

Е.А. Стрельцова

Институт статистических исследований и экономики знаний Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Москва

Глобальные потоки технологического знания: место России¹

Аннотация. Технологическое знание, которое лежит в основе новых технологий и инноваций, является важной составляющей экономического успеха — на корпоративном и национальном уровнях. Его значимость стимулирует различных акторов все активнее включаться в глобальную гонку за талантами, которые обладают таким знанием. В статье обсуждается, насколько успешно в этой гонке выступает Россия. На основе анализа патентных документов в ней изучены интенсивность и паттерны взаимодействия российских изобретателей с зарубежными организациями, и наоборот, — процессы привлечения иностранных специалистов к созданию новых технологий в нашей стране. Сопоставление этих двух потоков — исходящего и входящего — показывает, что Россия пока все еще остается донором технологического знания, а не его реципиентом. Одной из причин является ограниченность круга российских организаций, которые способны конкурировать за технологическое знание на мировой арене. Сохраняющийся дисбаланс между входящими и исходящими потоками особенно заметен в высокотехнологичных и приоритетных для России областях, в первую очередь в сфере ИКТ.

Ключевые слова: потоки знания, открытые инновации, сотрудничество в сфере науки и технологий, утечка умов, технологическое знание, патентный анализ.

Классификация JEL: O31, O33, O34, J61.

Для цитирования: **Стрельцова Е.А.** (2022). Глобальные потоки технологического знания: место России // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 5 (57). С. 39–54. DOI: 10.31737/2221-2264-2022-57-3

1. Постановка проблемы

В современном мире наука и технологии являются важными драйверами социального и экономического развития. Этот факт влияет на исследования в области социальных наук, представители которых активно изучают воздействие этих факторов на все социальные процессы, функционирование общества в целом. Такая трансформирующая роль науки, знания в целом, признается сегодня и далеко за пределами этого поля: ставка на научно-технологический прогресс характеризует актуальную политическую повестку многих стран. В России, например, принят ряд программных документов, каждый из которых подчеркивает вклад науки, технологий, инноваций в конкурентоспособность экономики, поддержание национальной безопасности (Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации², государственная программа «Научно-технологическое развитие Российской Федерации»³ и др.).

Корпоративный мир также осознает ценность этого ресурса. Исследования в области экономики, многие из которых уже стали классикой, демонстрируют прямую корреляцию между затратами организаций на научные исследования и разработки и их продуктивностью, другими экономическими показателями (Griliches,

¹ Статья написана при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 20-111-50221). Автор выражает благодарность Д.М. Мартынову за помощь в формировании эмпирической базы исследования.

² Утверждено Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642.

³ Утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 марта 2019 г. № 377.

1979; Griliches, Lichtenberg, 1984; Jaffe, 1986). Ввиду специфики коммерческой деятельности, где главная цель – получение прибыли, особенно важную роль для бизнеса играет такой ресурс, как технологическое знание, – тип знания, который конвертируется в новые технологии и интеллектуальную собственность (Parayil, 1991). Все чаще сегодня под влиянием глобализации и парадигмы открытых инноваций (Chesbrough, 2003) организации привлекают знания из внешних источников, развивая разные формы кооперации не только с другими организациями, но и напрямую с индивидами, изобретателями, в том числе в зарубежных странах (Howells, James, Malik, 2003; Sonnenwald, 2007; McAusland, Kuhn, 2009). В результате, современный мир пронизан трансграничными потоками технологического знания, которые становятся важным фактором инновационной активности (Oettl, Agrawal, 2008) и предметом исследовательского интереса (Chen, Zhang, Fu, 2019).

Многие исследования, нацеленные на изучение этих потоков, используют методы патентного анализа (Jaffe, Trajtenberg, 1998; Ma, Lee, Chen, 2009), так как именно получение патента является доминирующей стратегией защиты новых технических решений в большинстве областей (Boschma, Balland, Kogle, 2014). Таким образом, данные о патентной активности с высокой степенью достоверности отражают процессы разработки новых технологий (Strumsky, Lobo, Leeuw, 2012). Кроме того, патенты содержат информацию об изобретателях (авторах изобретения) и патентообладателях (юридических или физических лицах, за которыми закреплено право на интеллектуальную собственность), в том числе указание их национальности в первом случае и места регистрации – во втором.

Анализ этих сведений позволяет выделить три формы трансграничного сотрудничества между:

- 1) патентообладателями из нескольких стран (институциональная кооперация);
- 2) изобретателями из нескольких стран (международные изобретательские команды);
- 3) патентообладателями из одной страны и изобретателями – из другой.

Первые две формы являются примерами симметричного, или паритетного, сотрудничества, т.е. подразумевают обмен знаниями между изобретателями и равноправное использование полученных результатов. В последнем случае – когда автор изобретения представляет одну страну, но права на его использование закреплены за другой – можно говорить об асимметричном взаимодействии и потенциально однонаправленном перетоке знаний. Несмотря на возможные социальные и экономические издержки такого сотрудничества, именно эта форма остается сегодня мало изученной не только представителями российской, но и зарубежной науки. Причиной тому – техническая сложность сбора и обработки такой информации (Ma et al., 2009; Nepelski, De Prato, 2015).

Данная статья призвана восполнить существующий пробел: в ней представлены результаты анализа потоков технологического знания между Россией и зарубежными странами на основе данных о трансграничном сотрудничестве изобретателей и патентообладателей. При этом исследование ставит перед собой задачу не только количественно измерить эти потоки, оценить их интенсивность, но и определить их географию – выявить регионы и страны, с организациями которых предпочитают сотрудничать изобретатели из России, и наоборот, – которые можно рассматривать в качестве источников технологического знания для российских науки и экономики.

Решение этих исследовательских задач имеет очевидную научную и прикладную ценность. Такой вид *сотрудничества с зарубежными организациями можно обоснованно рассматривать как одну из форм латентной утечки умов* — данная работа позволяет установить масштабы и структурные особенности этого процесса, отвечая, таким образом, на вопрос о том, является сегодня Россия скорее донором или реципиентом технологического знания.

