

А.И. ТЕРЕХОВ,

Центральный экономико-математический институт РАН (Москва, Россия;

e-mail: alex.i.terekhov@gmail.com)

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК: 001

<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2020-6-4-264-277>

Аннотация: В статье представлен краткий библиометрический анализ и оценка развития исследований, связанных с Арктикой. Рассмотрены мировые тренды в объемах производимой научной продукции, выявлены значимые страны-участницы исследований, оценен их вклад и место России, построена и изучена международная соавторская сеть. Показаны быстрый рост мировых исследований в Арктике в последнее десятилетие, драйвером которого выступили не только арктические, но и неарктические страны, усиливающаяся международная кооперация. Россия, сочетая традиционно сильные позиции отечественной академической школы в изучении Арктики с возрастающей активностью университетов, значительно превзошла по темпам среднемирового роста и стала третьей в мире по объему проводимых арктических исследований. Основным источником информации для анализа послужила база данных Web of Science Core Collection, дополнительным – Google Scholar.

Ключевые слова: Арктика, научная публикация, данные Web of Science Core Collection, библиометрический анализ

Для цитирования: Терехов А.И. Количественная оценка развития арктических исследований. *Экономика науки*. 2020; 6(4):264-277. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2020-6-4-264-277>



В последние годы Арктика стала своеобразным центром притяжения для геополитики, бизнеса, научных исследований. Её водно-территориальное пространство, занимающее шестую часть поверхности Земли, содержит огромные запасы минерально-сырьевых, топливно-энергетических и биологических ресурсов, обладает стратегически важными транспортными маршрутами, влияет на состояние окружающей среды в глобальном масштабе. Хотя изучение Арктики имеет многолетнюю историю, интерес к ней, с новой силой, возродился на рубеже XX–XXI вв. Основными стимулами послужили: большая открытость для международного сотрудничества в связи с окончанием эпохи холодной войны и блокового противостояния, а также таяние арктических льдов, позволяющее осуществлять здесь те или иные виды хозяйственно-экономической деятельности. К настоящему моменту арктические стратегии и долгосрочную политику, наряду с восьмеркой арктических государств, имеют вполне далекие от региона страны (например, восточноазиатские: Китай, Япония, Южная Корея) [1]; около 40 только ключевых компаний (среди которых норвежская Statoil, американская Exxon Mobil, международная De Beers, российские Лукойл, Росатом и др.) уже работают здесь [2].

В рациональном и комплексном освоении Арктического региона науке принадлежит особая роль. С одной стороны, сам он представляет гигантский по масштабам полигон для научных работ, привлекающий разнообразием объектов и возможностями изучения природных явлений [3], с другой, усложняющиеся задачи его освоения будут требовать решений, опирающихся на научные знания.

Библиографические базы данных (БД) хранят сведения об уже накопленных знаниях, процессах и участниках их производства, что позволяет с помощью средств информационного поиска и наукометрии оперативно сформировать достаточно целостное представление о состоянии и перспективах развития научной области, ее тематической структуре и основных направлениях исследований, выявить значимых участников этих исследований и оценить их вклад, построить и изучить сети соавторских связей и т.д. Полученная в результате информация может быть полезной, в том числе для поддержки принятия решений, научного сопровождения политики.

В последнее десятилетие выполнен ряд библиометрических обзоров арктических исследований на разных интервалах времени и с использованием разных БД [4–10]. В фокусе большинства из них – страна авторов работы и ее международные позиции по определенному кругу библиометрических показателей: в [4] это – Норвегия, [5] – Швеция, [6] – Канада, [7] – Франция, [8] – Китай. В [9] оценивается научная продукция Университетского центра Свальбарда за 1994–2014 гг. Наиболее многоплановый анализ развития арктических исследований в период 1996–2015 гг. на основе БД Scopus представлен в [10] Университетом Арктики; примечательно, что здесь впервые рассмотрена связь между научными публикациями и патентами. Однако и этот анализ, по мнению самих авторов, служит лишь приближением к пониманию многогранной исследовательской деятельности в Арктике, требующим дальнейшего продолжения и уточнений. Цель настоящей статьи – оценить структуру и динамику арктических исследований, опираясь на библиометрический анализ публикаций, проиндексированных в базе данных Web of Science Core Collection (БД WoS CC) в период 1980–2018 гг. (в качестве дополнительной использована база данных Google Scholar (БД GS)). В центре внимания будут современные мировые тренды, а также оценка позиций России.

ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

Поиск, согласно разработанной поисковой стратегии, позволил выявить в БД WoS CC за рассматриваемый период 115822 работы,

связанные с изучением Арктики, проблем ее освоения и развития. Наиболее распространенный тип документов в этом массиве – «article» (83,3%); далее следуют «proceedings paper» (9,8%), «review» (3,5%), «book chapter» (2,1%), «meeting abstract» (1,7%) и т.д. Можно отметить относительно высокий процент русскоязычных работ (1,8%). Массив отобранных публикаций был использован для анализа структуры и динамики проводимых исследований, выявления основных участников (стран, организаций), оценки их научного вклада и сотрудничества. Необходимые в ходе анализа библиометрические показатели были рассчитаны с помощью сервисов платформы Web of Knowledge и несложных вычислительных процедур (например, показателя Солтона). Для получения качественных оценок публикаций использована аналитическая база данных Essential Science Indicators (ESI), которая, в частности, отбирает в БД WoS CC высоко цитируемые (топ-1%) публикации дифференцировано по 22 широким предметным областям и годам выхода.

ДИНАМИКА МИРОВОГО ПУБЛИКАЦИОННОГО ВЫХОДА

Изменение количества публикаций, связанных с Арктикой, а также их доли (в промилле) в БД WoS CC показано на рисунке 1. После длительного периода роста (1988–2002 гг.) указанная доля, немного снизившись, установилась с небольшими отклонениями на уровне 2,2‰. Интересно, что удержание этой ниши происходило на фоне бурного роста в 2000-е гг. таких высокотехнологичных областей, как нанотехнологии, квантовая информатика и ряд других. Естественно, что степень специализации в рассматриваемой области у стран разная: более высокая у арктических стран [5]. Согласно нашему расчету, индекс специализации¹ России (СССР) в периоды 1980–1992, 1993–2005 и 2006–2018 гг. составлял 1.7; 4.5 и 5.7, соответственно. Это означает, что страна была более продуктивна в арктических исследованиях, чем ожидалось бы с учетом ее производства в науке в целом.

