



Российская академия наук
Уральское отделение
**ИНСТИТУТ
ЭКОНОМИКИ**



ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ ДЕМОГРАФИЧЕСКОМУ РАЗВИТИЮ

— сборник научных статей —

ТОМ 1



Изображение: freepik.com

Российская академия наук
Уральское отделение
Институт экономики

ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ ДЕМОГРАФИЧЕСКОМУ РАЗВИТИЮ

Сборник научных статей

Том I

Екатеринбург
2022

УДК 312
ББК 60.7 (2 Рос)
Г 54

Десятилетие науки и технологий в Российской Федерации

Сборник подготовлен в рамках выполнения НИР по госзадаанию Института экономики УрО РАН на 2021–2023 гг. № 0327-2021-0011 «Институциональные модели и факторы социальной и экономической адаптации населения региона в условиях перехода к динамичному развитию».

Редакторы: д-р экон. наук, проф. О.А. Козлова, д-р экон. наук, проф. А.П. Багирова, д-р истор. наук, проф. Г.Е. Корнилов, д-р экон. наук, проф. И.А. Кулькова, д-р философ. наук, проф. Б.Ю. Берзин, канд. экон. наук Н.П. Неклюдова

Рецензенты: д-р экон. наук Т.А. Коркина, д-р экон. наук С.В. Дорошенко

Глобальные вызовы демографическому развитию [Текст]: сб. науч. ст. Г 54 / ред. д-р экон. наук, проф. О.А. Козлова, д-р экон. наук, проф. А.П. Багирова, д-р истор. наук, проф. Г.Е. Корнилов, д-р экон. наук, проф. И.А. Кулькова, д-р философ. наук, проф. Б.Ю. Берзин, канд. экон. наук Н.П. Неклюдова. Т. I. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2022. — 449 с.

ISBN 978-5-94646-666-0

Сборник статей представляет интерес для экономистов, специалистов в области управления демографическими процессами, социологии и психологии воспроизводства населения, медицины и здоровьесбережения населения, историков, географов, преподавателей, аспирантов и представителей общественных и некоммерческих организаций, интересующихся вопросами демографической и семейной политики.

В первом томе размещены материалы научных статей дискуссионных площадок «Демографические структуры в исторической ретроспективе», «Социальное самочувствие и психологическое благополучие различных групп населения» и «Внутренняя и международная миграция».

УДК 312
ББК 60.7 (2 Рос)

<https://doi.org/10.17059/udf-2022-3-13>

УДК 314.7(985)

JEL O15

МИГРАЦИОННЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ¹

А. В. Смирнов

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-6952-6834>

Автор для корреспонденции: А. В. Смирнов (av.smirnov.ru@gmail.com)

Аннотация. Миграционные и транспортные потоки в российской Арктике рассматриваются с помощью инструментария науки о сетях. На основе данных цифровых платформ построены сети миграций, авиационных и железнодорожных пассажиропотоков. Выявлены характеристики сетей, миграционные и транспортные хабы в российской Арктике. Оценены масштабы перемещений по направлениям и связность арктических территорий. Полученные результаты могут использоваться в прогнозировании демографических процессов и территориальном планировании.

Ключевые слова: миграция, транспортные потоки, сети, Арктика

Migration and Transport Networks in the Russian Arctic

A. V. Smirnov

Institute of Socioeconomic and Energy Problems of the North of the Komi Science Centre
of the Ural Branch of RAS (Syktyvkar, Russia). <https://orcid.org/0000-0001-6952-6834>

Corresponding author: A. V. Smirnov (av.smirnov.ru@gmail.com)

Abstract. The article considers migration and transport flows in the Russian Arctic using the tools of network science. Based on the data of digital platforms, networks of migration, air and railroad passenger flows were constructed. The paper reveals the characteristics of networks, identifies migration and transport hubs in the Russian Arctic. The article assesses the scale of movements in directions and the connectivity of the Arctic territories. The results can be used in forecasting demographic processes and territorial planning.

Keywords: migration; transport flows; networks; Arctic

Введение

Арктическая зона Российской Федерации — геостратегическая территория, обладающая большим значением для экономики, национальной безопасности и транспортной связности страны. Границы Арктической зоны России были определены в 2014 г., после чего трижды расширились. Российская Арктика занимает примерно треть территории России, а ее вклад в валовой продукт страны — около 6 %. Арктическая зона на 2022 г. включает 75 городских округов и муниципальных районов, в которых проживает 2,6 млн чел. (или 1,8 % от населения России). С 1989 г. население российской Арктики сократилось на 30 % и продолжает сокращаться, в основном в результате миграционного оттока [1]. Поэтому исследование

¹ © Смирнов А. В. Текст. 2022.