2. Глобальные потоки технологического знания: исследовательская повестка

Понятие «технологическое знание» широко используется в научной литературе, начиная с середины прошлого века (Argow, 1969). При этом и сегодня оно употребляется в различных контекстах как результат сосуществования множества определений. Так, например, в исследованиях образования данный термин употребляется для обозначения осведомленности о различных технологиях, умения их использовать (Nordstrom, 2014; Sundqvist, 2020). В области менеджмента — порой как синоним самой технологии, представленной в кодифицированной форме. В таком случае исследователи рассматривают потоки технологического знания как процесс передачи патентов, лицензий, ноу-хау между организациями, в том числе из разных стран (Montobbio, Sterzi, 2012). Нередко под *технологическим знанием* понимают техническую информацию, которая содержится в патентах или научной литературе. При таком подходе его международные знания изучают, как правило, на основе анализа цитирований (Hu, Jaffe, 2003; Kotabe et al., 2007; Wu, Mathews, 2012; Hassan, Haddawy, 2013). Но все же чаще этот процесс ассоциируют с личным участием самого носителя технологического знания, поскольку неявное знание (tacit knowledge) является его важной составляющей (Balconi, 2002; Cimoli, Coriat, Primi, 2009; Montobbio, Sterzi, 2013).

Этот факт в совокупности с убежденностью исследователей в том, что технологическое знание всегда имеет практическую, прикладную направленность, т.е. воплощается, как правило, в новых технологиях и инновациях, делает обоснованным изучение его потоков на основе патентного анализа (Xiang et al., 2013). Данный методологический подход традиционно используется для решения различных исследовательских задач, связанных с развитием технологий (Гохберг, 2003; Boschma et al., 2014; Стрельцова, Кузьмин, 2019; Клыпин, Вьюнов, 2020), в том числе для анализа совместной деятельности их создания (Lei et al., 2013). Кто разрабатывает новые технологии? Где? И вместе с кем? Кому принадлежат на них права? И как этот процесс стимулирует трансграничное сотрудничество? На эти и многие другие вопросы дает ответ анализ патентных документов, содержащих подробные сведения об изобретателе и патентообладателе, странах, которые они представляют, дате подачи заявки и др.

Используя данный подход, Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС) установила, что с начала 2010-х годов в мире наблюдается быстрый рост интенсивности международной кооперации в области создания новых патентуемых технологий (Goldman et al., 2014)⁴. Доля патентных заявок на изобретения, авторами которых являются изобретатели сразу из нескольких стран, резко возросла. Так, например, уже в 2011–2013 гг. свыше половины патентных заявок США были поданы на изобретения, разработанные с участием иностранных специ-

⁴ В целом, это — долгосрочный тренд, который сохраняет свою устойчивость на протяжении нескольких десятилетий. В частности, исследование (Cappwell, 1989) показало, что число международных патентных заявок (с заявителями и изобретателями из разных стран) значительно увеличилось уже в период с 1969 по 1986 г.

алистов (в основном, из Китая и Индии). Еще несколько стран – Япония, Германия, Китай – так же активно включены в глобальные процессы обмена технологическим знанием. Российские организации тоже привлекают высококвалифицированных иностранных специалистов: в этот период авторы из зарубежных стран были указаны в каждой пятой российской патентной заявке на изобретение (там же).

При этом очевидно, что страны играют разные роли в этом процессе глобального перемещения технологического знания (Guellec, Potterie, 2001). Некоторые из них традиционно являются его импортерами: здесь входящие потоки стабильно превышают исходящие (Miguelez, Fink, 2013). Анализ трансграничных перемещений изобретателей показал, что к началу 2010-х годов наиболее активными импортерами были азиатские технологические хабы Гонконг и Сингапур (Oettl, Agrawal, 2008). Небольшие европейские страны – например Венгрия, Швеция, Финляндия, – напротив, выступали в качестве источников технологического знания для других экономик.

Сегодня активно включен в процессы трансграничного взаимодействия и новый мировой лидер по многим показателям научно-технологического развития – Китай (Индикаторы науки ..., 2021). Д. Непельски и Г. Де Прато (Nepelski, De Prato, 2015) детально изучили потоки технологического знания *из и в* эту страну. Они установили, что в 1990–2009 гг. заметно усилилась интенсивность взаимодействия в обоих направлениях: все больше иностранных изобретателей стали работать на китайские компании, и наоборот: все больше китайских разработчиков взаимодействовали с зарубежными организациями, создавали для них новые технологии. Несмотря на позитивный рост в обоих случаях, исходящие потоки неизменно опережали входящие по объему патентования. Так, например, в 2009 г. китайские заявители подали около 200 патентных заявок на изобретения, среди авторов которых были граждане других стран. При этом число заявок на изобретения, в которых авторы из Китая, а заявители из других стран, превысило 1,5 тыс. Используя терминологию из области международной торговли, авторы констатируют, что в результате несоответствия потоков технологического знания его дефицит в стране на протяжении 1990–2009 гг. составлял ежегодно, в среднем, около 300%.

Анализируя патентные документы в разрезе технологий, исследователи установили, что наиболее востребованными за рубежом оказались компетенции китайских изобретателей в областях, связанных с информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ). На них суммарно приходилось свыше половины заявок на изобретения, разработанных авторами из Китая для других стран (там же). Эти результаты подтверждает и другое исследование, в рамках которого был изучен вклад «этнических» изобретателей в патентную активность США⁵ (Kerr S., Kerr R., 2015). Эта работа показала, что компании – разработчики технологий чаще привлекали специалистов из-за рубежа именно в высокотехнологичных областях. К 2005 г. около 40% американских изобретений в таких областях, как электроника и электрооборудование, компьютеры и связь, фармацевтика и медицина, были разработаны с участием «этнических» изобретателей.

Ключевыми магнитами технологического знания являются крупные организации, глобальные корпорации, успешность которых во многом зависит от эффективности поиска и привлечения такого знания по всему миру (knowledge sourcing) (Howells et al., 2003; Hong, Snell, Easterby-Smith, 2009; Dachs, Ebersberger,

⁵ К «этническим» изобретателям в данном исследовании авторы относят представителей всех этносов, кроме американцев США.

2009; Marino et al., 2020). Используемые ими формы работы с изобретателями из других стран весьма диверсифицированы. По оценке А. Бергек и М. Брузелиус (Bergek, Bruzelius, 2010), 60% их изобретений, созданных с участием иностранных авторов, — результат работы «на расстоянии». Нередко компании открывают за рубежом свои национальные представительства, научно-исследовательские подразделения, лаборатории и нанимают для работы в них сотрудников из числа местных жителей. Права на технологии, разработанные в таких подразделениях, зачастую закреплены за головным офисом.