¹ Индекс специализации (SI) сравнивает долю статей какой-либо страны в данной области с ее долей в науке в целом. SI>1 (1 – среднемировое значение) означает, что эта страна специализируется в данной области.

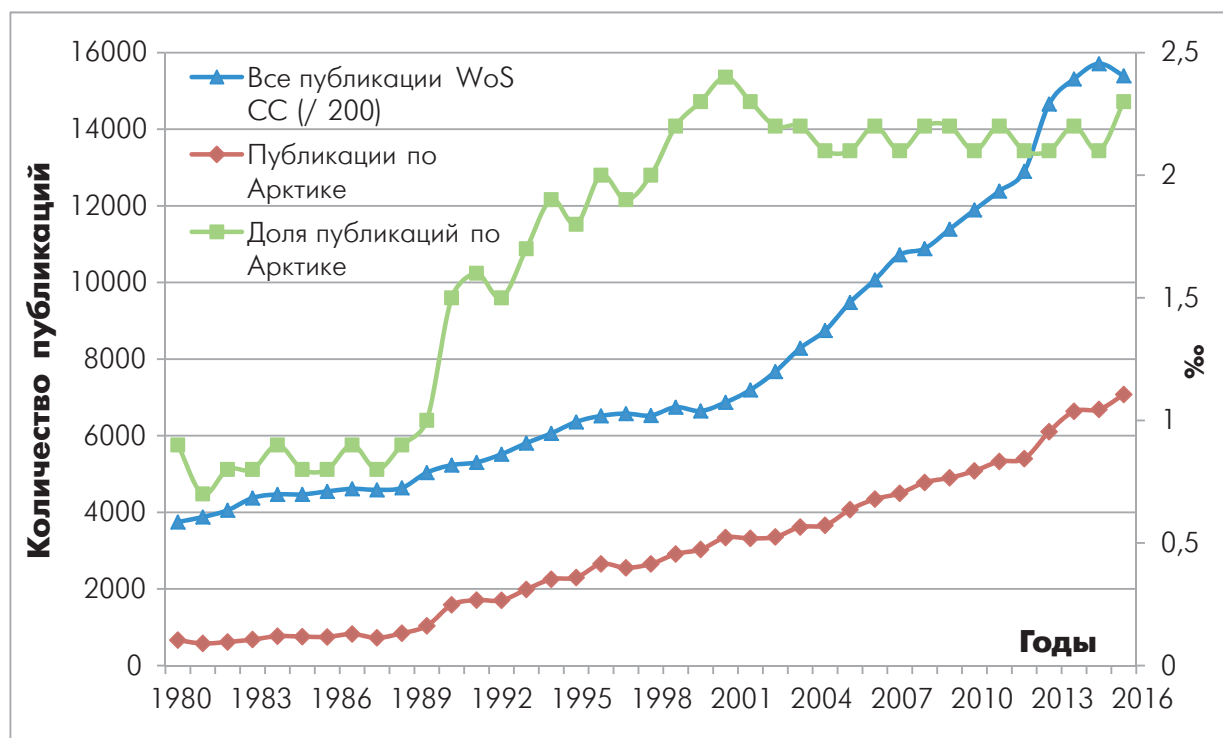


Рисунок 1. Динамика объема и доли публикаций, связанных с Арктикой, в БД WoS CC
 Источник: данные WoS на 24.12.2019 г.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ТЕМАТИКА

О тематической структуре отобранного публикационного массива можно судить уже по частоте встречаемости ключевых поисковых терминов, основные из которых в виде «облака» представлены на рисунке 2. Комплексный характер проводимых исследований подчеркивает тот факт, что их результаты были представлены практически во всех из более чем 250 предметных категорий WoS; в лидирующей пятёрке: «науки о Земле» (19,5% всех публикаций), «науки об окружающей среде» (12,2%), «метеорология и науки об атмосфере» (11,0%), «океанография» (10,9%), «экология» (9,6%). Динамику частоты встречаемости основного идентифицирующего термина (в английском (arctic) и русском (Арктика, арктический) вариантах) в БД GS иллюстрирует рисунок 3. Взрывной рост частоты встречаемости русскоязычного термина, начиная с 2008 г., дополнительно показывает подъем интереса отечественных исследователей к арктической тематике в последнее десятилетие.

(Под)массив публикаций «с высокой цитируемостью для области» (согласно методике ESI) составил на 16.12.2020 г. 620 работ. С его помощью можно охарактеризовать тематику, привлекающую наибольший интерес ученых разных специальностей, исследующих Арктику. Согласно фрагменту построенного терминологического словаря (таблица 1), восемь терминов с наибольшей частотой упоминаний представляют в общих чертах тематический профиль данного массива. В первую очередь, это «климат» (условно, «объект» исследования), упоминающийся более чем в половине публикаций. К категории «объект» можно отнести также термины: «океан», «морской лед», «атмосфера» и «углерод». Условную категорию «процесс» представляет общий термин «изменение», категорию «метод» — «модель (–ирование)» и категорию «характеристика» — «глобальный» (этот термин упоминается в 5,8 раз чаще термина «региональный»). Таким образом, из частотного терминологического словаря в самом первом приближении следует: объектом главного интереса в арктических исследованиях выступает

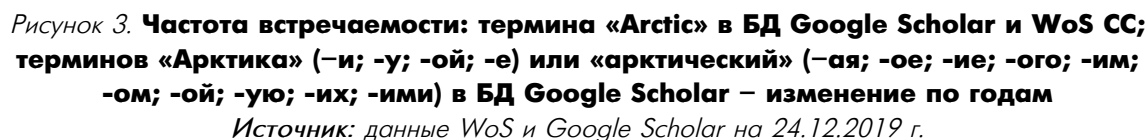


Таблица 1

**Фрагмент частотного терминологического словаря
для (под)массива публикаций ESI**

Термин	Количество публикаций, содержащих данный термин в названии или ключевых словах	Доля публикаций, содержащих данный термин в названии или ключевых словах, %
climate (-ic)	314	50,6
change	211	34,0
model (-ing)	155	25,0
ocean (-ic)	143	23,1
sea ice	135	21,8
atmosphere (-ic)	133	21,5
global	116	18,7
carbon	103	16,6
warming	56	9,0
melt (-ing)	41	6,6
cooling	7	1,1

Источник: данные WoS на 24.12.2019 г.

