические профили городов

Екатерина Стрельцова

Старший научный сотрудник, Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ),
kstreltsova@hse.ru

Глеб Кузьмин

Ведущий эксперт, ИСИЭЗ, gkuzmin@hse.ru

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, ул. Мясницкая, 11

Аннотация

В статье обсуждаются технологическая специализация и патентные портфолио российских техноградов — городов, отличающихся наибольшим вкладом в разработку новых технологий в стране. Анализируя патентные данные каждого из них, авторы выделяют технологические области, в которых технограды располагают накопленными конкурентными преимуществами и высоким потенциалом. Изучение их состава позволяет разделить российские технограды на три группы: ориентированные в первую очередь на развитие «высоких» (Москва, Санкт-Петербург, Томск) и «низких» технологий (Краснодар,

Пермь), а также имеющие смешанную, high и low-tech специализацию (Воронеж, Уфа, Казань, Новосибирск, Екатеринбург и Самара).

Для целей исследования разработан новый подход к анализу патентной информации, который позволяет получать и агрегировать данные по отдельным административным единицам. Благодаря этому статья может представлять интерес не только для практиков, принимающих решения на региональном или муниципальном уровне, но и для исследователей, работающих в поле региональной экономики, экономической географии, экономики науки, технологий и инноваций.

Ключевые слова: технологическая специализация; технологическое развитие; технологическая устойчивость; города; патентный анализ; Россия

Цитирование: Streltsova E., Kuzmin G. (2019) The Russian Technograds: The Technological Profiles of the Cities. *Foresight and STI Governance*, vol. 13, no 3, pp. 41–49. DOI: 10.17323/2500-2597.2019.3.41.49

В исследовательской литературе крупные города традиционно рассматриваются как основные «точки роста» национальных экономик, будучи центрами развития производства, науки и технологий [Boschma et al., 2014; Jacobs, 1969; Glaeser et al., 1992; O’HUallachain, 1999]. Эффективным инструментом стимулирования этого роста служит формирование агломераций [Andersson et al., 2005], обеспечивающее концентрацию ресурсов и условия для свободного обмена идеями между индивидами, организациями, отраслями экономики и, как следствие, более высокий уровень инновационной активности [Balland et al., 2015a; Carlino, Kerr, 2014; Jacobs, 1969, 1984; Jaffe et al., 1993]. В силу столь высокой значимости крупные города пользуются неизменным вниманием представителей целой группы дисциплин — пространственной и региональной экономики, экономической географии, урбанистики, экономики науки, технологий и инноваций и др. Кроме сугубо теоретических вопросов эти науки решают и прикладные задачи, изучая среди прочего технологическую специализацию и потенциал современных агломераций.

Крупнейшие российские города, несомненно, вносят большой вклад в технологическое развитие страны. Именно в них создается наибольшее число новых технологий, что подтверждается показателями патентной активности. В 2017 г. около трети всех патентных заявок на изобретения, поданных в России, поступили от заявителей в двух городах — в Москве (5.5 тыс.) и в Санкт-Петербурге (1.6 тыс.) [Роспатент, 2018]. При этом технологическая специализация столиц и других городов (тематические приоритеты в сфере разработки новых технологий, ориентация на внутренний или на глобальный рынок) до сих пор остается малоизученной в отечественной литературе. Причиной этого может быть отсутствие или техническая труднодоступность необходимых данных: релевантная статистика агрегирована до уровня субъектов РФ, в других источниках (например, в патентных базах данных) поиск информации часто ограничен лишь национальным уровнем (по стране изобретателя, заявителя).

Наша статья призвана восполнить существующий пробел: в ней представлены результаты анализа технологической специализации российских техноградов — городов, относящихся к числу национальных лидеров в области разработки новых технологий. Решение этой исследовательской задачи имеет важную прикладную ценность, поскольку позволяет не только определить сложившиеся тематические приоритеты и потенциал городов, но и спрогнозировать траектории будущего технологического развития, оценить их уязвимость в случае наступления кризисных событий. Значимость такой работы подтверждена рядом исследований, посвященных оценке влияния специализации на технологическую диверсификацию городов и динамику изобретательской активности в них.

Технологическая специализация и устойчивость городов

Анализ технологической специализации проводится на различных уровнях: по отдельным типам организаций [Dachs et al., 2007; Pattel, Pavitt, 1991], отраслей [Ha et al., 2015], регионов и стран [Archibugi, Pianta, 1992; Ejeremo, 2005; Pianta, Meliciani, 1996]. Города выступают объектами подобных исследований значительно реже. Так, в одной из наиболее известных работ в этой области [Cortright, Mayer, 2001] представлены результаты оценки специализации 14 американских городов — центров развития высоких технологий. На основе анализа занятости, патентной активности и потоков венчурного капитала авторы установили, что, несмотря на общую для этих городов ориентацию на развитие высокотехнологичных отраслей, каждый из них имеет собственную и весьма узкую специализацию. Например, разработчики из Атланты специализируются на создании баз данных, из Бостона — на компьютерных технологиях, медицинском оборудовании, программном обеспечении, из Денвера — на технологиях хранения данных, оборудовании и телекоммуникационном софтвере и т. д. Динамика специализации американских городов и вариативность траекторий их технологического развития также обсуждаются в работах [Rigby, 2015; Kogler et al., 2013]. Отдельные исследования подобного рода проводились и в других странах, в частности, в Германии [Vlckova et al., 2018] и в Китае [Xia, Hu, 2014].