миграционных и транспортных потоков в российской Арктике является актуальной задачей.

Предыдущие исследования выявили модели и маршруты миграции в Арктике [2, с. 152–155], позволили оценить возвратную миграцию [3], миграционный обмен с южными регионами России [4] и степень снижения пространственной подвижности населения в период пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 [5]. В данном исследовании миграционные потоки будут рассматриваться совместно с транспортными, что позволит учитывать связность территорий. Методической основой исследования стал инструментарий науки о сетях [6].

Объект исследования — миграционные и транспортные потоки в российской Арктике. Пространственная подвижность населения будет анализироваться с использованием цифрового следа [7, 8], т. е. данных, которые пользователи интернета оставляют в цифровой среде. Благодаря цифровизации общества [9; 10] интернет-платформы накапливают огромные объемы информации о населении [11]. Хотя такие данные искажены цифровой средой, обладают рядом недостатков и ограничений [12, 13], они позволяют оценивать многие характеристики реальных демографических процессов [14, 15]. В условиях Арктики цифровые данные особенно актуальны, поскольку для арктических территорий характерен высокий уровень проникновения интернета и цифровых технологий [16].

Методы и данные

Цифровой след населения анализировался при помощи двух источников данных: проекта «Виртуальное население России» и набора данных сервиса «Туту.ру». Рассмотрим их возможности и ограничения.

Проект «Виртуальное население России» (webcensus.ru) реализован при поддержке Русского географического общества и Института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН. Он содержит географически привязанные данные за январь–март 2015 г. из профилей пользователей самой популярной в России на тот момент социальной сети «ВКонтакте». Данные проекта позволяют анализировать миграционные перемещения на региональном и муниципальном уровнях по возрастным группам. Из 88 млн пользователей, у которых указано место жительства или место учебы, только 9 млн указали более одного места жительства. Благодаря данным об их последнем переезде удалось построить сеть межмуниципальных перемещений населения Арктики. Необходимо иметь в виду, что эти данные не являются репрезентативными ни в пространственном, ни в возрастном отношении, имеют характерные для всех цифровых источников данных ограничения [10]. Однако данные сдвинуты в сторону именно тех социальных групп, которые наиболее склонны к миграции (молодое и образованное население), что позволяет фиксировать миграционные закономерности. Есть два существенных отличия пространственных данных из социальных медиа от официальной статистики,

которые следует отметить. Во-первых, пользователи, живущие в пригородах и сельских территориях, склонны указать в качестве места жительства ближайшие города, центральные места. Во-вторых, пользователи зачастую не отражают в профилях краткосрочные и возвратные миграции.

Набор данных сервиса по продаже билетов «Туту.ру» (story.tutu.ru/dataset) о перемещениях по стране создан для прогнозирования распространения коронавирусной инфекции COVID-19. Он содержит информацию о количестве перемещений между городами на самолетах, поездах и автобусах в апреле 2019 г. По сообщениям разработчиков источника данных, автобусы — самая неточная часть ввиду наличия «серых» перевозчиков. Для Арктических городов там содержится всего 11 маршрутов (в основном из Архангельска и Петрозаводска). Поэтому в данном исследовании ограничимся данными о самолетах (558 маршрутов) и поездах (712 маршрутов). Авиа- и железнодорожные данные тоже имеют ограничения. В восточной части страны покрытие рынка хуже. Имеется ряд перевозок вроде вертолетных маршрутов между городами Дальнего Востока и винтомоторной авиация Якутии.

Методы сетевого анализа все чаще применяются в исследованиях миграции [17]. Сеть состоит из множества узлов и множества связей между ними. В направленных сетях порядок узлов в связях упорядочен и отражает направление связи — из источника в целевой узел. Во взвешенной сети связи имеют веса. Миграционные и транспортные сети удобнее всего представлять направленными и взвешенными. Направления соответствуют направлениям перемещений, а веса — количеству переместившихся людей. Построено шесть сетей. Три включают только связи, хотя бы один узел которых расположен в Арктике: миграционная, авиационных и железнодорожных пассажиропотоков. Еще три аналогичные сети для сравнительного анализа построены по данным для всей России. Анализ сетей позволил оценить связанность арктических городов и районов между собой, а также с городами и районами остальной России. Алгоритмы для анализа и визуализации данных реализованы на языках программирования Python и Julia с использованием пакетов NetworkX, pandas, Graphs.jl, GraphPlot.jl, VegaLite.jl, DataFrames.jl и CSV.jl.