климат, а также формирующие его факторы (океан и атмосфера); в фокусе внимания – происходящие в Арктике процессы изменения, в том числе потепление; применение моделирования относится к важным методам исследования; а глобальным аспектам происходящего в регионе отводится весьма заметное место. Более детальному «высвечиванию» тематики массива ESI могло бы способствовать дальнейшее применение методов контент-анализа.

ОСНОВНЫЕ УЧАСТНИКИ МИРОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ СОАВТОРСКАЯ СЕТЬ

Для характеристики основных участников мировых исследований в Арктике выделим в отдельную группу восемь арктических стран (Дания², Исландия, Канада, Норвегия, Россия³, США, Финляндия, Швеция) и, наряду с ними, рассмотрим «остальной мир». Как показывает рисунок 4: для начала периода имела место концентрация исследований главным образом внутри 8-ки арктических стран; однако постепенно возрастающий интерес к арктической проблематике стал проявлять «остальной мир»; в меру с ним росло и сотрудничество между

обеими группами; на конец периода примерно половина выполняемых в мире исследований приходилась на долю арктических стран, около 24% – «остального мира» и 26% – смешанных научных коллабораций. Таков, в самых общих чертах, расклад сил в глобальных исследованиях, связанных с Арктикой.

Перейдем, теперь, на уровень стран. В таблице 2, кроме арктической 8-ки, представлены еще пять стран, внесших весьма заметный вклад в исследования: Великобритания, Германия, Франция, Китай и Япония. Согласно таблице, по суммарному объему исследований безоговорочно лидируют две североамериканские страны, далее следуют семь европейских и две азиатские. Только две страны улучшили свои позиции в рейтинге 2018 г. по сравнению с полугодовым. Китай, увеличивающий в последнее десятилетие количество публикаций с феноменальным среднегодовым темпом роста (Compound Annual Growth Rate – CAGR) 16%, достиг 7-го, а Россия (CAGR=10,7%) – 3-го места. Четыре страны (США, Канада, Германия и Япония) не изменили своего положения в рейтинге. Остальные в разной степени ухудшили свое положение на конец периода. Так, Великобритания стала 5-ой (3-я в рейтинге за весь период), а наименее самостоятельная в исследованиях маленькая Исландия – 23-ей (20-я в рейтинге за весь период).

² Вместе с Гренландией.

³ До 1992 г. СССР.

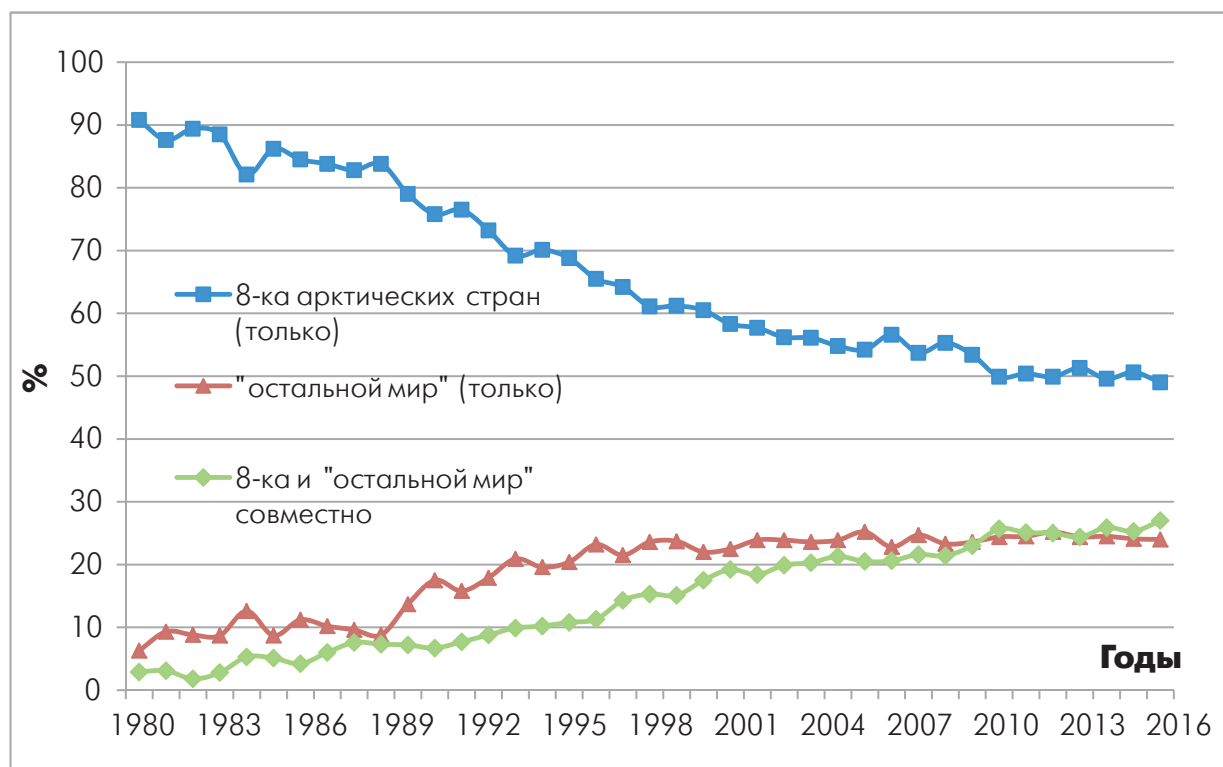


Рисунок 4. Доля публикаций, выполненных: только странами 8-ки, только странами «остального мира» (исключая 8-ку); при сотрудничестве тех и других
Источник: данные WoS на 24.12.2019 г.

Таблица 2

Библиометрические показатели наиболее продуктивных стран (упорядочены по количеству произведенных публикаций за период 1980–2018 гг.)

Место в общем рейтинге стран: за весь период / в 2018 г.	Страна*	Количество публикаций	Среднегодовой темп роста (CAGR) в период 2008–2018 гг.	Доля публикаций с международным соавторством, %	Вклад в общее количество цитат, %
1 / 1	США	38660	3,9	42,7	47,3
2 / 2	Канада	23635	3,6	40,7	20,7
3 / 5	Великобритания	13022	6,3	67,7	16,4
4 / 4	Норвегия	12850	6,9	59,5	11,7
5 / 3	Россия	12294	10,7	36,9	5,5
6 / 6	Германия	10384	5,7	69,1	12,6
7 / 8	Дания	7888	5,8	63,6	8,1
8 / 9	Франция	5675	7,2	77,3	7,6
9 / 10	Швеция	5441	4,7	73,3	6,4
10 / 7	Китай	4560	16,0	54,1	3,2
11 / 11	Япония	4054	4,4	53,6	3,8
12 / 13	Финляндия	3259	7,0	63,0	2,9
20 / 23	Исландия	1192	1,9	80,1	1,7
—	МИР	115822	5,0	—	100,0

*Примечание: цветом выделены арктические страны.