Часть же изобретений — результат миграции высококвалифицированных кадров в страну, где базируется компания. Это может быть временная трудовая миграция или переезд на постоянное место жительства. В случае если изобретатель сохраняет тесные связи со страной эмиграции, не меняет гражданства, в патентных документах он (она) может по-прежнему указывать код именно этой страны, даже находясь физически в другом государстве (Montobbio, Sterzi, 2013). По мнению А. Бергек и М. Брузелиус (Bergek, Bruzelius, 2010), на такую форму взаимодействия приходится порядка 40% изобретений, разработанных авторами одной страны для организаций другой. С. Керр и В. Керр (Kerr S., Kerr R., 2015) дают несколько иную оценку — 30%.

Вне зависимости от того, какой именно результат расчетов является более точным, изучение совместной работы изобретателей и патентообладателей из разных стран представляет большой исследовательский и практический интерес: с одной стороны, этот процесс характеризует эмиграцию высококвалифицированных кадров из страны, с другой — латентную «утечку умов», когда изобретатели продолжают работать в своей родной стране, но результаты их работы «мигрируют» в другую. Далее в статье представлены методология изучения таких взаимодействий между Россией и другими странами и ключевые результаты исследования.

3. Эмпирическая база и методология исследования

В основе исследования лежит статистический анализ данных о патентной активности — подаче заявок на получение патента на изобретение. Традиционно эмпирической базой такой работы выступают именно *патентные заявки*: в отличие от патентов, до выдачи которых с момента подачи заявки обычно проходит два–три года, они позволяют получить более актуальный срез⁶ (Picci, 2010). Известно, что на одно изобретение может быть подано несколько патентных заявок (в разных странах). Чтобы избежать двойного счета, в данном исследовании каждое изобретение учитывалось только один раз. Оно приписывалось тому году, когда была подана первая заявка на выдачу патента.

В качестве источника информации использована международная база PatStat Global, которая агрегирует данные большинства патентных офисов мира, включая крупнейшие — Ведомство по патентам и товарным знакам США (USPTO), Европейское (ЕРО) и Японское (JPO) патентные ведомства. Эта база содержит первичные документы, что позволяет проводить самостоятельные расчеты показателей, не публикуемых в рамках традиционной патентной статистики. Именно к таким относятся показатели, характеризующие совместную активность изобретателей и патентообладателей из разных стран. С учетом необходимости измерения

⁶ OECD Patent Statistics Manual. Paris: OECD, 2009 (<https://www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentstatisticsmanual.htm>).

потоков технологического знания в динамике для анализа выбран период с 2010 по 2019 г.⁷

Для целей исследования на основе данных PatStat Global было сформировано два массива патентных документов. Первый стал основой для анализа входящих потоков технологического знания (в Россию из-за рубежа). Он содержит патентные заявки на изобретения, в которых все указанные заявители⁸ – резиденты России и при этом по крайней мере один изобретатель – из другой страны. В массив не включались заявки, в которых, наравне с российскими заявителями, указаны заявители из тех стран, которые представляют изобретатели (например, заявители – компании из России и Франции и изобретатели из этих же двух стран). Такие заявки характеризуют интенсивность институциональной кооперации, когда организации из нескольких стран объединяют свои ресурсы, в том числе кадровые, для разработки новой технологии или продукта. Данный тип взаимодействия представляет несомненный интерес для изучения международного сотрудничества, но не входит в предметное поле данного исследования. Кроме того, из массива удалены патентные заявки, зарегистрированные на российские представительства глобальных корпораций (например, Siemens, American Tobacco и др.).

Второй массив данных включает все патентные заявки на изобретения, в которых указан по крайней мере один изобретатель из России, а все заявители – резиденты других стран. На основе этого массива данных был проведен анализ исходящих потоков технологического знания (из России за рубеж). Из данного массива исключены патентные заявки, в которых в качестве заявителей указаны зарубежные представительства российских компаний. Так, например, в отдельные годы «Яндекс» регистрировал свои изобретения на дочернюю компанию «Yandex Europe» в Швейцарии, компания «Yota» – на дочернее предприятие, зарегистрированное на Виргинских островах и т.д. Очевидно, что такие решения – часть бизнес-стратегий компаний, но не примеры перетока технологического знания за рубеж.

На этапе дальнейшей проверки из обоих массивов были также удалены несколько других категорий патентных заявок – те, в которых:

1) заявитель – один из членов международной команды изобретателей (например, авторы изобретения – резиденты США, Китая и России, и один из них, россиянин, выступает в качестве единоличного заявителя при подаче патентной заявки в России). Несмотря на то что такие документы формально соответствуют установленным критериям отбора, очевидно, что в основе лежит просто рациональное решение для упрощения оформления прав на интеллектуальную собственность;

2) заявитель и изобретатель – резиденты разных стран, но однофамильцы (родственники). Очевидно, что такое сочетание – также лишь формальный подход к оформлению прав на изобретение в различных странах;

3) не указаны страны заявителя и/или изобретателя.

Суммарно на эти категории в первом массиве данных (в Россию) пришлось около 20% первоначального объема документов (из-за высокой активности физических лиц), во втором (из России) – менее 5%. Их удаление и, в целом, многократная

⁷ Все международные базы данных, содержащие первичную патентную информацию, обновляются со значительным опозданием. Это связано с большими объемами агрегируемой информации, необходимостью ее кодирования и перевода с национальных языков на английский и др. В результате на момент проведения исследования (август 2022 г.) последним годом, за который в базе PatStat Global были опубликованы полные данные, оказывается 2019 г.

⁸ На этапе подачи заявки юридическое или физическое лицо, которое ее подает, имеет статус заявителя. Позже, в случае выдачи патента данный статус меняется на статус «патентообладатель». В данной работе эти два понятия используются как взаимозаменяемые.

и тщательная проверка массивов, кросс-контроль, обеспечили полное соответствие эмпирической базы задачам исследования и, таким образом, объективность его результатов, описанных далее. Анализ был проведен по всем патентным документам, соответствующим заданным критериям.

