

ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Вадим Александрович Малахов

кандидат исторических наук,
старший научный сотрудник
Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН,
Москва, Россия;
e-mail: yasonbh@mail.ru



Дарья Сергеевна Еркина

инженер-исследователь Российского
научно-исследовательского института
экономики, политики и права в научно-технической сфере (РИЭПП),
Москва, Россия;
e-mail: syroezhkinad@gmail.com



УДК 51.007: 001.8.83

DOI 10.24411/2079-0910-2020-11005

Российские математики в международной циркуляции научных кадров: библиометрический анализ

На сегодняшний день в России отсутствуют достоверные статистические источники по внешней миграции научных кадров. Одним из возможных источников информации являются библиометрические данные международных систем цитирования. В статье проведена апробация методики оценки масштабов и выявления направлений интеллектуальной миграции (на примере российских математиков) на основе анализа библиометрической информации за 2008–2018 гг. из базы данных *Web of Science*. Дана количественная оценка миграции представителей математических наук, выявлены основные направления миграции российских математиков. Выделены четыре типа (стратегии) внешней миграции российских ученых: 1) традиционная миграция (ученые переезжают за границу, разрывая все формальные связи с российскими научными организациями и университетами); 2) традиционная миграция «с благодарностью» (ученые переезжают за границу, но продолжают указывать российскую организацию в качестве дополнительной аффилиации); 3) реэмиграция (ученые долго переезжают за границу, но впоследствии возвращаются в Россию либо возобновляют сотрудничество с российскими организациями); 4) международная «маятниковая» миграция (ученые в исследуемый период работали в нескольких странах, указывая как российские, так и иностранные аффилиации). Результаты исследования показали, что российские математики, как и представители других наук, переезжают работать в основном в страны Западной Европы и США. Большая часть ученых продолжает активно сотрудничать с российскими коллегами, часто продолжая работать одновременно в российских и зарубежных университетах и научных учреждениях. Сделан вывод о том, что сотрудничество с учеными-соотечествен-

никами, уехавшими за рубеж, является одним из наиболее перспективных и продуктивных форм международного научно-технического сотрудничества.

Ключевые слова: международное научно-техническое сотрудничество, научная диаспора, международная академическая мобильность, утечка мозгов, интеллектуальная миграция.

Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ) в рамках научного проекта № 19-511-04002.

Постановка проблемы и анализ литературы

В эпоху глобализации трудовые (и не только) ресурсы становятся всё более мобильными. Научные и технические открытия в транспортной системе и средствах связи кардинально сокращают расстояния и время коммуникаций между различными частями мира. Следствием этих процессов стало значительное увеличение миграционных потоков высококвалифицированных специалистов, в первую очередь ученых [Meyer, Kaplan, Charum, 2001]. Сегодня для представителей многих научных дисциплин наличие опыта работы за рубежом становится одним из важных признаков построения успешной академической карьеры [Ackers, Gill, 2009]. При этом, по представлениям современных исследователей, эмиграция ученых может иметь положительный эффект на научную сферу не только страны-реципиента, но и для страны-донора научных кадров. Во-первых, значительная часть ученых, уехавших работать за рубеж, впоследствии возвращаются на родину (так называемая возвратная, или маятниковая, миграция). Обладая опытом работы за границей и связями с зарубежными коллегами, они способствуют интеграции отечественной науки в мировую [Dushina, Lomovitskaya, 2013]. Во-вторых, образующиеся как результат эмиграции научные диаспоры способствуют трансферу технологий и международному научно-техническому сотрудничеству между двумя странами и являются потенциальным ресурсом для научно-технического развития своей родины [Jöns, 2009], в то время как выпадение страны из международного научного обмена грозит привести к перманентному отставанию ее научной сферы [Ерохина, 2008].