Источник: данные WoS на 24.12.2019 г.

Целесообразно остановиться на «китайском феномене», который отмечается также в [10]. Назовем «ядерными» публикации, в которых ключевой термин содержится в их названии. Естественно предположить, что вероятность встретить среди остальных публикаций ту, которая относится к рассматриваемой области более или менее косвенно, выше, чем для «ядерных». Согласно нашим расчетам, доля «ядерных» публикаций в исходном массиве составляет 51,4%. Для Дании этот показатель равен примерно 65%, для Норвегии, Канады и России – 58%. У Китая же он наименьший среди 13-ти стран из таблицы 2 (~31%). Таким образом, феноменальный рост Китая мог быть достигнут за счет публикаций, достаточно косвенное относящихся к Арктике. Заметим, что российский успех, помимо усиления внимания к изучению Арктического региона в последние годы, можно связать с добавлением в 2015 г. в состав WoS CC еще одного журнального указателя – Emerging Sources Citation Index, – увеличившего

количество российских журналов в этой БД в полтора раза (см. также рост количества русскоязычных публикаций на рисунке 3).

Для современной науки характерна возрастающая международная кооперация, что касается и полярных исследований [4]. Согласно таблице 2 (столбец 5), рассматриваемые страны в разной степени участвуют в международных арктических исследованиях: наиболее активно – Исландия, Франция, Швеция; наименее – Россия, Канада и США. Динамика автономных (выполненных только отечественными учеными) и международно-соавторских публикаций России (СССР) показана на рисунке 5, согласно которому: до 1990 г. страна практически самостоятельно проводила исследования; затем, после распада СССР, в течение 12 лет она интенсивно наращивала международные научные связи за счет, главным образом, сотрудничества с арктическими партнерами; к настоящему моменту Россия, по-прежнему, большую часть исследований выполняет собственными силами,

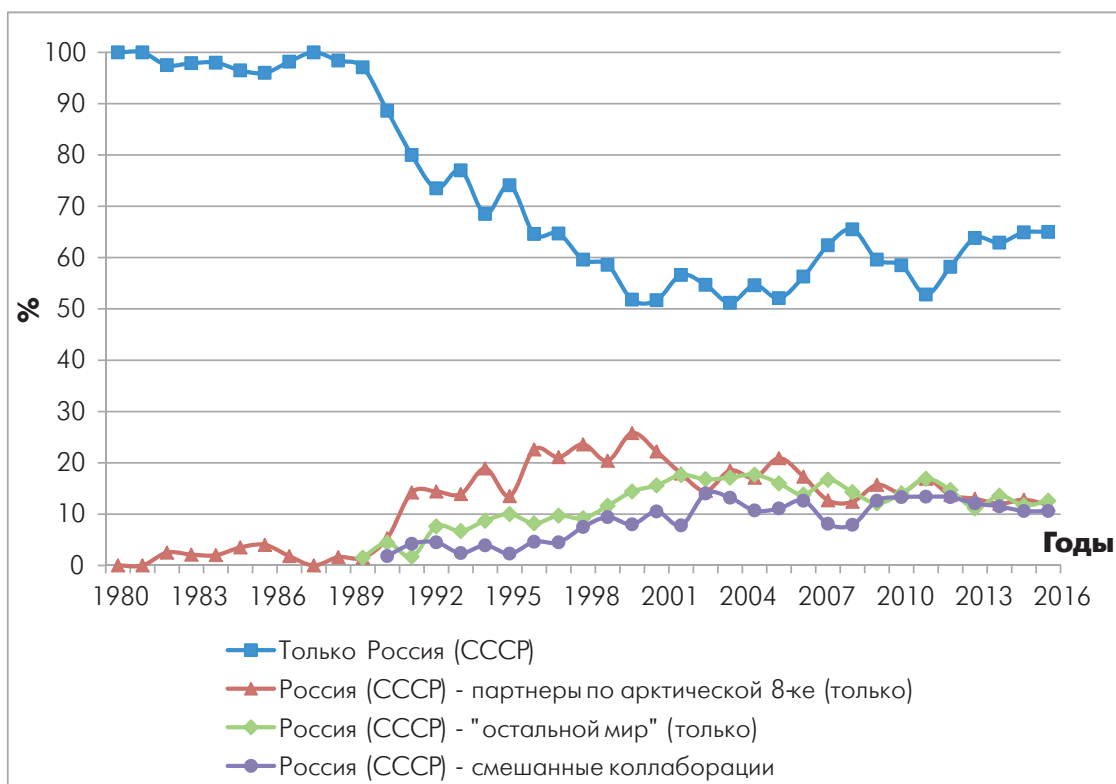


Рисунок 5. Доля автономных и соавторских публикаций России (СССР): с партнерами по арктической 8-ке, странами «остального мира» и в смешанных коллаборациях

Источник: данные WoS на 24.12.2019 г.

а ее международное сотрудничество не привержено какому-либо из типов коллабораций на уровне рассматриваемых групповых вариантов.

Для лучшего понимания научных связей 13-ти рассматриваемых стран между собой проанализируем структуру их соавторской сети в период 1997–2018 гг., а также изменения в ней между двумя полупериодами: 2008–2018 гг. по сравнению с 1997–2007 гг. Заметим, что плотность соавторской сети в более ранний и более поздний промежутки времени была 100%-ой, т.е. рассматриваемые страны устойчиво сотрудничали друг с другом. Для измерения *силы* сотрудничества используем индекс Солтона (IS)⁴. В терминах этого показателя наиболее

сильные связи соавторства в полнопериодной сети были между США и Канадой (IS=0,185), США и Великобританией (0,155), Великобританией и Норвегией (0,154), наиболее слабо сотрудничали Исландия с Китаем и Японией (IS = 0,013 в обоих случаях), а также Россия с Китаем (IS = 0,019). Согласно *таблице 3* (столбцы 2–4), США входят в первую тройку партнеров для 7 стран, а Великобритания, Норвегия, Германия – для 6, что в какой-то мере характеризует степень притяжения этих стран для сотрудничества в исследованиях Арктики. Интересно, что только три арктические страны (Швеция, Финляндия и Исландия) наиболее тесно сотрудничают также с арктическими странами. Близкими же партнерами России являются Германия, Норвегия и США, к тесному сотрудничеству с ней, в свою очередь, тяготеет только Финляндия (*таблица 3*).