4. Участие России в глобальных потоках технологического знания: основные результаты исследования

Рис. 1 демонстрирует интенсивность потоков технологического знания из и в Россию в 2010–2019 гг. Радикальных изменений за это время не произошло: по-прежнему экспорт знаний превышает импорт, хотя разрыв несколько сократился. Российские изобретатели за этот период приняли участие в создании 8,8 тыс. изобретений для зарубежных стран, но в 2019 г. в мире было подано на 9,0% меньше заявок на такие технические решения, чем в 2010 г. Часть отечественных изобретателей, работавших на зарубежные компании в начале 2010-х годов, могла в последующие годы окончательно эмигрировать и утратить статус резидента России, что отразилось на количественных показателях исходящего потока технологического знания.

Иностранные изобретатели за последнее десятилетие поучаствовали в разработке 3,6 тыс. изобретений для российских заявителей, и в этом сегменте наблюдается обратная динамика: в 2019 г. таких заявок было подано почти на 20% больше, чем в 2010 г. (312 против 263). Можно предположить, что отчасти такой прирост связан с появлением спроса на соответствующие компетенции на отечественном рынке,

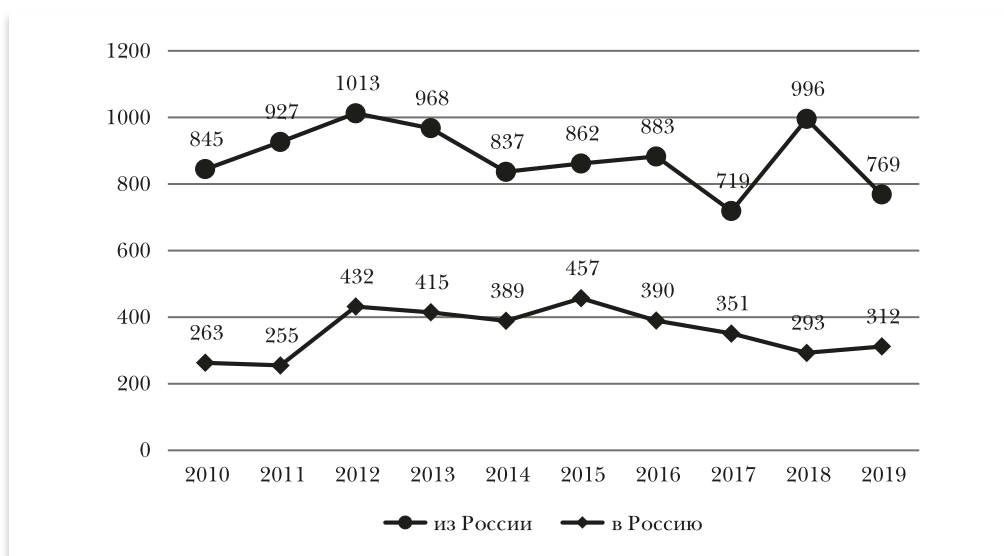


Рис. 1

Интенсивность потоков технологического знания

Примечание. На рисунке указано число патентных заявок на изобретения, в которых: 1) заявители — из России, изобретатели — из других стран («в Россию») и 2) заявители — из зарубежных стран, изобретатели — из России («из России»).

Источник: расчеты автора на основе данных PatStat Global.

формированием «притягивающих» (pull) факторов для российских и иностранных изобретателей (Наумов, 2015). Наиболее высокие показатели интенсивности такой формы сотрудничества наблюдались в 2012–2015 гг. Именно на этот период приходится активизация научно-технической политики в России: принят ряд мер, направленных на развитие вузовской науки (программы стратегического развития вузов, Проект повышения конкурентоспособности университетов среди ведущих научно-образовательных центров (Проект 5–100)⁹), поддержку связей между наукой и бизнесом; созданы новые институты и инструменты поддержки научных исследований и разработок (Российский научный фонд, Фонд перспективных исследований и др.) (Gershman, Kuznetsova, 2016).

Несмотря на положительную динамику, сотрудничество российских разработчиков технологий с зарубежными изобретателями по-прежнему остается экзотикой: доля патентных заявок на изобретения, созданные с участием таких авторов, в общем числе заявок России в течение всего анализируемого периода колебалась в интервале от 0,8 (2010–2011 гг.) до 1,4% (2014–2015 гг.), а в 2019 г. составила 1,1%¹⁰.

География входящих и исходящих потоков технологического знания значительно различается (рис. 2). Наиболее востребованы компетенции российских

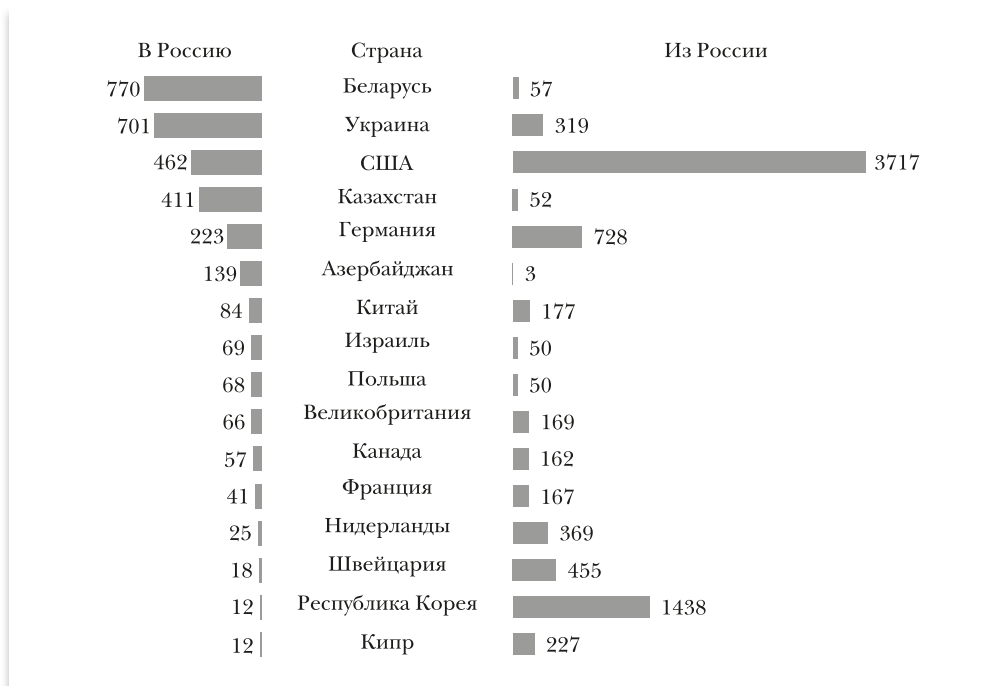


Рис. 2

География потоков технологического знания «в» и «из» России: 2010–2019 гг.