В отечественной научной литературе к проблемам международной академической мобильности стали обращаться в 1990-х гг., когда после распада СССР и начавшегося социально-экономического кризиса ученые из России начали в массовом порядке уезжать за рубеж в поисках лучшей жизни. Если исследования, проводимые в начале 1990-х гг., были направлены в первую очередь на то, чтобы оценить ущерб российской науке от «утечки мозгов» [Райкова, 1995], то в 2000-х гг. появляются работы, направленные на поиск наиболее эффективных форм сотрудничества с учеными-соотечественниками за рубежом и использование их опыта для развития научно-технической сферы России [Кугель, 2002; Дежина, Кузнецов, Коробков, Васильев, 2015]. Большинство этих работ основано на результатах социологических

опросов; при этом количество ученых, участвовавших в каждом из проведенных обследований, не превышало 150 человек.

В то же время для эффективного использования ресурса российской научной диаспоры государству необходимо располагать достаточно полными статистическими сведениями о направлении и структуре интеллектуальной миграции, а также о размере научной диаспоры. Однако на сегодня у нас нет надежных статистических инструментов, чтобы объективно оценить уровень циркуляции научных кадров, а существующие системы учета миграции не позволяют дать достоверную количественную оценку миграции ученых. Оценки, существующие в научной литературе, также весьма приблизительны и разнообразны, а из-за оперирования различными методиками и источниками практически не сопоставимы друг с другом [Юревич, Малахов, Аушкан, 2017].

Поэтому в научной литературе для определения направления, структуры и размера миграционных потоков в последние годы всё активнее используется библиометрический анализ, позволяющий отследить перемещения ученых по смене аффилиаций в статьях, индексируемых в базах данных *Scopus* и *Web of Science* (далее *WoS*). Этот метод может быть использован для оценки как внешней [Moed, Aisati, Plume, 2013; Moed, Halevi, 2014], так и внутренней миграции ученых [Dyachenko, 2017]. Анализ библиометрических данных может также быть использован для определения основных направлений международного научно-технического сотрудничества (как географических, так и дисциплинарных) и уровня участия в нем представителей научных диаспор [Haustein, Tunger, Heinrichs, Baelz, 2011]. Применительно к отечественной науке данный метод использовался для определения дисциплинарной и географической структуры эмиграции российских ученых [Кокшаров, Агарков, 2018].

Библиометрический подход может быть использован также для оценки международной академической мобильности представителей отдельных научных дисциплин. Так, в недавней работе были выявлены основные модели международной миграции российских специалистов в области информационных технологий [Юревич, Аушкан, 2018]. Среди российских ученых традиционно наиболее мобильной и востребованной на международном рынке научного труда группой являются физики и математики [Дежина, Кузнецов, Коробков, Васильев, 2015]. Так, по некоторым (вероятно, завышенным) оценкам, в 1990-е гг. из России эмигрировали до 80% ученых-математиков и до 50% физиков [Казанцев, Борштолец, 2013]. В то же время, если поведенческие стратегии российских физиков, задействованных в процессах международной циркуляции кадров, в научной литературе анализировались [Мищенко, 2011], то миграционные паттерны российских математиков оставались вне поля зрения исследователей. В целом высокая международная мобильность математиков не является уникальной чертой для российской науки. Так, например, среди австрийских и венгерских ученых также наиболее мобильны именно математики [Breinbauer, 2008]. Исследователи связывают это с тем, что язык математики универсален и не зависит от культурных контекстов, поэтому математикам легче, чем представителям многих других дисциплин, найти работу в другой стране.

Настоящее исследование посвящено определению и анализу структуры и моделей миграции российских математиков, а также выявлению степени взаимодействия уехавших ученых с их коллегами, оставшимися в России, с помощью библиометрического анализа.

Методология исследования

Методология нашего исследования опирается на методологическую базу аналитической работы по выявлению и анализу миграционных паттернов российских специалистов — представителей информационных наук [Юревич, Аушкан, 2018]. Для выявления ученых-соотечественников из числа представителей математических наук, аффилированных с зарубежными университетами и научными организациями, нами был проведен анализ библиометрической информации о проиндексированных в базе данных *WoS* публикациях, в которых хотя бы одним из авторов был указан ученый-математик с российской аффилиацией. База данных *WoS* была нами выбрана за удобство использования: аналитическая надстройка *WoS InCites* дает больше возможностей для выгрузки и обработки информации об авторах по сравнению с аналогичной системой, используемой в базе данных *Scopus (SciVal)*. В выборку были включены только публикации за 2008–2018 гг., так как для публикаций за более ранний период в базе данных *WoS*, как правило, не указывались индивидуальные аффилиации авторов. К ученым-математикам нами были отнесены авторы статей, имеющих одну из следующих категорий внутреннего классификатора *WoS* по научным дисциплинам:

- математика (mathematics);
- прикладная математика (mathematics applied);
- математика, междисциплинарное применение (mathematics interdisciplinary applications).