Более детальную информацию можно получить, разбив совокупность соавторских связей

⁴ Индекс Солтона – не имеющий размерности показатель силы сотрудничества. Для пары стран он рассчитывается путем деления числа их соавторских публикаций на среднее геометрическое число всех публикаций каждого из партнеров. Впервые в библиометрической практике предложен в [11], впоследствии стал активно применяться при анализе сетей международного соавторства [12].

Таблица 3

**Показатели сотрудничества и вклада стран
в массив высоко цитируемых публикаций (ESI)**

Страна	Три наиболее предпочтительных партнера по исследованиям (IS)			Вклад в массив высоко цитируемых публикаций (ESI)	
	1	2	3	Количество публикаций	Доля публикаций с международным соавторством, %
США	Канада (0,185)	Великобритания (0,155)	Германия (0,134)	417	66
Канада	США (0,185)	Великобритания (0,102)	Дания (0,093)	133	88
Великобритания	США (0,155)	Норвегия (0,154)	Германия (0,152)	197	88
Норвегия	Великобритания (0,154)	Дания (0,139)	Швеция (0,135)	94	95
Россия	Германия (0,101)	Норвегия (0,087)	США (0,082)	52	98
Германия	Великобритания (0,152)	США (0,134)	Франция (0,130)	136	90
Дания	Швеция (0,153)	Норвегия (0,139)	Великобритания (0,126)	76	96
Франция	Великобритания (0,132)	Германия (0,130)	США (0,115)	99	95
Швеция	Дания (0,153)	Норвегия (0,135)	Финляндия (0,134)	77	99
Китай	США (0,098)	Япония (0,055)	Германия (0,050)	57	93
Япония	США (0,092)	Германия (0,063)	Китай (0,055)	46	89
Финляндия	Швеция (0,134)	Норвегия (0,099)	Россия (0,075)	34	97
Исландия	Дания (0,104)	Норвегия (0,091)	Швеция (0,074)	8	100

Источник: данные WoS на 24.12.2019 г.

(всего 78), согласно значению IS, на четыре примерно равные части с помощью квартилей. Заметим, что все страны имеют хотя бы одну соавторскую связь со значением IS выше медианы, и рассмотрим подсеть только с этими связями. Семь стран (четыре арктические: США, Канада, Норвегия, Дания и три неарктические: Великобритания, Германия, Франция) образуют в этой подсети наибольшую клику⁵, т.е. представляют подгруппу стран с внутренне устойчивыми связями соавторства в рассматриваемой научной области. Из остальных стран к ним теснее всего примыкает Швеция, за ней – Исландия и Россия. Наиболее сплоченным «ядром» этой подгруппы, (значения IS для соответствующих попарных связей больше верхнего квартиля) являются США, Великобритания, Германия и Франция. Россия же не представлена здесь ни одной своей связью. Китай и Япония наименее интегрированы в общую соавторскую сеть: для 11 из 12 их связей значения IS меньше медианы, причем для 8 связей Китая эти значения меньше нижнего квартиля.

Во втором полупериоде (по сравнению с первым) сотрудничество рассматриваемых стран, в целом, заметно усилилось: из 78 попарных соавторских связей только 9 (слегка) ослабли, тогда как остальные, в терминах показателя IS, стали сильнее, причем 30 из них выросли более чем в 1,5 раза. Ослабление затронуло, в основном, связи России (с Финляндией, Данией, Великобританией, Норвегией, США), а усиление – связи Китая практически со всеми странами (кроме Исландии). Существенно активизировала свое международное сотрудничество Канада. В результате в соавторской сети произошли некоторые структурные изменения, например: если в рассмотренной выше подсети наибольшая клика в 1997–2007 гг. включала шесть стран (США, Великобританию, Германию, Францию, Данию, Норвегию), а ее наиболее сплоченное «ядро» – четыре (США, Великобританию, Германию, Францию), то в 2008–2018 гг. первая расширилась за счет Канады, а второе – за счет Норвегии. Таким образом, рассмотренную международную соавторскую

сеть характеризует наличие достаточно сплоченной группы арктических и неарктических стран, которая со временем расширяется и становится сплоченнее (показатель IS возрастает); другие страны, в основном, стремятся к сотрудничеству с этой группой. Относясь к их числу, Россия, тем не менее, значительную часть своих исследований в Арктике проводит самостоятельно.

По вкладу в массив высоко цитируемых (согласно ESI) публикаций с большим отрывом лидируют США (таблица 3, столбец 5). Россия с 52 публикациями опережает Японию, Финляндию и Исландию. Китай, уступающий России по вкладу в общее количество цитат (таблица 2, столбец 6), по участию в высоко цитируемых публикациях в последние десять лет, хотя и ненамного, обошел ее. Построчное сравнение показателей в столбцах 5 (таблица 2) и 6 (таблица 3) подтверждает в нашем случае важную роль международного соавторства для высокой цитируемости публикаций. Например, при «фракционном» счете публикаций (в отличие от «полного») вклад России в массив ESI сократился бы примерно в 4,3 раза. Самый маленький понижающий коэффициент (~1,8) у США, имеющих наибольшую долю автономных публикаций, самый большой (~6,2) – у Исландии, не имеющей таких публикаций вовсе. Только одна высоко цитируемая, согласно ESI, публикация была исключительно российской. Статья наиболее «видимыми» отечественным публикациям чаще всего помогали соавторские связи с учеными из США, Германии и Канады.

ОСНОВНЫЕ РОССИЙСКИЕ УЧАСТНИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

РАН (до 1991 г. Академия наук СССР – АН СССР) – лидирующая мировая организация по числу публикаций в области исследования Арктики за весь период. Следующее за ней Объединение им. Гельмгольца (созданное в Германии в 1995 г.) уступало РАН по этому показателю за период 1995–2018 гг. более чем в 1,6 раза. Исторически Академия наук, в том числе через свои региональные структуры, выполняла основной объем российских исследований Арктики. Её вклад в публикации практически всех российских городов из Топ-10

⁵ Клика – термин теории графов. Здесь означает подмножество стран, любые две из которых имеют соавторские связи.