Попытка межстранового сопоставления предпринята в коллективной работе [Kogler et al., 2018], в которой сравнению подвергнуты патентные портфолио 20 крупных городов в пяти странах: Китае, Франции, Израиле, Нидерландах и США. Исследование выявило существенные различия в технологической специализации агломераций, в том числе в пределах одной страны. Полученные результаты, по мнению авторов, имеют большое прикладное значение, наглядно демонстрируя неприменимость универсального (*one-fits-all*) подхода к управлению технологическим и инновационным развитием городов.

Столь пристальное внимание к технологической специализации на всех уровнях обусловлено ее потенциально высокой экономической значимостью. Понимание границ специализации позволяет выявить конкурентные преимущества организации, региона и страны, их позицию в структуре регионального, национального и глобального технологических рынков [Giannitsis, Kager, 2009] и — при условии принятия точных и эффективных управленческих решений — превратить сложившийся технологический профиль в источник превосходства. Особую актуальность такой анализ приобретает в период экономических кризисов либо при оптимизации затрат, когда актуализируется потребность в определении инвестиционных приоритетов.

Оценка специализации полезна не только для адекватного понимания наличествующих компетенций, но и для прогнозирования будущего технологического

развития, обусловленного пройденным путем (*path dependent*) и ограниченного в своей траектории набором тех технологий, которые на данный момент успешно развиваются в стране, регионе, городе [Cantwell, Vertova, 2004; Strumsky et al., 2012]. К сходным выводам приходят и авторы работы [Boschma et al., 2014], проанализировавшие патентную активность в 366 американских городах за период с 1981 по 2010 г. Исследование показало, что с большей вероятностью появятся и будут успешно развиваться новые технологии, которые вписаны в направления специализации города, отраженные в его портфолио. И напротив, технологии, радикально со специализацией расходящиеся и характеризующиеся низким уровнем связности (близости)¹, подвержены риску постепенного угасания и исчезновения.

В работе [Rigby, 2015], также посвященной динамике различных технологий в крупнейших агломерациях США и ее обусловленности текущей технологической специализацией городов, продемонстрировано, что в большинстве из них компетенции формируются вокруг ограниченного набора связанных технологий. Именно эти компетенции определяют дальнейшие траектории развития знания. Города «ядра» отличает высокая степень инерции: радикальные изменения технологической специализации здесь происходят редко и протекают довольно медленно.

Понимание специализации регионов и городов может оказаться полезным и для прогнозирования рисков технологических кризисов — длительных периодов спада изобретательской и, как следствие, патентной активности, вызванных различными внешними шоками или внутренними причинами. В ряде исследований в области региональной и городской технологической устойчивости (*regional and urban technological resilience*) (напр., [Balland et al., 2015b; Boschma, 2015]) показано, что города, характеризующиеся технологической деспециализацией, т. е. развивающие целый спектр не связанных между собой технологий, реже испытывают технологические кризисы, быстрее восстанавливаются после них и в целом демонстрируют более эффективное «технологическое обновление». Города, отличающиеся узкой специализацией, напротив, переживают периоды технологического упадка интенсивнее (с более глубоким падением уровня патентной активности), чаще и продолжительнее.

Таким образом, результаты ранее реализованных исследований свидетельствуют о целесообразности проведения оценки технологического портфолио российских городов и выявления приоритетных для них технологических направлений. Это позволит, во-первых, определить «ядро» компетенций территориальных единиц, выступающих на данный момент драйверами технологического развития страны, и более точно описать российский технологический ландшафт.

Во-вторых, станет возможно спрогнозировать траектории дальнейшего развития технологий в отечественных агломерациях, оценить их потенциал с точки зрения диверсификации текущего технологического портфолио. И наконец, анализ структуры специализации поможет прогнозировать наступление технологических кризисов в российских техноградах и потенциал восстановления после них. Новаторство предложенного подхода подтверждается отсутствием подобных исследований на отечественном материале.