Процесс идентификации ученых-соотечественников, уехавших работать за рубеж, можно разбить на следующие этапы:

- Сформирована исходная выборка публикаций по математическим наукам в *WoS Core Collection* (порядка 25 тыс.) — в качестве фильтров были указаны научные направления и аффилиация с российскими организациями. Произведен экспорт полученных данных в аналитическую систему *WoS InCites* и формирование перечня уникальных авторов (почти 35,8 тыс. исследователей). В этот перечень попали как российские авторы, так и иностранные, выступающие соавторами российских исследователей.

- Выявлены исследователи, аффилированные с российскими вузами и научными организациями (23,3 тыс. авторов).

- После удаления из списка дублирующихся записей произведен новый поиск статей этих авторов в базе данных *WoS* и загрузка полученного перечня публикаций в *InCites* для формирования нового списка авторов (почти 53 тыс.).

- При сопоставлении списков исследователей, полученных в п. 3 и 4, было выявлено 3 040 ученых, имеющих признаки международной миграции, т. е. была зафиксирована смена аффилиации на зарубежный вуз или научное учреждение. После отсеивания иностранных авторов (в том числе ученых из стран СНГ) анализ публикационной активности проводился среди 1 194 авторов.

- На финальном этапе был проведен анализ публикационных профилей выявленных авторов в *WoS*. По каждому автору за рассматриваемый период были выгружены полные записи как по российским статьям, так и по зарубежным; затем произведена сортировка по годам. Дальнейший анализ и построение моделей миграции научных кадров производились в ручном режиме.

Таким образом, основная гипотеза исследования строится на предположении, что если исследователь на протяжении нескольких лет публиковал статьи, в которых указывал аффилиации с российскими вузами и научными учреждениями, а затем сменил аффилиацию на зарубежную, то можно причислить его к ученым-соотечественникам, мигрировавшим за рубеж. Нами отсеивались российские авторы, имевшие публикации с зарубежной аффилиацией за период меньший, чем три года, чтобы исключить ученых, работавших за рубежом на временных ставках.

Результаты исследования

В результате библиометрического анализа были выявлены 1 194 российских математика, задействованных в процессах международной циркуляции научных кадров и имевших в 2008–2018 гг. аффилиации с зарубежными научными организациями и вузами на протяжении более чем трех лет.

С целью выявления наиболее популярных направлений международного научного сотрудничества и миграции среди российских ученых-математиков был проведен подсчет количества публикаций по странам для каждого автора. При наличии аффилиаций к нескольким зарубежным научным организациям учитывались страны, с которыми аффилировано большее число публикаций за рассматриваемый период. Стоит отметить, что в рамках рассматриваемого массива значительная часть ученых (более 30%) имели постоянные аффилиации сразу с несколькими организациями в разных странах либо успели последовательно сменить несколько организаций (и стран) в качестве места основной работы. Наиболее популярными направле-



Рис. 1. Географическая структура миграции российских ученых — представителей математических наук

Источник: составлено авторами на основе анализа библиометрических данных WoS.

ниями являются США, Германия, Великобритания, Франция, Канада, Израиль и Австралия (рис. 1). Интересно, что также достаточно популярными организациями для трудоустройства среди российских ученых-математиков являются вузы и научные учреждения Мексики (19 исследователей) и Бразилии (25 исследователей). Аффiliation с китайскими организациями имели 24 российских ученых-математика, с Японией — 11 ученых.