превышал 50%, а таких городов, как Апатиты, Новосибирск, Екатеринбург и Владивосток (где расположены Кольский научный центр РАН, а также научные центры Сибирского, Уральского и Дальневосточного отделений РАН, соответственно), – 80% (таблица 4, столбец 3). В десятке наиболее продуктивных российских организаций за весь период семь академических институтов (таблица 5). Под воздействием целенаправленных стимулирующих мер

правительства отечественные университеты заметно усилили публикационную активность, что затронуло и арктические исследования (см. соответствующую кривую на рисунке 6, начиная с 2011 г.). В результате Томский и Новосибирский государственные университеты, а также Северо-Восточный федеральный университет (Якутск) в 2016–2018 гг. уже присутствовали в Топ-10 наиболее продуктивных российских организаций в этой области,

Таблица 4

Топ-10 российских городов по количеству публикаций, связанных с Арктикой, 1980–2018 гг.

Город	Количество публикаций в WOS CC	Доля публикаций РАН, %	Наиболее распространенная категория WOS (% публикаций)	Основная страна – коллаборатор (% совместных публикаций)
Москва	5505	75	«океанография» (19,1)	США (12,0)
Санкт-Петербург	2834	49	«науки о Земле» (21,0)	США (15,4)
Апатиты	762	97	«геохимия и геофизика» (27,8)	Норвегия (10,9)
Мурманск	682	64	«биология морской и пресной воды» (24,8)	Норвегия (21,6)
Владивосток	673	81	«науки о Земле» (23,2)	США (25,1)
Новосибирск	636	93	«науки о Земле» (37,2)	США (15,4)
Якутск	371	73	«науки о Земле» (32,1)	Германия (24,3)
Томск	342	76	«науки о Земле» (27,5)	США (24,3)
Екатеринбург	286	82	«экология» (26,2)	Германия (7,0)
Архангельск	262	56	«науки об окружающей среде» (11,5)	Франция (18,3)

Источник: данные WoS на 24.12.2019 г.

Таблица 5

Топ-10 наиболее продуктивных российских организаций, 1980–2018 гг.

Ранг	Организация	Город	Количество публикаций
1	Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова	Москва	1336
2	Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН	Москва	1301
3	Санкт-Петербургский государственный университет	Санкт-Петербург	625
4	Арктический и антарктический НИИ	Санкт-Петербург	499
5	Геологический институт РАН	Москва	493
6	Геологический институт Кольского научного центра РАН	Апатиты	416
7	Зоологический институт РАН	Санкт-Петербург	362
8	Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН	Москва	304
9	Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН	Новосибирск	265
10	Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН	Владивосток	254

Источник: данные WoS на 24.12.2019 г.

а Северный (Арктический) федеральный университет (Архангельск) занимал 13-е место. Тем не менее, несмотря на сделанный «рывок», университетам не удалось догнать РАН, как это имело место в ряде высокотехнологичных областей [13]. Сравнение «качества» публикаций с использованием данных ESI тоже, хотя и незначительно, говорит в пользу РАН: так, доля публикаций с участием РАН за 2009–18 гг., отобранных как «высоко цитируемые для области» по методике ESI (0,8%) несколько выше аналогичной доли публикаций с участием университетов (0,6%).

Существенная роль географического фактора в рассматриваемой научной области во многом определяет территориальное расположение и вклад основных исследовательских центров. Так, в числе лидирующих по объему исследований четыре арктических города: Апатиты, Мурманск, Якутск и Архангельск. Рисунок 7 иллюстрирует характерный сдвиг исследований на восток, где находится большая часть российской Арктической зоны. Согласно этому рисунку, за период 2002–2018 гг. публикационный вклад (условно) «периферии»

вырос с 14,7 до 34,6%, тогда как «центра» – сократился с 73,6 до 61,4%. География влияет и на формирование структур международной научной кооперации, что видно на примере Мурманска и Апатит, активно сотрудничающих с сопредельной Норвегией по проблемам морской и пресной воды, геохимии и геофизики. Преобладающие в общей тематической структуре «науки о Земле» в приложении к Арктике концентрируются в пяти ведущих исследовательских центрах (Новосибирск, Якутск, Томск, Владивосток, Санкт-Петербург), сотрудничающих, в первую очередь, с США; на проблемах экологии и окружающей среды специализируются Екатеринбург и Архангельск (таблица 4; столбцы 4 и 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По целому комплексу причин Арктика все больше притягивает исследовательский интерес мирового научного сообщества: так, по данным БД WoS CC, глобальный выход посвященных ей научных публикаций рос в последнее десятилетие со среднегодовым темпом 5%. Изначально втянув в свою орбиту арктические

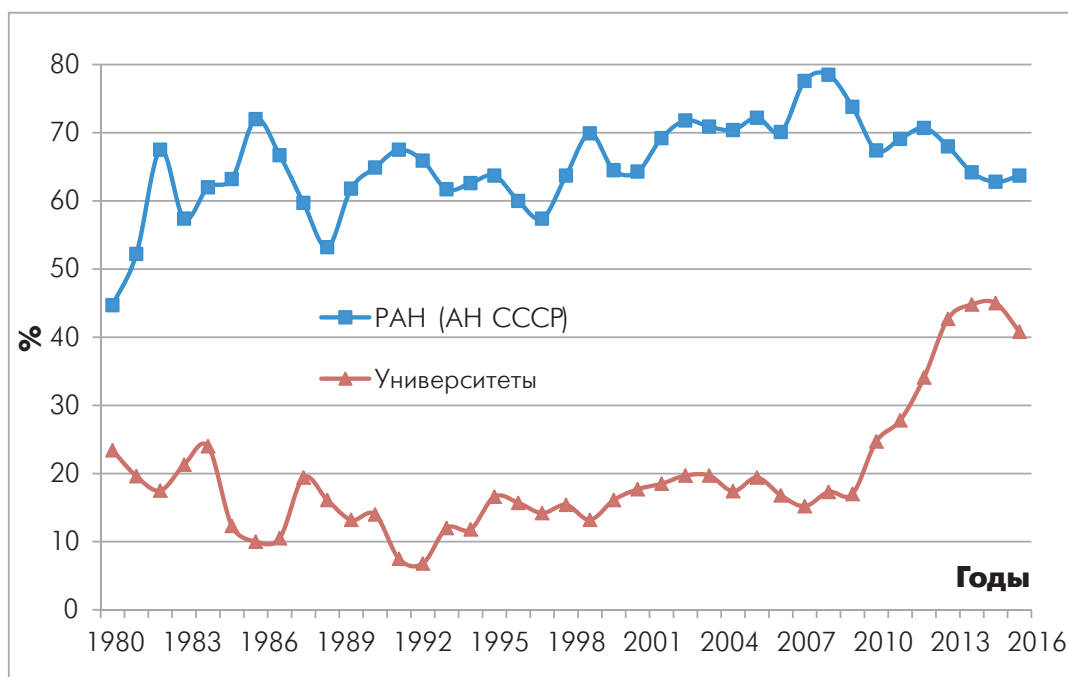


Рисунок 6. Динамика доли публикаций РАН и университетов в области исследований Арктики

Источник: данные WoS на 24.12.2019 г.