Примечание. На рисунке указано число патентных заявок на изобретения, в которых: 1) заявители – из России, изобретатели – из указанной страны («в Россию»); 2) заявители – из указанной страны, изобретатели – из России («из России»). В график включены топ-10 стран по каждой из двух категорий. Сумма превышает общее число изобретений в двух категориях, так как права на одно изобретение могут принадлежать одновременно заявителям из нескольких стран.

Источник: расчеты автора на основе данных PatStat Global.

⁹ Постановление Правительства Российской Федерации от 16 марта 2013 г. № 211.

¹⁰ Расчеты автора на основе данных ВОИС и PatStat Global.

изобретателей в США. На долю этой страны в 2010–2019 гг. приходилась почти половина (42,1%) изобретений с участием авторов из России для иностранных организаций и частных лиц. Большой спрос наблюдается и со стороны Республики Корея (16,3%). Также в топ-5 вошли Германия (8,3%), Швейцария (5,2%) и Украина (3,6%). Во второй половине 2010-х годов, вслед за обострением политической обстановки резко сократилось число изобретений для украинских организаций. Если принимать в расчет только показатели 2018–2019 гг., то в рейтинге стран – импортеров технологического знания из России Украину опередают Нидерланды, Кипр, Япония и многие другие страны.

Права почти на 90% изобретений, разработанных в 2010–2019 гг. российскими авторами для иностранных заявителей, принадлежат сегодня резидентам ведущих стран мира в сфере научно-технического развития. Кроме уже упомянутых выше, это – Франция, Великобритания, Канада, Китай, Япония и др.¹¹ В целом, такой результат вполне предсказуем: как показывают исследования, основные потребители технологического знания – экономики с высокими ВВП (Guan, Chen, 2012).

Состав стран-экспортеров технологического знания в Россию совсем иной. Половина изобретений, созданных с участием иностранцев для российских организаций и физических лиц в 2010–2019 гг., – результаты работы изобретателей из Беларуси (21,6%), Украины (19,7%) и Казахстана (11,6%). Довольно высокие позиции в этом условном рейтинге занимают США (462 изобретения для российских организаций, или 13,0% их общего числа в 2010–2019 гг.) и Германия (223 изобретения, 6,3%), которая на протяжении рассматриваемого периода являлась важнейшим партнером России в сфере науки и технологий (Индикаторы науки: 2022). Тем не менее, в последние годы доля этих стран в потоке технологического знания в Россию постепенно снижается.

Проведенный анализ подтвердил результаты более ранних исследований: основной спрос на высококвалифицированные кадры и знания обеспечивают глобальные корпорации. Топ-15 организаций, лидирующих по числу изобретений, разработанных для них с участием российских изобретателей, образует крупный бизнес. Это – Samsung, Intel, EMC (Dell EMC), Schumberger, Siemens и др.

Деловой климат в нашей стране значительно отличается от условий, в которых функционируют многие глобальные корпорации. Спрос бизнеса на исследования и разработки здесь ниже (Чехломин, Аксянова, 2019; Vlasova, Roud, 2020), число крупных предприятий, способных конкурировать за высококвалифицированные кадры на мировой арене, крайне ограничено. В результате структура организаций, на которые работают изобретатели из-за рубежа, весьма диверсифицирована. Почти половина российских изобретений, созданных с участием иностранных авторов в 2010–2019 гг., принадлежит бизнесу (табл. 1). На долю вузов приходится треть таких изобретений, порядка 15% были разработаны для российских научно-исследовательских организаций.

Направления сотрудничества различных типов российских организаций с высококвалифицированными кадрами из других стран существенно различаются. Бизнес чаще привлекает изобретателей из ведущих стран мира – Германии, Китая, США, Японии и др. Такую возможность несколько реже, но все же используют ведущие вузы (например, МГУ им. М.В. Ломоносова, Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Самарский государственный аэрокос-

¹¹ Страны перечислены в порядке уменьшения числа изобретений российских авторов.

Таблица 1

Российские организации – лидеры по импорту технологического знания: 2010–2019 гг.

| Тип организации | Топ-5 заявителей по числу изобретений, разработанных с участием иностранных изобретателей | Страны изобретателей |
|-----------------|---|--|
| Бизнес 48,4% | Аквафор | Израиль, США, Эстония |
| | Парафарм | США |
| | Р-Фарм | Китай, США |
| | Лаборатория Касперского | Великобритания, Италия, Канада, США, Франция |
| | Нефтекамский машиностроительный завод | Украина |
| Вузы 34,2% | Национальный исследовательский технологический университет МИСиС | Австрия, Беларусь, Германия, Италия, Казахстан, Канада, Таджикистан, Узбекистан, Украина, Япония |
| | Кубанский государственный технологический университет | Беларусь, Бурунди, Казахстан, Таджикистан, Украина |
| | Национальный исследовательский Томский политехнический университет | Германия, Исландия, Казахстан, Китай, Мексика, Норвегия |
| | Донской государственный технический университет | Беларусь, Украина |
| | Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» | Беларусь, Испания, Казахстан, Узбекистан, Эстония |
| НИИ 14,6% | МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова | Азербайджан, Беларусь, Киргизия, Польша, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Украина |
| | Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова | Беларусь, Таджикистан, Украина |
| | Институт химии твердого тела УрО РАН | Австрия, Беларусь, Китай |
| | Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН | Китай, Новая Зеландия |
| | Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН | Германия, Украина |

Источник: расчеты автора на основе данных PatStat Global.

мический университет им. академика С.П. Королева, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина и др.). Почти все вузы, попавшие в эту группу, имеют сегодня особый статус, это – национальные исследовательские, федеральные университеты, участники Проекта 5–100. Очевидно, что благодаря дополнительным мерам поддержки у них больше возможностей и ресурсов для найма иностранных специалистов, в том числе в целях реализации изобретательской деятельности. Некоторые исследователи отмечают, что вузам проще привлекать кадры из-за рубежа благодаря специально установленному для них режиму: упрощенным процедурам оформления визы, трудового договора, других документов (Kerr S., Kerr R., 2015).