На основе анализа динамики смены аффiliation нами было выделено несколько основных моделей миграции российских ученых-математиков:

1. «Традиционная миграция». К этой группе были отнесены ученые — представители русскоязычной научной диаспоры, не имеющие аффiliation с российскими научными журналами более трех лет: т. е. в рамках обследуемого временного периода автор либо сначала несколько лет указывал аффiliation с российскими организациями, а затем с иностранными, либо весь исследуемый период указывал в качестве основной аффiliation зарубежные научные организации и университеты. В общей сложности к данной группе можно отнести 142 ученых.

2. Традиционная миграция с «благодарностью». К этой группе отнесены мигрировавшие за рубеж авторы, которые, активно публикуясь за рубежом, продолжают в своих статьях указывать аффiliation с российским НИИ или вузом. При этом российская организация в таких случаях всегда указывается после зарубежной (т. е. не является основным местом работы). Можно предположить, что это исследователи, которые не забирают трудовую книжку из российской организации, работая в «удаленном режиме», либо ученые, которые продолжают указывать российскую аффiliation в знак признательности. Всего были выявлены 119 ученых, подпадающих под эту категорию.

3. Реэмиграция. Довольно многочисленной стала группа ученых, которых можно отнести к представителям русскоязычной научной диаспоры, возобновившим научное сотрудничество с российскими коллегами, продолжая работу за рубежом. Это авторы, которые на протяжении значительного времени в течение анализируемого периода указывали в своих статьях только иностранные аффiliation, однако с некоторых пор начали указывать также российские организации (в качестве основной или дополнительной аффiliation). В эту группу входят ученые-соотечественники, победившие в конкурсе на получение «мегагрантов», руководители зеркальных лабораторий и ученые, участвующие в международных научных проектах на территории России. Так, в последние годы (2017–2018) вузы — участники программы «5–100» активно привлекают ученых-соотечественников на позиции удаленных совместителей, а также к написанию совместных статей. Всего в эту группу вошли 97 ученых-соотечественников; это как ученые, вернувшиеся на родину, так и исследователи, возобновившие активное сотрудничество с российскими научными организациями и вузами и живущие на две страны. К сожалению, на основе анализа библиометрической информации мы не можем сделать однозначного вывода о том, вернулись ли эти ученые в Россию или продолжают жить в основном за рубежом, публикуя статьи с аффiliation с российскими организациями.

4. Международная «маятниковая» миграция. К этой группе относятся ученые-соотечественники, имеющие в рассматриваемый период статьи с аффiliation как с иностранными организациями, так и с российскими НИИ и университетами, причем «российские» публикации составляют не менее половины от общего числа статей. Можно предположить, что в данную группу попали ученые,

активно взаимодействующие с зарубежными коллегами и совмещающие работу в нескольких научных организациях, в том числе иностранных. Сюда также относятся ученые, участвующие в программах академического обмена и работающие по временным контрактам в зарубежных институтах, а также молодые ученые, направленные на стажировку. Всего к этой группе были отнесены 424 российских математика.

Остальных отечественных ученых достаточно трудно причислить к указанным четырем группам — либо в силу малого количества публикаций и отсутствия динамики в публикационной активности, либо потому, что в рамках рассматриваемого периода у автора присутствует длительный перерыв в публикационной деятельности. Например, выявлены 107 авторов, у которых публикации найдены только за один год из рассматриваемого периода, что не позволяет отнести их ни к одной из групп. Достаточно много авторов, у которых за рассматриваемый период найдена только одна публикация с зарубежной аффилиацией, — 93 автора. Это может свидетельствовать о кратковременном сотрудничестве российских ученых с иностранными организациями, о нетипичной публикационной стратегии исследователей (например, они могут публиковаться в изданиях, не индексируемых системой *WoS*) или об их невысоком научном уровне.

Интерпретация результатов

Полученные данные по географическому распределению аффилиаций российских математиков, работающих за рубежом, в основном совпадают с результатами подобных исследований по другим отраслям науки [Юревич, Аушкан, 2018]. Это говорит о существовании наиболее популярных направлений миграции (США, Германия, Франция и Великобритания) для всех российских ученых, независимо от их дисциплинарной принадлежности.