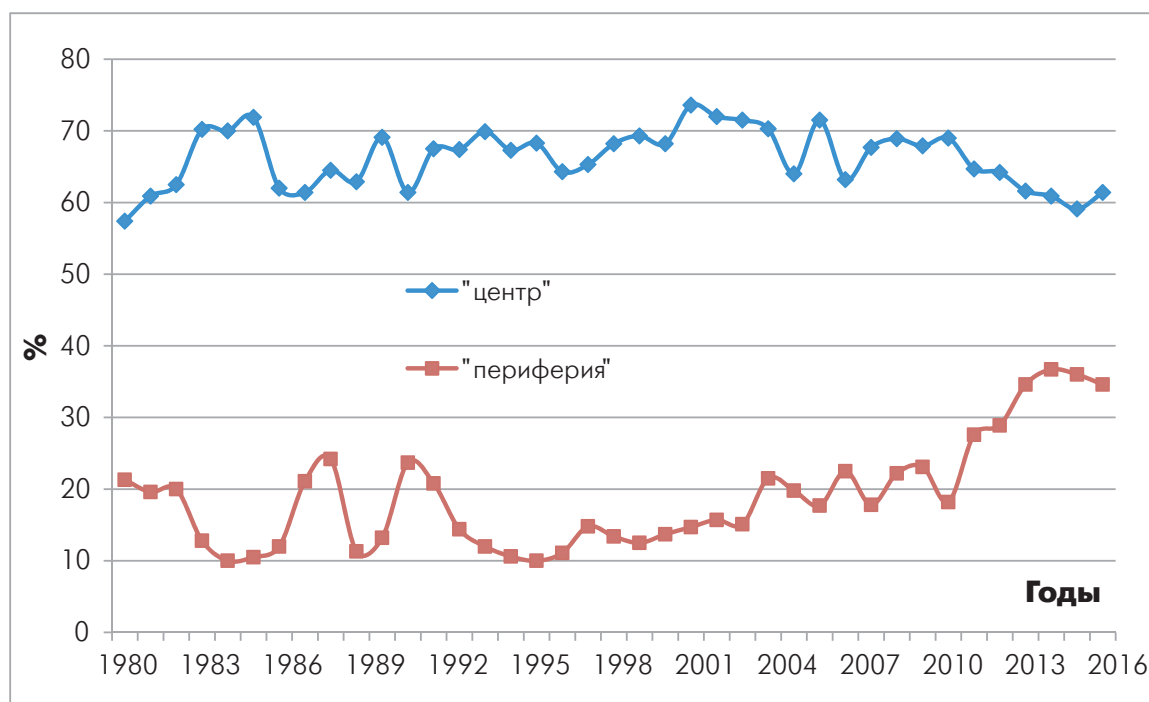


Рисунок 7. Динамика публикационного вклада «центра» (Москва и Санкт-Петербург с Московской и Ленинградской областями) и «периферии» (Урал, Сибирь и Дальний Восток)

Источник: данные WoS на 24.12.2019 г.

страны, исследования Арктики со временем стали привлекать и других участников, в первую очередь, промышленно развитые страны и Китай. К настоящему моменту сложившееся соотношение оставляет за арктической 8-ой примерно половину от всего объема проводимых исследований; другую половину почти поровну делят «остальной мир» и перекрестные коллаборации из представителей этих двух укрупненных групп. В рейтинге стран два первых места практически неизменно удерживают США и Канада. Россия (СССР) по объему исследований пятая за весь период, однако, в последние годы ей удалось подняться на третье место, заметно приблизившись к Канаде. Наш расчет показал, что наблюдаемый «китайский феномен» в большой степени опирается на публикации, которые могут иметь лишь косвенное отношение к Арктике.

Арктические исследования характеризует возрастающая международная кооперация, что подтверждает увеличение публикационного вклада смешанных межгрупповых коллабораций,

а также силы соавторских связей между 13-ю выделенными странами. В образуемой ими соавторской сети выделяется достаточно сплоченная группа арктических и неарктических стран, которая со временем расширяется и становится сплоченнее; другие страны стремятся, в основном, к сотрудничеству с этой группой. Предпочтительными партнерами России являются входящие в группу Германия, Норвегия и США; вместе с тем, значительную часть исследований, связанных с Арктикой, страна проводит самостоятельно.

РАН (АН СССР) была и остается лидирующей в мире научной организацией по объему исследований, связанных с Арктикой, что говорит о фундаментальной роли созданной академической школы; несмотря на существенный прогресс отечественных университетов в последние годы внутри страны, в международном масштабе наиболее заметен лишь МГУ – 20-й среди мировых университетов. К сожалению, с цитируемостью российских публикаций ситуация не столь хороша: по общему количеству

полученных цитат Россия опережает только страны с существенно меньшим объемом публикационного выхода, а попадание в пул высоко цитируемых публикаций почти полностью связано с участием в международных коллаборациях.

Весомая роль географического фактора влияет на пространственную организацию арктических исследований, в частности, на расположенность основных научных центров: помимо двух научных столиц (Москвы и Санкт-Петербурга), это – три города европейского севера (Апатиты, Мурманск, Архангельск) и пять азиатских городов (Владивосток, Новосибирск, Якутск,

Томск, Екатеринбург). Выглядит закономерным долгосрочный сдвиг российских исследований от центра на восток, где находится большая часть Арктической зоны страны.