Научно-исследовательские институты, в том числе в составе РАН, в рамках своей изобретательской деятельности более склонны сотрудничать со специалистами из ближайшего зарубежья. Лишь несколько таких организаций в 2010–2019 гг. запатентовали изобретения, разработанные для них с участием специалистов из

ведущих стран мира. В целом, уровень включенности научных институтов в глобальные потоки технологического знания заметно ниже, чем в крупных вузах.

Проведенный анализ стран–партнеров для сотрудничества российских изобретателей с зарубежными организациями и иностранных – с российскими показывает, что формат этих двух направлений существенно различается. В России взаимодействие с изобретателями из других стран зачастую принимает форму трудоустройства специалистов из ближайшего зарубежья в вузы, скорее всего с их последующей ассимиляцией. Российские же изобретатели чаще находят себе применение в ведущих странах мира, причем почти всегда – в корпоративном секторе.

Существенно различаются эти два направления и по тематической (технологической) структуре (табл. 2). Значительная доля изобретений, созданных с участием российских авторов для зарубежных организаций, относится к высокотехнологичным областям: компьютерные технологии (1,9 тыс. изобретений за 2010–2019 гг.), цифровая связь (1,1 тыс.), измерительные технологии (754 ед.), электрооборудование (634), телекоммуникации (628) и др.¹² Почти все крупнейшие области оттока технологического знания из России связаны с ИКТ – техно-

Таблица 2

Число изобретений по технологическим областям: 2010–2019 гг.

| Технологическая область | В Россию | Из России | Баланс |
|---|----------|-----------|--------|
| Электрооборудование, оборудование для производства, передачи и распределения электроэнергии | 170 | 634 | –464 |
| Аудиовизуальные технологии | 25 | 658 | –633 |
| Телекоммуникации | 45 | 628 | –583 |
| Цифровая связь | 56 | 1133 | –1077 |
| Базовые системы связи | 79 | 244 | –165 |
| Компьютерные технологии | 196 | 1874 | –1678 |
| Полупроводники | 54 | 525 | –471 |
| Оптика | 42 | 577 | –535 |
| Измерительные технологии | 287 | 754 | –467 |
| Медицинские технологии | 313 | 460 | –147 |
| Тонкая и органическая химия | 315 | 423 | –108 |
| Биотехнологии | 260 | 213 | 47 |
| Фармацевтика | 533 | 393 | 140 |
| Химия базовых материалов | 228 | 445 | –217 |
| Материалы, металлургия | 463 | 302 | 161 |
| Микроструктурные и нанотехнологии | 224 | 77 | 147 |
| Химическая инженерия | 395 | 403 | –8 |
| Прочие специальные машины | 211 | 279 | –68 |

Примечание. В таблице показаны топ-10 областей по числу изобретений, разработанных с участием иностранных авторов для российских заявителей (в Россию) и с участием российских авторов для зарубежных заявителей (из России). В столбце «Баланс» подсчитана разница между объемами эти двух потоков. Технологические области выделены в соответствии с «Таблицей соответствия технологий» (Schmoch, 2008).

Источник: расчеты автора на основе данных PatStat Global.

¹² Сумма изобретений по технологическим областям превышает общую сумму, так как одно изобретение может относиться одновременно к нескольким областям.

логическим ядром цифровой экономики, развитие которой является одним из национальных приоритетов страны (Гохберг, 2019).

Потеря компетенций в этих областях может негативно воздействовать на дальнейшее социально-экономическое развитие, особенно учитывая, что приток иностранных специалистов здесь крайне ограничен. Отечественные разработчики больше заинтересованы в компетенциях зарубежных специалистов в таких областях, как фармацевтика (533 изобретение за 2010–2019 гг.), материалы, металлургия (463), химическая инженерия (395), органическая и тонкая химия (315), биотехнологии (260). Мощности отечественных ИКТ-разработчиков (Яндекс, АBBYY, ITV и др.), которые не слишком часто, но все же работают со специалистами из-за рубежа, явно недостаточно, чтобы компенсировать потери страны в этой сфере.

Выводы

Проведенный анализ показал, что, несмотря на предпринимаемые меры, направленные на удержание собственных высококвалифицированных специалистов и их привлечение из-за рубежа, Россия по-прежнему больше теряет технологического знания, чем приобретает его. Число изобретений, разрабатываемых отечественными авторами для иностранных организаций, неизменно превышает число новых технических решений, созданных гражданами других стран для России. В последние годы (в том числе в результате активизации научно-технической политики, поддержки ведущих вузов) разрыв между двумя этими потоками несколько снизился, что, впрочем, не решило проблемы.

Одной из причин ее сохранения является ограниченность круга акторов, которые способны конкурировать за технологическое знание на мировой арене. За 2010–2019 гг. только около 950 российских организаций запатентовали изобретения, разработанные для них с участием иностранных специалистов. Высокую активность демонстрируют ведущие вузы, ресурсные возможности которых в последнее десятилетие значительно расширились благодаря различным мерам поддержки (Gershman, Kitova, 2016; Гохберг, 2021). В целом, университеты сегодня становятся активными участниками инновационного процесса во многих странах мира (Schaeffer, Fisher, Queiroz, 2018).

Некоторые российские компании также успешно работают со специалистами из ведущих стран мира, но их число невелико. Отчасти это может быть связано с ограниченностью ресурсов, отчасти – с низким спросом российского бизнеса на научные исследования и разработки, инновации. Научно-исследовательские институты, как показал проведенный анализ данных, ограниченно включены в процессы привлечения технологического знания из-за рубежа. Возможная причина этой устойчивой тенденции – смещение фокуса политической повестки на поддержку науки в вузовском секторе.

Сохраняющийся дисбаланс между входящими и исходящими потоками технологического знания особенно заметен в высокотехнологичных и приоритетных для России областях, в первую очередь в сфере ИКТ. Число изобретений, разработанных с участием российских авторов для зарубежных компаний, в разы превосходит здесь поток технологий, создаваемых для отечественных организаций иностранными специалистами. Это может служить свидетельством низкой вос-

требованности соответствующих компетенций внутри страны, в том числе ввиду ограниченной емкости отечественного рынка ИКТ.