Большой интерес представляют данные, полученные в результате группировки работающих за рубежом российских математиков по типу миграции. Самой многочисленной группой ученых-математиков, задействованных в процессах международной циркуляции научных кадров, являются исследователи, одновременно работающие в нескольких вузах или научных учреждениях и активно публикующие статьи с аффилиациями как с российскими, так и с иностранными организациями (рис. 2). Если прибавить к ним ученых, вернувшихся в Россию (или возобновивших сотрудничество с российскими научными организациями и университетами), то получим, что среди всех ученых-соотечественников, уехавших работать за рубеж, почти половина (521 из 1 059 человек) продолжают активно публиковать статьи с российской аффилиацией и работать в российских организациях. Даже среди математиков, отнесенных к представителям российской научной диаспоры («традиционная миграция»), почти половина ученых продолжают указывать российские организации в качестве дополнительной аффилиации.

Распределение российских ученых-математиков по типам миграции не соответствует полученным ранее данным по ученым — представителям информационных наук [Юревич, Аушкан, 2018]. Математики в меньшей степени склонны к постоянной миграции; они значительно чаще, по сравнению с представителями компьютерных наук, совмещают работу в российских и зарубежных научных организациях

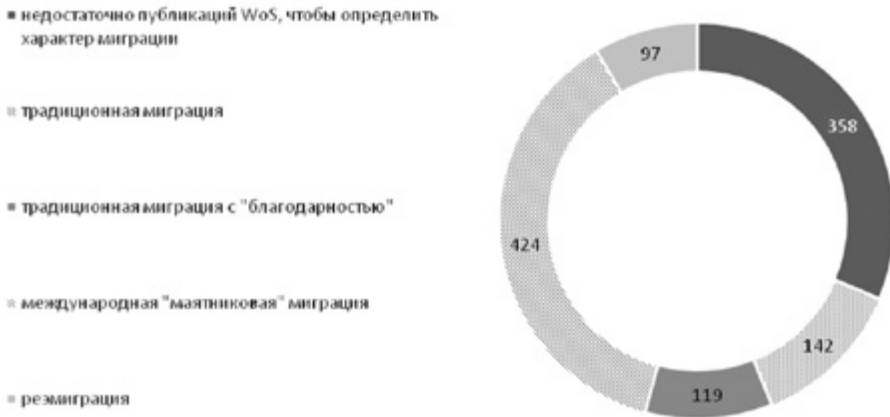


Рис. 2. Распределение российских математиков, работающих за рубежом, по типам миграции, чел.

Источник: составлено авторами на основе анализа библиометрических данных WoS.

(международная «маятниковая» миграция). Чем можно объяснить подобные различия в миграционных стратегиях представителей двух близких друг другу дисциплин? Представляется, что одним из возможных объяснений может быть прикладная направленность компьютерных дисциплин, что делает представителей этих наук более востребованными на международном научном рынке труда. В какой-то мере эта гипотеза подтверждается данными одного из крупнейших международных интернет-порталов научных вакансий Science Careers [Science Careers, 2019]: по состоянию на октябрь 2019 г. на портале было размещено 35 научных вакансий в области математики против 57 вакансий в области компьютерных наук.

Заключение

Полученные результаты указывают, что только порядка 20–25% российских ученых-математиков, работавших за рубежом, остаются там навсегда (239 авторов из 1 194). Для большинства ученых, задействованных в процессах международной циркуляции научных кадров, работа за рубежом носит временный характер. Хотя международная «маятниковая» миграция часто предшествует безвозвратной эмиграции ученого, мы, исходя из полученных в результате анализа библиометрической информации данных, можем говорить о том, что многие российские математики, уехавшие за рубеж на продолжительное время, наоборот, впоследствии вернулись в Россию или возобновили сотрудничество с российскими научными организациями и университетами. В этом контексте сотрудничество с учеными российского происхождения, длительно работающими за рубежом, может быть более выгодным для российской науки по сравнению с другими формами международного сотрудничества. Более продуктивному сотрудничеству без ущерба для качества взаимодействия