Лишь опираясь на научные знания, возможно комплексное освоение Арктики, рациональное использования ее природных богатств. Это требует систематического отслеживания и анализа процессов формирования и развития таких знаний, в том числе с использованием библиометрии. Настоящая статья делает шаг в этом направлении, расширяя и дополняя предшествующие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арктический регион. Проблемы международного сотрудничества (2013) Хрестоматия в 3-х томах. М.: Аспект Пресс. Т. 1. 360 с.
2. Analyses of key companies having business operations in the Arctic (2017) Nordea. 46 p. https://insights.nordea.com/wp-content/uploads/2019/02/Analyses-of-Key-Companies-having-Business-Operating-In-the-Arctic_0.pdf.
3. Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н. (2019) Российская Арктика: логика и парадоксы перемен // Проблемы прогнозирования. 6:4–21.
4. Aksnes D.W., Hessen D.O. (2009) The structure and development of polar research (1981–2007): a publication-based approach // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. 41(2):155–163.
5. Augustsson A., Aldberg H., Friberg M. (2015) Bibliometric survey of polar research in Sweden. Swedish Research Council. 15 p. <https://polar.se/dok/bibliometric-survey-of-polar-research-in-sweden.pdf>.
6. Côté G., Picard-Aitken M. (2009) Arctic research in Canada. A bibliometric study. Montreal. Science-Metrix Inc. 23 p. http://www.science-metrix.com/pdf/SM_INAC_Bibliometrics_Arctic_Research.pdf.
7. Rousseau D.D., Babin M., eds. (2013) Executive Summary of the French Arctic Initiative's Science Plan Document. http://www.chantier-arctique.fr/en/uploads/Resume_executif_Prospective_CAF_EN_final.pdf.
8. Wang X. (2012) A bibliometric analysis of international polar research // Science Focus. 7(2):33–40.
9. Stegmann J. (2014) Research at UNIS – The University Centre in Svalbard. A bibliometric study. 17 p. <https://arxiv.org/abs/1405.6399>.
10. Aksnes D.W., Osipov I.A., Moskaleva O.V., Kullerud L. (2016) Arctic research publication trends: A pilot study. Technical Report, University of the Arctic. 59 p.
11. Luukkonen T., Tijssen R.J.W., Persson O., Sivertsen G. (1993) The measurement of international scientific collaboration // Scientometrics. 28(1):15–36.
12. Glanzel W. (2001) National characteristics in international scientific cooperation // Scientometrics. 51(1):69–115.
13. Терехов А.И. (2019) Развитие научной базы нанотехнологий на примере трех направлений: библиометрический взгляд // Социология науки и технологий. 10(1):95–109.

Информация об авторе

Терехов Александр Иванович – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Центрального экономико-математического института, Российская академия наук (Российская Федерация, 117418, г. Москва, Нахимовский пр., д. 47; e-mail: alex.i.terekhov@gmail.com)

A.I. TEREKHOV,

Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation; e-mail: alex.i.terekhov@gmail.com)

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF ARCTIC RESEARCH

UDC: 001

<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2020-6-4-264-277>

Abstract: The article presents a brief bibliometric analysis and assessment of the development of research related to the Arctic. The world trends in the volume of scientific output are considered, significant countries participating in the research are identified, their contribution and the place of Russia are assessed, an international co-authorship network is built and studied. The rapid growth of world research in the Arctic in the last decade, driven by not only the Arctic countries, but also non-Arctic ones, and the growing international cooperation are shown. Russia, combining the traditionally strong position of Russian academic school in the study of the Arctic with the increasing activity of universities, significantly exceeded the average world growth rate and became the third in the world in terms of the volume of Arctic research. The main source of information for the analysis was the Web of Science Core Collection database, an additional source – Google Scholar.

Keywords: Arctic, scientific paper, data of Web of Science Core Collection, bibliometric analysis

For citation: Terekhov A.I. Quantitative Assessment of the Development of Arctic Research. *The Economics of Science*. 2020; 6(4):264-277. (In Russ.) <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2020-6-4-264-277>

REFERENCES

1. The Arctic Region. International Cooperation Issues (2013) In 3 Volumes. Moscow: Aspect Press. V. 1. 360 p. (In Russ.)
2. Analyses of key companies having business operations in the Arctic (2017) Nordea. 46 p. https://insights.nordea.com/wp-content/uploads/2019/02/Analyses-of-Key-Companies-having-Business-Operating-In-the-Arctic_0.pdf.
3. Leksins, V.N., Porfir'ev B.N. (2019) The Russian Arctic: The logic and paradoxes of change // Studies on Russian Economic Development. 6:4–21. (In Russ.)
4. Aksnes D.W., Hessen D.O. (2009) The structure and development of polar research (1981–2007): a publication-based approach // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. 41(2):155–163.
5. Augustsson A., Aldberg H., Friberg M. (2015) Bibliometric survey of polar research in Sweden. Swedish Research Council. 15 p. <https://polar.se/dok/bibliometric-survey-of-polar-research-in-sweden.pdf>.
6. Côté, G., Picard-Aitken M. (2009) Arctic research in Canada. A bibliometric study. Montreal. Science-Metrix Inc. 23 p. http://www.science-metrix.com/pdf/SM_INAC_Bibliometrics_Arctic_Research.pdf.
7. Rousseau D.D., Babin M., eds. (2013) Executive Summary of the French Arctic Initiative's Science Plan Document. http://www.chantier-arctique.fr/en/uploads/Resume_executif_Prospective_CAF_EN_final.pdf.
8. Wang X. (2012) A bibliometric analysis of international polar research // Science Focus. 7(2):33–40.
9. Stegmann J. (2014) Research at UNIS – The University Centre in Svalbard. A bibliometric study. 17 p. <https://arxiv.org/abs/1405.6399>.
10. Aksnes D.W., Osipov I.A., Moskaleva O.V., Kul'lerud L. (2016) Arctic research publication trends: A pilot study. Technical Report, University of the Arctic. 59 p.
11. Luukkonen T., Tijssen R.J.W., Persson O., Sivertsen G. (1993) The measurement of international scientific collaboration // Scientometrics. 28(1):15–36.
12. Glanzel W. (2001) National characteristics in international scientific cooperation // Scientometrics. 51(1):69–115.
13. Terekhov A.I. (2019) The development of scientific base of nanotechnology on the example of three directions: A bibliometric view // Sociology of Science and Technology. 10(1):95–109. (In Russ.)

Author

Terekhov Alexander Ivanovich – Leading Researcher of Central Economics and Mathematics Institute, The Russian Academy of Sciences (Russian Federation, 117418, Moscow, Nakhimovsky Avenue, 47; e-mail: alex.i.terekhov@gmail.com)