При рассмотрении результатов работы и ее выводов необходимо учитывать ограничения используемого метода. Показатели совместной патентной активности характеризуют важный, но все же не единственный канал обмена технологическим знанием. Данный процесс происходит и в рамках международной кооперации организаций, совместной научно-технической деятельности, которая может оканчиваться получением иных, непатентоспособных результатов. Обмен научными и инженерными кадрами, экспорт и импорт оборудования также создают условия для перетока технологического знания. При этом анализ международного сотрудничества в той форме, которая рассмотрена в данной работе, представляет особый интерес не только ввиду ее слабой изученности, но и в связи с несимметричным распределением затрат и выгод между странами-участниками процесса.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Гохберг Л.М.** (2003). Статистика науки. М.: ТЕИС. [**Gokhberg L.M.** (2003). *Statistics of Science*. Moscow: TEIS (in Russian).]
- Гохберг Л.М., Дитковский К.А., Евневич Е.И.** и др. (2021). Индикаторы науки: 2022: статистический сборник М.: НИУ ВШЭ. [**Gokhberg L.M., Ditkovskiy K.A., Evnevich E.I.** et al. (2021). *Science and technology indicators in the Russian Federation: 2021: Data book*. Moscow: HSE University (in Russian).]
- Гохберг Л.М.** (науч. ред.) (2019). Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение. Доклад НИУ ВШЭ. М.: Издательский дом Высшей школы экономики. [**Gokhberg L.M.** (sci. ed.) (2019). *What is digital economy? Trends, competences, measurement. NRU HSE report*. Moscow: Publishing House of “Higher School of Economics” (in Russian).]
- Гохберг Л.М.** (науч. ред.) (2021). Научно-технологическая политика России в условиях пандемии: поиск новых решений. Доклад НИУ ВШЭ. М.: Издательский дом Высшей школы экономики. [**Gokhberg L.M.** (sci. ed.) (2021). *Scientific and technological policy of Russia in the pandemic: In search for new approaches. NRU HSE Report*. Moscow: Publishing House of “Higher School of Economics” (in Russian).]
- Клыпин А.В., Вьюнов С.С.** (2020). Патентный анализ и государственная научно-техническая политика в сфере интеллектуальной собственности // *Управление наукой и наукометрией*. № 15 (2). С. 136–171. [**Klypin A.V., Viunov S.S.** (2020). Patent analysis and public policy in the field of intellectual property. *Governance of Science and Scientometrics*, 15 (2), 136–171 (in Russian).]
- Наумов И.В.** (2015). Воспроизводство научно-исследовательских и инженерно-технических кадров как ведущий фактор развития инновационной экономики в России // *Известия Уральского государственного экономического университета*. № 1 (57). С. 71–77. [**Naumov I.V.** (2015). Reproduction of research and engineering personnel as a leading factor in the development of an innovative economy in Russia. *Herald of Ural State Economic University*, 1 (57), 71–77 (in Russian).]
- Стрельцова Е.А., Кузьмин Г.Н.** (2019). Российские технограды: технологические профили городов // *Форсайт*. № 13 (3). С. 41–49. [**Streltsova E.A., Kuzmin G.N.**

- (2019). Russian technograde: The technological profiles of the cities. *Foresight and STI Governance*. № 13 (3). С. 41–49 (in Russian).]
- Чехломин С.В., Аксянова А.В.** (2019). Инновационная активность организаций в России и факторы, влияющие на нее // *Вопросы инновационной экономики*. № 9 (4). С. 1459–1468. [**Chekhlomin S.V., Aksyanova A.V.** (2019). Innovation activity of organizations in Russia and factors affecting it. *Russian Journal of Innovation Economics*, 9 (4), 1459–1468 (in Russian).]
- Arrow K.** (1969). Classificatory notes on the production and transmission of technological knowledge. *The American Economic Review*, 59 (2), 29–35.
- Balconi M.** (2002). Tacitness, codification of technological knowledge and the organization of industry. *Research Policy*, 31, 357–379.
- Bergek A., Bruzelius M.** (2010). Are patents with multiple inventors from different countries a good indicator of international R&D collaboration? The case of ABB. *Research Policy*, 39 (10), 1321–1334.
- Boschma R., Balland P.-A., Kogle 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*, 24 (1), 223–250.
- Cartwell J.** (1989). *Technological innovation and multinational corporations*. Oxford: Basil Blackwell.
- Chen K., Zhang Y., Fu X.** (2019). International research collaboration: An emerging domain of innovation studies? *Research Policy*, 48, 149–168.
- Chesbrough H.** (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Brighton, MA: Harvard Business School Press.
- Cimoli M., Coriat D., Primi B.** (2009). Intellectual property and industrial development: A critical assessment. In: *Industrial policy and development. The political economy of capabilities accumulation*. M. Cimoli, G. Dosi, J.E. Stiglitz (eds.). Oxford: Oxford University Press.
- Dachs B., Ebersberger B.** (2009). Does foreign ownership matter for the innovative activities of enterprises? *International Economics and Economic Policy*, 6 (1), 41–57.
- Gershman M., Kitova G.** (2016). Evaluation of research and innovation policies: The case of Russian universities. *NRU “Higher School of Economics”. Series WP BRP “Science, Technology and Innovation”*, 57.
- Gershman M., Kuznetsova T.** (2016). The future of Russian science through the prism of public policy. *Foresight and STI Governance*, 18 (3), 320–339.
- Goldman G., Oswald K., Valdez Young A., Band Jain B., Toureh A., Toner J., Sharma G., Inouye I., Shaath H., Dhoot J., Ojh V.** (2014). *Global knowledge flows*. Report to WIPO.
- Griliches Z.** (1979). Issues on assessing the contribution of research and development to productivity growth. *The Bell Journal on Economics*, 10 (1), 92–116.
- Griliches Z., Lichtenberg F.** (1984). R&D and productivity growth at the industry level: Is there still a relationship? In: *R&D, patents, and productivity*. Z. Griliches (ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Guan J., Chen Z.** (2012). Patent collaboration and international knowledge flow. *Information Processing and Management*, 48, 170–181.
- Guellec D., van Pottelsberghe de la Potterie B.** (2001). The internationalisation of technology analyzed with patent data. *Research Policy*, 30 (8), 1253–1266.
- Hassan S.-U., Haddawy P.** (2013). Measuring international knowledge flows and scholarly impact of scientific research. *Scientometrics*, 94, 163–179.