Эмпирическая база и метод исследования

Оценка технологической специализации традиционно основана на анализе патентной активности, изучении ее тематической структуры и динамики [Grilliches, 1990; Гохберг, 2003]. Патентование — наиболее востребованный метод защиты результатов изобретательской деятельности в большинстве технологических областей, поэтому патентная документация составляет важный источник информации о новых технических решениях [Гохберг, 2003]. В ней содержатся подробные сведения об изобретателе и патентообладателе, стране и патентном офисе, о дате подачи заявки, факте выдачи патента и т. д. Патентные данные представляют собой ценный эмпирический материал, который позволяет решать многочисленные исследовательские задачи. В частности, в каждом таком документе указаны группы технологий, к которым относится патентуемый объект [Fleming, Sorenson, 2001]. В большинстве стран мира, включая Россию, для этих целей применяется Международная патентная классификация (МПК)², чьи коды наряду с идентификаторами альтернативных классификаций дают возможность проводить оценку тематической структуры патентной активности и динамики развития технологий. Предпринятое нами распределение патентных документов по областям специализации выполнено на основе Таблицы соответствия технологий (Technology Concordance Table [Schmoch, 2008]), которая служит инструментом сопоставления МПК с 35 технологическими областями, включая компьютерные технологии и цифровую связь, фармацевтику и биотехнологии, микроструктурные и нанотехнологии и др.

Процедуры проведения патентного анализа в целом стандартизированы и широко известны, но, несмотря на это, оценка патентной активности городов и их технологической специализации остается крайне нетривиальной задачей. Существующие открытые и коммерческие патентные базы данных не позволяют проводить объективное и детальное обследование этих территориальных единиц³. Для целей нашего исследования был разработан метод работы с патентными документами, позволивший преодолеть существующие технические ограничения.

¹ Под связностью (близостью) технологий (*relatedness*) в данном контексте понимается соотносимость кодов Международной патентной классификации. В статье [Rigby, 2015] для этих целей был проведен анализ цитирований в патентах.

² Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPC/IPC2016_extended_XML/, дата обращения 14.06.2019.

³ Исключение составляют лишь США, где патентные заявки и патенты резидентов отражены в некоторых коммерческих базах (например, Orbit) с возможностью поиска по штатам. Однако даже эта возможность реализована с существенными техническими недочетами.

Табл. 1. Алгоритм формирования эмпирической базы исследования и содержание основных этапов

Этап	Содержание
Поиск и экспорт всех патентных заявок на изобретения, поданных в России резидентами	В силу технических ограничений открытого реестра изобретений Российской Федерации** — ключевого источника данных для анализа национальной патентной активности — рассматриваемая нами задача была выполнена с использованием базы PatStat Global, агрегирующей информацию от большинства патентных ведомств мира (включая крупнейшие: Ведомство по патентам и товарным знакам США (USPTO), Европейское (ЕРО) и Японское патентные ведомства (JPO)). Для анализа был выбран период с 2008 по 2016 г.***, что позволило оценить наметившиеся тенденции и избежать случайных, кратковременных колебаний патентной активности. На этой фазе в собственную базу на PostgreSQL было загружено свыше 180 тыс. патентных заявок.
Формирование реестра заявителей	Создание перечня уникальных наименований организаций (для юридических лиц) и личных имен (для физических лиц) посредством экспорта информации из соответствующего поля загруженных патентных заявок. После логического контроля и удаления ошибочных строк объем реестра составил 55 тыс. ед. Для получения объективных результатов из реестра были исключены два заявителя (физические лица) с рекордно высокими показателями патентной активности, которые исказили картину не только по отдельному городу, но и по стране в целом.
Автоматизированный поиск адресов заявителей по реестру изобретений Российской Федерации	Для каждого уникального заявителя в реестре был выполнен поиск одной (применительно к нескольким — случайной) заявки по номеру документа, затем адрес, указанный в документе, был добавлен в собственную базу и распространен на все заявки рассматриваемого заявителя. Такой подход в потенциале налагает некоторые ограничения: во-первых, относит все заявки одного заявителя к одному месту проживания (регистрации), хотя оно может изменяться (например, в случае переезда); во-вторых, автоматически считает почтовый адрес, указанный в патентной заявке, адресом заявителя, но не патентного поверенного или организации, оказывающей подобные услуги; наконец, в-третьих, он игнорирует возможность полного совпадения имен заявителей, проживающих в разных регионах. Впрочем, риск ошибки остается достаточно низким: выборочный контроль данных не обнаружил ни одного подобного случая.
Распределение патентных заявок по городам	Автоматическая обработка почтовых индексов, содержащихся в адресном поле документа, позволила отнести каждую патентную заявку к определенному городу. В результате заявки, поданные заявителями, проживающими на территории Новой Москвы, до 2016 г., не были отнесены к столичному региону; несмотря на изменение административных границ в 2011–2012 гг., почтовые индексы были обновлены лишь в 2016 г.
<p><i>Примечания:</i></p> <p>* Ввиду технических сложностей в получении таких данных в анализе не учитывались патентные заявки российских заявителей за рубежом. Однако, поскольку доля таких заявок за последние пять лет составляла в среднем 14%, а их тематическая структура в целом совпадала со структурой заявок, поданных в России, их исключение из выборки существенно не влияет на результаты анализа.</p> <p>** Невозможность поиска документов по статусу заявителя (резидент — нерезидент) и распределения по технологическим областям, ограничения на скачивание и др.</p> <p>*** Изначально рассматривался 10-летний период (с 2008 по 2017 г.), но в ходе исследования было установлено, что информация за 2017 г. опубликована в используемой базе лишь частично (значительный временной лаг в обновлении данных — общая черта и ограничение всех баз, содержащих первичную патентную информацию). В результате было принято решение сократить период, ограничив его 2016 г. Помимо прочего, это позволило проводить расчет показателей по равным, трехлетним периодам. Практика оценки средних, рассчитанных за 2–3 года, является общепринятой и гарантирует объективность выводов, поскольку нивелирует влияние резких скачков или падений патентной активности в отдельные годы.</p> <p><i>Источник:</i> составлено авторами.</p>	