способствуют общие культурные и языковые навыки, а также лучшее понимание представителями российской научной диаспоры (по сравнению с другими иностранными учеными) потенциала, проблем и потребностей исследователей в России. Кроме того, необходимо иметь в виду мотивацию ученых-соотечественников по сравнению с зарубежными учеными в целом: ученые могут иметь относительно сильное желание внести свой вклад в развитие российской исследовательской системы в том числе из патриотических соображений. На основе анализа полученной библиометрической информации можно предположить, что в последние годы вузы — участники программы «5–100», стремящиеся улучшить свои позиции в мировых рейтингах, в том числе за счет расширения международного сотрудничества и увеличения «международных» публикаций, стараются привлекать к взаимодействию ученых российского происхождения, длительно работавших за рубежом.

Таким образом, мы не можем говорить о проблеме «утечки мозгов» применительно к математическим наукам в России: процесс миграции российских математиков за рубеж правильнее классифицировать как глобальную циркуляцию научных кадров. Это явление не только не является проблемой для российской науки, но, наоборот, говорит о высокой степени ее интеграции в науку мировую. Российские ученые, получившие опыт работы за границей, способствуют более быстрому распространению новых идей на родине, установлению новых научных связей между российскими учеными и коллегами из-за рубежа и благоприятно влияют на развитие международного научно-технического сотрудничества России с зарубежными партнерами.

Литература

Дежина И.Г., Кузнецов Е.Н., Коробков А.В., Васильев Н.В. Развитие сотрудничества с русскоязычной научной диаспорой: опыт, проблемы, перспективы. № 23/2015. М.: Спецкнига, 2015. 104 с.

Ерохина К.С. Социальная мобильность ученых и проблемы ее государственного регулирования // Социологические исследования. 2008. № 9. С. 85–93.

Казанцев А.А., Боршшопец К.П. «Утечка мозгов» из России как политико-управленческая проблема // Вестник МГИМО-Университета. 2013. № 6 (33). С. 206–214.

Кокшаров В.А., Агарков Г.А. Международная научная миграция: прогресс или угроза научно-технической безопасности России // Экономика региона. 2018. Т. 14. Вып. 1. С. 243–252.

Кугель С.А. Международная миграция ученых как механизм глобализации науки и высоких технологий (опыт социологического исследования международной миграции физиков и биологов СПб НЦ РАН) // Проблемы деятельности ученого и научных коллективов. СПб.: Гидрометеоздат, 2002. Вып. XVIII. С. 56–72.

Мищенко А.С. Международная миграция ученых как фактор изменения этоса российской науки // Социология науки и технологий. 2011. Т. 2. № 2. С. 82–89.

Райкова Д.Д. Ученые в критической ситуации // Вестник Российской академии наук. 1995. Т. 65. № 8. С. 749–754.

Юревич М.А., Аушкан Д.С. «Утечка умов» в компьютерных и информационных науках: библиометрическая оценка // Информационное общество. 2018. № 6. С. 46–53.

Юревич М.А., Малахов В.А., Аушкан Д.С. Плюрализм оценок миграционных потоков научных кадров в России // Наука. Инновации. Образование. 2017. № 4. С. 116–124.

Ackers L., Gill B. Moving People and Knowledge: Scientific Mobility in an Enlarging European Union. Cheltenham: Edward Elgar Publishing; 2009. 288 p.

Breinbauer A. Long-term Mobility of Highly Qualified / Scientists (Brain Drain) from Austria and Hungary — Case Study Mathematicians // SWS-RUNDSCHAU. 2008. Vol. 48. № 2. P. 167–190.

Dushina S.A., Lomovitskaya V.M. Distinctive Features of Academic Mobility in Today's Russia // Социология науки и технологий. 2013. Т. 4. № 1. С. 70–80.

Dyachenko E.L. Internal Migration of Scientists in Russia and the USA: the Case of Physicists // Scientometrics. 2017. Vol. 113. № 1. P. 105–122.