- Hong J.F., Snell R.S., Easterby-Smith M.** (2009). Knowledge flow and boundary crossing at the periphery of a MNC. *International Business Review*, 18 (6), 539–554.
- Howells J., James A., Malik K.** (2003). The sourcing of technological knowledge: Distributed innovation processes and dynamic change. *R&D Management*, 33 (4), 395–409.
- Hu A.G., Jaffe A.** (2003). Patent citations and international knowledge flow: The cases of Korea and Taiwan. *International Journal of Industrial Organization*, 21, 849–880.
- Jaffe A.** (1986). Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firm's patents, profits, and market value. *American Economic Review*, 76 (5), 984–1001.
- Jaffe A., Trajtenberg M.** (1998). International knowledge flows: Evidence from patent citation. *NBER Working Paper 6507*. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Kerr S.P., Kerr R.W.** (2015). Global collaborative patents. *Working Paper 16–059*. Harvard Business School.
- Kotabe M., Dunlap-Hinkler D., Parente R., Mishra H.A.** (2007). Determinants of cross-national knowledge transfer and its effect on firm innovation. *Journal of International Business Studies*, 38, 259–282.
- Lei X.-P., Zhao Z.-Y., Chen D.-Z., Huang M.-H., Zheng J., Liu R.-S., Zhang J., Zhao Y.-H.** (2013). Technological collaboration patterns in solar cell industry based on patent inventors and assignees analysis. *Scientometrics*, 96, 427–441.
- Ma Z., Lee Y., Chen C.-F.** (2009). Booming or emerging? China's technological capability and international collaboration in patent activities. *Technological Forecasting & Social Change*, 76, 787–796.
- Marino A., Mudambi R., Perri A., Scalera V.G.** (2020). Ties that bind: Ethnic inventors in multinational enterprises' knowledge integration and exploitation. *Research Policy*, 49 (9), 103956.
- McAusland C., Kuhn P.J.** (2009). Bidding for brains: Intellectual property rights and the international migration of knowledge workers. *Working Paper 15486*. National Bureau of Economic Research.
- Miguelez E., Fink C.** (2013). Measuring the international mobility of inventors: A new database. *Working Paper No. 8*. WIPO Economics & Statistics Series.
- Montobbio F., Sterzi V.** (2013). The globalization of technology in emerging markets: A gravity model on the determinants of international patent collaboration. *World Development*, 44, 281–299.
- Nepelski D., De Pratto G.** (2015). International technology sourcing between a developing country and the rest of the world. A case study of China. *Technovation*, 25, 12–21.
- Nordstrom P.** (2014). *Technological knowledge and technology education*. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy. Stockholm, Sweden.
- Oettl A., Agrawal A.** (2008). International labor mobility and knowledge flow externalities. *Journal of International Business Studies*, 39, 1242–1260.
- Parayil G.** (1991). Technological knowledge and technological change. *Technology in Society*, 13, 289–304.
- Picci L.** (2010). The internationalization of inventive activity: A gravity model using patent data. *Research Policy*, 39, 1070–1081.
- Schaeffer P.R., Fisher B., Queiroz S.** (2018). Beyond education: The role of research universities in innovation ecosystems. *Foresight and STI Governance*, 12 (2), 50–61.

- Schmoch U.** (2008). *Concept of a technology classification for country comparisons. Final report to the World Intellectual Property Organization (WIPO)*. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Karlsruhe.
- Sonnenwald D.H.** (2007). Scientific collaboration. *Annual Review of Information Science and Technology*, 41 (1), 643–681.
- Strumsky D., Lobo J., Leeuw S. van der** (2012). Using patent technology codes to study technological change. *Economics of Innovation and New Technology*, 21 (3), 267–286.
- Sundqvist P.** (2020). Technological knowledge in early childhood education: Provision by staff of learning opportunities. *International Journal of Technology and Design Education*, 30, 225–242.
- Vlasova V., Roud V.** (2020). Cooperative strategies in the age of open innovation: Choice of partners, geography and duration. *Foresight and STI Governance*, 14 (4), 80–94.
- Wu C.-Y., Mathews J.A.** (2012). Knowledge flows in the solar photovoltaic industry: Insights from patenting by Taiwan, Korea, and China. *Research Policy*, 41, 524–540.
- Xiang X.Y., Cai H., Lam S., Pei Y.-L.** (2013). International knowledge spillover through co-inventors: An empirical study using Chinese assignees' patent data. *Technological Forecasting and Social Change*, 2013, 161–174.

Поступила в редакцию 20.04.2022

Received 20.04.2022

E.A. Streltsova

Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge (ISSEK) at HSE
University, Moscow, Russia

Global flows of technological knowledge: The position of Russia¹³

Abstract. Technological knowledge, which is the basis for new technologies and innovation, is an important component of economic success – both on corporate and national levels. Such a role stimulates various actors to participate actively in the global race for talents who have this technological knowledge. The paper discusses if Russia is a successful participant of the race. It analyses the two datasets of patent documents (as for 2010–2019): 1) with Russian inventors and foreign assignees – to study the ‘outflow’ of technological knowledge from the country, and 2) with foreign inventors and Russian assignees – to measure the scope of its inflow. The results of the study demonstrate that Russia is still more a donor for the leading countries, than a recipient of technological knowledge from abroad. Russian inventors are actively involved into collaboration with foreign companies, being in demand in many global corporations, especially in the ICT field. The inflow of technological knowledge is less intense, and its key source is the post-soviet countries, in geographical proximity to Russia. One of the possible reasons for this disproportion is a lack of organizations in the country, capable to compete for talents on the global arena. Due to a specific business climate and a low interest of Russian business in R&D and innovation, an important role in recruitment of high-skilled specialists from abroad is played by the leading universities. Research institutes (including those of Russian Academy of Sciences) seem to be in the least advantaged position.

Keywords: *knowledge flows, open innovation, STI collaboration, brain drain, technological knowledge, patent analysis.*

JEL Classification: O31, O33, O34, J61.

For reference: **Streltsova E.A.** (2022). Global flows of technological knowledge: The position of Russia. *Journal of the New Economic Association*, 5 (57), 39–54. DOI: 10.31737/2221-2264-2022-57-5-3

¹³ This study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 20-111-50221). The author expresses gratitude to D.M. Martynov for his help in designing the empirical base of the study.