На первом, подготовительном, этапе в соответствии с алгоритмом, представленным в табл. 1, была сформирована эмпирическая база исследования: реестр патентных заявок на изобретения, поданных в России резидентами и распределенных по городам заявителей, технологическим областям и годам направления заявки. Далее был составлен рейтинг городов по числу отечественных заявок за период 2008–2016 гг. Для городов, занявших в нем высокие позиции, были рассчитаны ключевые показатели:

- общее число патентных заявок на изобретения, поданных в России (по годам);
- среднегодовой темп прироста;
- доля каждой из 35 технологических областей в общем числе заявок на изобретения, поданных заявителями — резидентами города (удельный вес технологии);
- доля города в общем числе патентных заявок на изобретения, поданных в России и относящихся

к каждой из 35 технологических областей (удельный вес города);

- индексы концентрации C_5 и C_{10} , рассчитываемые как сумма удельных весов соответственно 5 и 10 наиболее крупных технологических областей в патентном портфолио города и характеризующие его уровень специализации или, напротив, диверсифицированности;
- индекс технологической специализации (ИТС), который служит одной из традиционных метрик для решения поставленной нами задачи⁴.

ИТС рассчитывается путем сопоставления структуры патентных заявок на изобретения, поданных заявителями конкретного города, с общей структурой заявок, поданных резидентами в России. К сфере технологической специализации городов мы отнесли лишь те области, в отношении которых значение ИТС превышало 1.1, т.е. представленные в структуре их патентной активности значительно сильнее, чем в среднем по стране.

⁴ Подробнее об ИТС и его интерпретации см.: [Похберг, 2003; Khranova et al., 2013].

Основные результаты проведенного анализа, включая описание технологического портфолио и специализации российских техноградов, представлены далее.

Результаты исследования

В рейтинге российских городов по числу патентных заявок за 2008–2016 гг. лидирующие позиции ожидаемо заняли Москва и, с большим отставанием, Санкт-Петербург. Еще девять агломераций (Воронеж, Уфа, Казань, Новосибирск, Екатеринбург, Краснодар, Пермь, Самара и Томск) образуют весьма однородную группу, существенно уступающую лидерам, но опережающую города второй десятки рейтинга. Именно выявленных лидеров в рамках данной работы мы называем техноградами, что подчеркивает значимость их вклада в технологическое развитие страны: на долю техноградов приходится более половины всех патентных заявок на изобретения, поданных резидентами в России.

Технограды не обязательно принадлежат к числу крупнейших административно-территориальных образований. К примеру, по данным Росстата, Воронеж, Уфа, Краснодар и Пермь входят во вторую десятку городов по численности населения, а Томск и вовсе находится на 28-й позиции. Нижний Новгород, Челябинск, Омск и Ростов-на-Дону — из десятки крупнейших городов России, но по показателям своей патентной активности в группу лидеров, напротив, не вошли. Впрочем, существующие статистические ограничения не позволяют проанализировать корреляцию патентной активности городов с обеспеченностью исследований и разработок (ИиР), которые в них проводятся, ресурсами — финансовыми, кадровыми и т. д. Тем не менее простейшее сопоставление количества патентуемых изобретений с численностью населения показывает, что города по-разному распоряжаются своими ресурсами.

В целом полученные результаты согласуются с выводами существующих исследований в том, что наибольшее число изобретений создается в крупных агломерациях, хотя шансы преуспеть в этом есть и у отдельных небольших городов [O'hUallachain, 1999]. Важным фактором становится наличие в городе успешного университета или исследовательского центра федерального уровня.

Состав лидеров за последнее десятилетие практически не изменился, что свидетельствует об отсутствии всплесков патентной активности в новых регионах и о стабильности статуса-кво на российском рынке интеллектуальной собственности.

Города технологического «ядра»: специализация против диверсифицированности

В первой, теоретической, части статьи мы отмечали, что чем обширнее сфера технологической специализации города, тем выше его способность к развитию новых

Рис. 1. Динамика индекса концентрации техноградов (C_2)



технологий и послекризисному восстановлению. Наш анализ показал, что наибольшим потенциалом с этой точки зрения обладают два российских технограда — Москва и Новосибирск с высокодиверсифицированным технологическим портфолио (рис. 1).