Haustein S., Tunger D., Heinrichs G., Baelz G. Reasons for and Developments in International Scientific Collaboration: Does an Asia–Pacific Research Area Exist from a Bibliometric Point of View? // Scientometrics. 2011. Vol. 86. № 3. P. 727–746.

Jöns H. Brain Circulation and Transnational Knowledge Networks: Studying Long-Term Effects of Academic Mobility to Germany, 1954–2000 // Global Networks. 2009. Vol. 9. № 3. P. 315–338.

Meyer J.B., Kaplan D., Charum J. Scientific Nomadism and the New Geopolitics of Knowledge // International Social Science Journal. 2001. Vol. 53. № 168. P. 309–321.

Moed H.F., Aisati M., Plume A. Studying Scientific Migration in Scopus // Scientometrics. 2013. Vol. 94. № 3. P. 929–942.

Moed H.F., Halevi G.A. Bibliometric Approach to Tracking International Scientific Migration // Scientometrics. 2014. Vol. 101. № 3. P. 1987–2001.

Science Careers. Jobs in Science & Technology from Science Careers. URL: <https://jobs.sciencereers.org/> (дата обращения: 25.10.2019).

Russian Mathematicians in the International Circulation of Scientific Personnel: Bibliometric Analysis

VADIM A. MALAKHOV

S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, RAS,
Moscow, Russia
e-mail: yasonbh@mail.ru

DAR'YA S. ERKINA

Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology,
Moscow, Russia
e-mail: syroezhkinad@gmail.com

Today there are no reliable statistical sources on the external migration of researchers in Russia. One of the possible sources of information is the bibliometric data of international citation databases. The article presents approbation of the methodology for assessing the extent of intellectual migration of Russian mathematicians and identifying its geography based on an analysis of bibliometric information for 2008–2018 from the Web of Science database. Based on analysis a quantitative assessment of the migration of Russian mathematicians and its directions are given. Four types (strategies) of the external migration of Russian scientists have been identified: 1) traditional migration (scientists move abroad, breaking all formal ties with Russian scientific organizations and universities); 2) traditional migration “with gratitude” (scientists move abroad, but continue to indicate the Russian organization as additional affiliation in their publications); 3) re-emigration (scientists move abroad for a long time, but later return to Russia, or resume cooperation with Russian organizations); 4) international

“pendulum” migration (scientists during the period under study worked in several countries, indicating both Russian and foreign affiliations). The results of the study showed that Russian mathematicians, as well as representatives of other sciences, move to work mainly to Western Europe and the USA. Most scientists continue to cooperate with their Russian colleagues, often continuing to work simultaneously in Russian and foreign universities and research institutions. It is concluded that cooperation with compatriots who have gone abroad is one of the most promising and productive forms of international scientific and technical cooperation.

Keywords: international scientific and technical cooperation, scientific diaspora, international academic mobility, brain drain, intellectual migration.

Acknowledgment

The research was carried out with support from the Russian Foundation of Basic Research (RFBR) and Belarusian Republican Foundation of Basic Research (BRFBR) according to the research grant No. 19-511-04002.

References

Ackers, L., Gill, B. (2009). *Moving People and Knowledge: Scientific Mobility in an Enlarging European Union*. Edward Elgar Publishing.

Breinbauer, A. (2008). Long-Term Mobility of Highly Qualified / Scientists (Brain Drain) from Austria and Hungary — Case Study Mathematicians, *SWS-RUNDSCHAU*, vol. 48, no. 2, pp. 167–190.

Dezhina, I.G., Kuznetsov, E.N., Korobkov, A.V., Vasil'ev, N.V. (2015). *Razvitiye sotrudnichestva s russkoyazychnoy nauchnoy diasporoy: opyt, problemy, perspektivy* [Development of cooperation with the Russian-speaking scientific diaspora: experience, problems, prospects], no. 23/2015, Moskva: Spetskniga (in Russian).

Dushina, S.A., Lomovitskaya, V.M. (2013). Distinctive Features of Academic Mobility in Today's Russia, *Sotsiologiya nauki i tekhnologii*, vol. 4, no. 1, pp. 70–80.