В столице на пять крупнейших технологических областей приходится лишь около трети всех патентуемых изобретений. Наиболее высокие индексы концентрации — в Перми (51.6%), Томске (53.1%) и Краснодаре (61.1%), что свидетельствует о явном превалировании в их портфолио узкого круга технологических областей. Причем индекс Краснодара существенно вырос за период 2008–2016 гг., что идет вразрез с общей для российских техноградов тенденции к диверсификации.

Области технологической специализации техноградов

Основные результаты расчетов представлены в табл. 2, где цветом отмечены области технологической специализации техноградов. Читая таблицу горизонтально, можно зрительно выделить города, обладающие потенциалом развития тех или иных технологий. Читая таблицу по столбцам, можно получить представление о технологических портфолио городов и тех областях, в которых каждый из них специализируется в настоящий момент.

Проведенный анализ позволяет выделить три категории техноградов в зависимости от характеристик технологических областей, включенных в сферы их специализации⁵. Первая группа объединяет города, в чьем портфолио преобладают области высоких технологий (*high tech*) и ориентированные в первую очередь на разработку инновационных направлений. К их числу мы отнесли Москву, Санкт-Петербург и Томск.

⁵ В качестве методологической основы типологизации техноградов использовались сопоставительная классификация МПК и ОКВЭД [van Looy et al., 2014] и классификация видов экономической деятельности [Galindo-Rueda, Verger, 2016].

Табл. 2. Технологическая специализация техноградов: 2014 – 2016 гг.

		Москва	Санкт-Петербург	Воронеж	Уфа	Казань	Новосибирск	Екатеринбург	Краснодар	Пермь	Самара	Томск
Электрическая инженерия												
1	Электрооборудование, оборудование для производства, передачи и распределения электроэнергии	*	*		*		1.50	1.63	*		1.14	2.27
2	Аудиовизуальные технологии	1.15	1.45					1.30				
3	Телекоммуникации		1.67	2.37								1.98
4	Цифровая связь	1.16	3.42								1.21	
5	Базовые системы связи		1.30	3.86								
6	Компьютерные технологии	1.85	1.52									
7	Информационные технологии в управлении	1.73	1.16			2.71		1.85			1.15	
8	Полупроводники	1.44	1.22	1.23			1.67					1.55
Инструменты												
9	Оптика		1.63			2.59	4.09					
10	Измерительные технологии	*	1.77	*	*	*	1.43	*	*	*	*	1.73
11	Анализ биоматериалов							1.19		2.66	1.27	2.33
12	Контрольно-измерительные приборы		1.33			1.27					1.12	
13	Медицинские технологии	1.12	1.31	*	1.10	1.11	*	1.26	*	*	1.78	1.60
Химическая инженерия												
14	Тонкая и органическая химия				6.44	1.32	1.96	1.14	1.35	2.35		1.24
15	Биотехнологии	1.87					2.18					
16	Фармацевтика	1.10	*		1.94	1.11	1.25	*	*	*	*	1.71
17	Химия высокомолекулярных соединений, полимеры	1.11		1.18	1.32	2.02						1.43
18	Пищевая химия	*		4.01				*	6.21			
19	Химия базовых материалов	*			3.04	2.92			1.72	1.41		1.13
20	Материалы, металлургия	*	*			*	*	2.66		1.58	1.43	1.67
21	Обработка поверхностей и нанесение покрытий			1.14	1.53	1.28	1.14	1.39		1.22		
22	Микроструктурные и нанотехнологии	1.16					2.01	1.69		1.32		1.57
23	Химическая инженерия	*	*	*	1.87	*	1.96	*	1.95			1.15
24	Технологии защиты окружающей среды				1.96							
Механическая инженерия												
25	Обработка		1.52	1.46				1.65		1.26		
26	Станки							1.13			1.34	
27	Двигатели, насосы, турбины	*	*	1.33	*	1.80		*		2.27	2.07	
28	Машины для производства бумаги и текстиля		1.37			1.26				1.47		
29	Прочие специальные машины	*	*	1.47		*	*		2.07	*	*	
30	Термические процессы и нагревательные устройства			2.02	1.29		1.97	1.16				
31	Механические элементы	*			*	*					1.26	
32	Транспорт	*	1.45			*		*			1.14	
Прочее												
33	Мебель, игры			2.30				3.33		1.78	1.13	
34	Прочие потребительские товары	1.65							1.42			
35	Гражданское строительство	*	*	*	1.13	1.42	*	*		2.67	1.16	*

Примечание: цветом выделены сферы технологической специализации города (ИТС), звездочками — не входящие в их число крупные области, чей удельный вес в общей массе патентных заявок города превосходит среднее значение.
Источник: составлено авторами.

Сфера технологической специализации *Москвы* охватывает группу областей, связанных с информационно-коммуникационными технологиями. Столичный регион выступает ключевым генератором новых информационных технологий (ИТ), резиденцией таких отечественных ИТ-компаний, активно патентующих свои разработки в России и за рубежом, как Лаборатория Касперского, Яндекс, АВВУУ. В области компьютерных технологий на долю Москвы приходится около половины всех патентных заявок, поданных резидентами в России в 2014–2016 гг. Другие высокотехнологичные области специализации Москвы — биотехнологии, микроструктурные и нанотехнологии. В первом случае на долю города приходится почти 50% всех патентных заявок, во втором — около трети. На протяжении последнего десятилетия в столице активно развиваются также разработки полупроводников, химия материалов, технологии обработки поверхностей и нанесения покрытий. В целом технологическое портфолио московского технограда весьма диверсифицировано и располагает серьезными заделами во многих отраслях, что повышает шансы на возникновение новых технологий.

Санкт-Петербург специализируется на разработке технологий почти по всему спектру областей, относящихся к электрической инженерии, включая аудиовизуальные, телекоммуникационные и компьютерные. Наибольших успехов с точки зрения количественных показателей на сегодняшний день удалось добиться в области цифровой связи (26% всех патентных заявок, поданных резидентами в России в 2014–2016 гг.). Традиционно к направлениям технологической специализации города также относятся оптика, измерительные, медицинские и биотехнологии.

Томск демонстрирует заметные преимущества в сферах измерительных технологий (крупнейшая область в патентном портфолио города), тонкой и органической химии, фармацевтики, микроструктурных и нанотехнологий. Примечательно, что в их числе нет ни одной области из двух последних разделов классификатора — «Механическая инженерия» и «Прочее».

Вторую категорию техноградов составили города, в большей степени ориентированные на развитие менее наукоемких, «низких» технологий (*low-tech*), — Краснодар и Пермь.

Краснодар специализируется на целом блоке химических направлений: пищевой химии, химии материалов, химической инженерии, тонкой и органической химии. В некоторых из них город демонстрирует весьма высокие показатели. Так, Краснодар обеспечивает свыше 13% отечественных патентных заявок в области пищевой химии, поданных в России в 2014–2016 гг. К данной области относится более четверти изобретений, патентуемых заявителями из этого города. Прочные позиции в портфолио Краснодара занимает также область «Прочие специальные машины», которая преимущественно посвящена технике для агропромышленного комплекса.

В сферу технологической специализации *Перми* входят ряд областей, относящихся к химической и механической инженерии: двигатели, насосы, турбины; материалы, металлургия; машины для производства бумаги,

текстиля; химия базовых материалов и др. В первой из них заявители из Перми обеспечили почти 4% всех отечественных патентных заявок на изобретения за 2014–2016 гг. — существенный вклад, учитывая, что удельный вес города в среднем по всем областям не превышает 1.5%. Развиваются в Перми и отдельные направления, традиционно относимые к высокотехнологичным: тонкая и органическая химия, микроструктурные и нанотехнологии. Последние вошли в сферу технологической специализации города лишь недавно — в 2014–2016 гг. Ранее патентная активность в этой сфере либо вообще отсутствовала (2008–2010 гг.), либо оставалась незначительной (2011–2013 гг.). Пермь можно считать пограничным случаем: на смену очевидно преобладающим в текущей структуре технологической специализации более традиционным направлениям со временем могут прийти несколько областей, динамика которых способна пошатнуть сложившуюся модель.

Наконец, третью, наиболее многочисленную, категорию образуют технограды, специализирующиеся на целом спектре областей, вне зависимости от их технологического уровня или наукоемкости. К их числу мы отнесли Воронеж, Уфу, Казань, Новосибирск, Екатеринбург и Самару.

Воронеж специализируется на разработке технологий по широкому спектру направлений — от цифровой связи до специальных машин. Диверсифицированность технологического развития этого технограда демонстрирует и состав областей, в которых вклад города в патентную активность российских заявителей наиболее заметен. Лидируют здесь пищевая химия (удельный вес Воронежа — 11.5% при среднем уровне по всем областям — 3.1%) и базовые коммуникационные процессы (11.0%). Несколько областей высоких технологий выпали из сферы технологической специализации города за рассматриваемый период, среди них — аудиовизуальные технологии и цифровая связь.

Уфа отчетливо ориентирована на разработку химических технологий: на них приходится половина всех патентных заявок, поданных заявителями из этого города в России; многие из числа соответствующих направлений входят в сферу его специализации. Особый вклад Уфа вносит в развитие в национальном масштабе тонкой и органической химии — свыше 14% патентных заявок (при общем удельном весе города лишь около 2.5%), что в первую очередь объясняется деятельностью ключевого разработчика в этой области — Института нефтехимии и катализа РАН.