Dyachenko, E.L. (2017). Internal Migration of Scientists in Russia and the USA: the Case of Physicists, *Scientometrics*, vol. 113, no. 1, pp. 105–122.

Erokhina, K.S. (2008). *Sotsial'naya mobil'nost' uchenykh i problemy ee gosudarstvennogo regulirovaniya* [Social mobility of scientists and problems of its state regulation], *Sotsiologicheskiye issledovaniya*, no. 9, pp. 85–93 (in Russian).

Haustein, S., Tunger, D., Heinrichs, G., Baelz, G. (2011). Reasons for and Developments in International Scientific Collaboration: Does an Asia–Pacific Research Area Exist from a Bibliometric Point of View?, *Scientometrics*, vol. 86, no. 3, pp. 727–746.

Jöns, H. (2009). “Brain Circulation” and Transnational Knowledge Networks: Studying Long-Term Effects of Academic Mobility to Germany, 1954–2000, *Global Networks*, vol. 9, no. 3, pp. 315–338.

Kazantsev, A.A., Borishpolets, K.P. (2013). “Utechka mozgov” iz Rossii kak politiko-upravlencheskaya problema [Brain drain from Russia as a political and managerial problem], *Vestnik MGIMO-Universiteta*, no. 6 (33), pp. 206–214 (in Russian).

Koksharov, V.A., Agarkov, G.A. (2018). Mezhdunarodnaya nauchnaya migratsiya: progress ili ugroza nauchno-tehnicheskoy bezopasnosti Rossii [International scientific migration: progress or threat to the scientific and technological security of Russia], *Ekonomika regiona*, no. 1 (14), pp. 243–252 (in Russian).

Kugel', S.A. (2002). Mezhdunarodnaya migratsiya uchenykh kak mekhanizm globalizatsii nauki i vysokikh tekhnologii (opyt sotsiologicheskogo issledovaniya mezhdunarodnoy migratsii fizikov i

biologov SPb NTS RAN) [International migration of scientists as a mechanism for the globalization of science and high technology (the experience of a sociological study of the international migration of physicists and biologists of St. Petersburg Scientific Center), *Problemy deyatel'nosti uchenogo i nauchnykh kollektivov*, vyp. 18, pp. 56–72 (in Russian).

Meyer, J.B., Kaplan, D., Charum, J. (2001). Scientific Nomadism and the New Geopolitics of Knowledge, *International Social Science Journal*, vol. 53, no. 168, pp. 309–321.

Mishchenko, A.S. (2011). Mezhdunarodnaya migratsiya uchenykh kak faktor izmeneniya etosa rossiyskoy nauki [International migration of scientists as a factor in changing the ethos of Russian science] *Sotsiologiya nauki i tekhnologii*, vol. 2, no. 2, pp. 82–89 (in Russian).

Moed, H.F., Aisati, M.H., Plume, A. (2013). Studying Scientific Migration in Scopus, *Scientometrics*, vol. 94, no. 3, pp. 929–942.

Moed, H.F., Halevi, G. (2014). A Bibliometric Approach to Tracking International Scientific Migration, *Scientometrics*, vol. 101, no. 3, pp. 1987–2001.

Raykova, D.D. (1995). Uchenyye v kriticheskoy situatsii [Scientists in critical situation], *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*, vol. 65, no. 8, pp. 749–754 (in Russian).

Science Careers. Jobs in Science & Technology from Science Careers. Available at: <https://jobs.sciencecareers.org/> (date accessed: 25.10.2019).

Yurevich, M.A., Aushkap, D.S. (2018). “Utechka umov” v komp'yuternykh i informatsionnykh naukakh: bibliometricheskaya otsenka [Brain drain in computer and information sciences: Bibliometric assessment], *Informatsionnoye obshchestvo*, no. 6, pp. 46–53 (in Russian).

Yurevich, M.A., Malahov, V.A., Aushkap, D.S. (2017). Pluralizm otsenok migratsionnykh potokov nauchnykh kadrov v Rossii [Diversity of estimations of scientific migration in Russia], *Nauka. Innovatsii. Obrazovaniye*, no. 4, pp. 116–124 (in Russian).