К специализации *Казани* относится разработка новых полупроводников и полимеров, технологий в области тонкой и органической химии, химии базовых материалов. В технологическом портфолио *Новосибирска* особое положение занимает оптика — именно здесь сделаны около 9% отечественных изобретений в этой области за период 2014–2016 гг. Заслуживает упоминания и потенциал Новосибирска в сфере биотехнологий: в рейтинге техноградов по числу поданных в России патентных заявок в этой области за последнее десятилетие город неизменно занимает третье место (после Москвы и Санкт-Петербурга). Решающую роль

в удержании столь высокой позиции играет Институт химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения РАН — наиболее активный заявитель в городе по этому направлению.

Расчеты индексов концентрации показывают, что в *Екатеринбурге* и *Самаре* в последнее десятилетие наметилась постепенная диверсификация технологического портфолио. В результате сегодня оба технограда специализируются на разработке целого спектра новых областей, как в высокотехнологичном сегменте (ИТ в управлении, анализ биоматериалов, медицинские технологии, для Екатеринбурга также — аудиовизуальные, микроструктурные и нанотехнологии), так и в низкотехнологичном (материалы, металлургия и мебель, игры).

Заключение

Крупные города выступают драйверами технологического развития в России и в большинстве стран мира. Благодаря географической концентрации и доступу к ресурсам — финансовым, кадровым, техническим — разработка новых технологий протекает здесь наиболее интенсивно, что выражается и в показателях патентной активности. За последнее десятилетие состав городов — технологических лидеров в нашей стране остался практически неизменным. Такая стабильность может, с одной стороны, свидетельствовать об отсутствии значимых прорывов у остальных игроков отечественного технологического рынка, с другой — служить подтверждением высокого потенциала и устойчивости ведущих агломераций. Стратегии и компетенции последних весьма диверсифицированы, что довольно предсказуемо с учетом различий в их расположении, доступе к природным ресурсам, благосостоянии, наличии крупных научных и образовательных центров и т. п. Практическая значимость нашего исследования состоит не только в эмпирическом подтверждении этой интуитивно достоверной гипотезы, но и в комплексной оценке патентных портфолио и технологической специ-

ализации российских техноградов, которая может быть полезна при принятии решений и стимулировании технологического развития на региональном и даже муниципальном уровнях.

Проведенное исследование позволило также выявить области, в развитие которых вовлечены все российские технограды и которые, таким образом, можно рассматривать в качестве надежной основы дальнейшего роста технологического потенциала страны. Речь, в частности, идет об измерительных технологиях, на разработке которых специализируются Санкт-Петербург, Новосибирск и Томск. Однако в эту сферу активно вовлечены все технограды: почти в каждом из них она входит в число крупнейших по числу патентных заявок. Благодаря изобретательской продуктивности разработчиков из различных регионов в области измерительных технологий Россия занимает сегодня 8-е место в мире по показателям патентной активности при 11-й позиции по всем областям в целом⁶. Аналогичная ситуация наблюдается и в области медицинских технологий, гражданского строительства и, в последние годы, фармацевтики.

Несмотря на описанные во вводной части статьи ограничения нашего исследования, оно прокладывает путь дальнейшему анализу технологического развития городов, предлагая методологию работы с патентными данными на уровне отдельных административно-территориальных образований. Перспективным направлением научного поиска в этой связи представляется комплексное изучение динамики развития конкретных технологий в крупнейших городах. Дальнейшие исследования будут способствовать не только идентификации устойчивых компетенций техноградов, но и выявлению зарождающихся трендов и слабых сигналов, способных повлиять на траектории технологического развития городов в перспективе.

Статья подготовлена в рамках научно-исследовательской работы по теме: «Исследование подходов к формированию статистических индикаторов состояния и динамики развития сферы науки и технологий», выполненной НИУ ВШЭ в 2019 г.

Библиография

- Гохберг Л.М. (2003) Статистика науки. М.: ТЕИС.
 Роспатент (2018) Отчет о деятельности Роспатента за 2017 г. М.: Роспатент.
 Andersson R., Quigley J.M., Wilhelmsson M. (2005) Agglomeration and the special distribution of creativity // *Regional Science*. Vol. 84. № 3. P. 445–464.
 Archibugi D., Pianta M. (1992) Specialization and size of technological activities in industrial countries: The analysis of patent data // *Research Policy*. Vol. 21. № 1. P. 79–93.
 Balland P.-A., Boschma R., Frenken K. (2015a) Proximity and Innovation: From Statics to Dynamics // *Regional Studies*. Vol. 49. № 6. P. 907–920.
 Balland P.-A., Rigby D., Boschma R. (2015b) The technological resilience of US cities // *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. Vol. 9. P. 167–184.
 Boschma R. (2015) Towards an Evolutionary Perspective on Regional Resilience // *Regional Studies*. Vol. 49. № 5. P. 733–751.
 Boschma R., Balland P.-A., Kogler D.F. (2014) Relatedness and technological change in cities: The rise and fall of technological knowledge in US metropolitan areas from 1981 to 2010 // *Industrial and Corporate Change*. Vol. 24. № 1. P. 223–250.

⁶ Расчеты авторов на основе данных ВОИС за 2017 г. [WIPO IP Statistics Data Center. Режим доступа: <https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>, дата обращения 20.11.2018 г.

- Cantwell J., Vertova G. (2004) Historical evolution of technological diversification // *Research Policy*. Vol. 33. P. 511–529.
- Carlino G., Kerr W. (2014) Agglomeration and Innovation. Working Paper 15-007. Boston, MA: Harvard Business School. Режим доступа: http://real.wharton.upenn.edu/~duranton/Duranton_Papers/Handbook/Agglomeration_and_innovation.pdf, дата обращения 15.11.2018.
- Cortright J., Mayer H. (2001) High Tech Specialization: A Comparison of High Technology Centers // Center on Urban and Metropolitan Policy. Washington, D.C.: The Brookings Institution. Режим доступа: <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/specialization.pdf>, дата обращения 15.11.2018.
- Dachs B., Mahlich J., Zahradnik G. (2007) The Technological Competencies of Korea's Firms: A Patent Analysis // *Innovation and Technology in Korea: Challenges of a Newly Advanced Economy* / Eds. J. Mahlich, W. Pascha. Heidelberg, NY: Physica-Verlag. P. 127–146.
- Ejermo O. (2005) Technological diversity and Jacob's externality hypothesis revisited // *Growth and Change*. Vol. 36. № 2. P. 167–195.
- Fleming L., Sorenson O. (2001) Technology as a complex adaptive system: Evidence from patent data // *Research Policy*. Vol. 30. P. 117–132.
- Galindo-Rueda F., Verger F. (2016) OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity. OECD Science, Technology and Industry Working Paper 2016/04. Paris: OECD.
- Giannitsis T., Kager M. (2009) Technology and Specialization: Dilemmas, Options, Risks? Brussels: European Commission.
- Glaeser E., Kallal H., Scheinkman J., Shleifer A. (1992) Growth in Cities // *The Journal of Political Economy*. Vol. 100. № 6. P. 1126–1152.
- Grilliches Z. (1990) Patent statistics as economic indicators: A survey // *Journal of Economic Literature*. Vol. 28. P. 1661–1707.
- Ha S.H., Liu W., Cho H., Kim S.H. (2015) Technological advances in the fuel cell vehicle: Patent portfolio management // *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 100. P. 277–289.
- Jacobs J. (1969) *The Economy of Cities*. New York: Random House.
- Jacobs J. (1984) *Cities and the Wealth of Nations: Principles of Economic Life*. New York: Random House.
- Jaffe A., Trajtenberg M., Henderson R. (1993) Geographical localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations // *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 108. № 3. P. 577–598.
- Khramova E., Meissner D., Sagieva G. (2013) Statistical patent analysis indicators as a means of determining country technological specialization. HSE Working Paper. Series: Science, Technology and Innovation, WP BRP 09/STI/2013. Moscow: HSE. Режим доступа: <https://www.hse.ru/data/2013/04/10/1297571825/09STI2013.pdf>, дата обращения 10.11.2018.
- Kogler D.F., Heimeriks G., Leydesdorff L. (2018) Patent portfolio analysis of cities: Statistics and maps of technological inventiveness // *European Planning Studies*. Vol. 26. № 11. P. 2256–2278.
- Kogler D.F., Rigby D., Tucker I. (2013) Mapping Knowledge Space and Technological Relatedness in US Cities // *European Planning Studies*. Vol. 21. № 9. P. 1374–1391.
- O'hUallachain B. (1999) Patent places: Size matters // *Journal of Regional Science*. Vol. 39. № 4. P. 613–636.
- Patel P., Pavitt K. (1997) The technological competencies in the world's largest firms: Complex and path dependent, but not too much variety // *Research Policy*. Vol. 26. P. 141–156.
- Pianta M., Meliciani V. (1996) Technological specialization and economic performance in OECD countries // *Technology Analysis & Strategic Management*. Vol. 8. № 2. P. 157–174.
- Rigby D. (2015) Technological relatedness and knowledge space: Entry and exit of US cities from patent classes // *Regional Studies*. Vol. 29. № 11. P. 1922–1937.
- Schmoch U. (2008). Concept of a technology classification for country comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organization (WIPO). Karlsruhe: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
- Strumsky D., Lobo J., van der Leeuw S. (2012) Using patent technology codes to study technological change // *Economics of Innovation and New Technology*. Vol. 21. № 3. P. 267–286.
- van Looy B., Vereyen C., Schmoch U. (2014) *Patent Statistics: Concordance IPC V8 P. NACE Rev.2*. Paris: Eurostat.
- Vlckova J., Kasprikova N., Vlckova M. (2018) Technological relatedness, knowledge space and smart specialization: The case of Germany // *Moravian Geographical Reports*. Vol. 26. № 2. P. 95–108.
- Xia L., Hu J.-Y. (2014) Analysis of the relationship between specialization and innovation of technology in Chinese cities // *Applied Mechanics and Materials*. Vol. 522–524. P. 1577–1580.