Результаты

По размеру сети и количеству связей лидируют миграционные сети (табл.), т. к. они не ограничены возможностями транспортной инфраструктуры. Из транспортных сетей железнодорожные крупнее авиационных, поскольку аэропорты есть в меньшем числе населенных пунктов, чем железнодорожные вокзалы. Однако в Арктике ввиду ее удаленности доля городов с аэропортами выше, чем в стране в целом.

Выделяют классы сильно связанных и слабо связанных сетей. В сильно связанных сетях существует по меньшей мере один направленный путь между

Миграционные и транспортные сети в российской Арктике и России

Показатель	Миграция		Авиационный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Размер сети (число узлов)	2112	2201	85	173	160	574
Число связей	32 199	334 529	558	2951	712	12 125
Является сильно связанной	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Является слабо связанной	да	да	да	да	да	нет
Средняя степень	30,5	304,0	13,1	34,1	8,9	42,2
Средняя сила	186,9	3 319,1	12 842,1	70 674,0	3 419,8	29 146,4
Плотность сети	0,007	0,069	0,078	0,099	0,028	0,037
Средняя длина пути	1,875	1,936	1,925	2,246	2,489	2,236 *
Диаметр сети **	4	3	5	5	6	5 *
Коэффициент степенной ассортативности	-0,519	-0,202	-0,635	-0,364	-0,644	-0,213
Коэффициент кластеризации	0,525	0,468	0,302	0,507	0,398	0,640
Параметр гетерогенности	14,675	2,475	3,157	2,581	3,934	3,409
Число кластеров при разбиении методом распространения меток	2	1	1	1	4	6

* Чтобы рассчитать значение сеть была преобразована в слабо связанную путем удаления пяти узлов, относящихся к изолированному участку железной дороги на Сахалине.

** Для расчета диаметра все сети были преобразованы в ненаправленные.

Составлено по данным webcensus.ru и Туту.ру.

каждой парой узлов в обоих направлениях. Если связность достигается без учета направлений связей, то сеть называется слабо связанной. Из шести анализируемых сетей ни одна не является сильно связанной. Однако все, кроме железнодорожной сети по России, являются слабо связными. Причина отсутствия связности в последней сети — наличие изолированной от остальной сети железной дороги на о. Сахалин.

Средняя степень узла отражает среднее по всей сети число связей или соседей. В сети арктической миграции средняя степень на порядок ниже, чем в сети миграции по стране. Хотя степень узла железнодорожной сети по России выше, чем в Арктической зоне, в авиационном транспорте наблюдается обратная ситуация. Это в очередной раз говорит о важности авиационного транспорта в арктических условиях. Поскольку транспортные и миграционные сети взвешенные, для них можно рассчитать взвешенную степень — силу узла. Сила узла в Арктике в 3,8 раз выше у авиационного транспорта.

Показатель плотности сети измеряется в промежутке от 0 до 1 и оценивает долю имеющихся в сети связей от максимально возможной — когда

каждый узел соединен с каждым. Сети с низкой плотностью называют разреженными. Наиболее разреженной сетью является сеть миграций в Арктике. Авиационные сети самые плотные, в 2,7–2,8 раза плотнее, чем железнодорожные. Это объясняется тем, что железнодорожные пути линейные и не обеспечивают связность населенных пунктов в любом направлении, как это делает авиация.

Кратчайший путь — это минимальное число связей, которое необходимо пройти по пути, соединяющему два узла. Средняя длина пути рассчитывается путем усреднения длин кратчайших путей по всем парам узлов. Самые низкие значения средней длины пути в миграционных путях из-за большого числа связей, а высокие: в железнодорожной (для Арктики) и в авиационной (для России). Из-за особенностей железнодорожной сети Арктики, что будет рассмотрено далее, авиация обеспечивает перемещение между узлами за меньшее число полетов.

Диаметр сети — максимальная длина кратчайшего пути между всеми парами узлов, т. е. длина самого длинного кратчайшего пути в сети. В арктических сетях диаметр выше или равен значению по всей России. Самый большой диаметр — в железнодорожной сети, самый низкий — в миграционной.

Коэффициент степенной ассортативности выше 0 тогда, когда высокостепенные узлы, как правило, соединены с другими высокостепенными узлами, а низкостепенные — с низкостепенными. (т. е. узлы тяготеют к подобным себе). Во всех рассмотренных сетях коэффициент ассортативности отрицательный. Следовательно, высокостепенные узлы (хабы) чаще соединены с низкостепенными.

Коэффициент кластеризации узла — доля пар его соседей, соединенных друг с другом. Усредняя коэффициент кластеризации по всем узлам, можно рассчитать коэффициент кластеризации сети. В Арктике он самый высокий в миграционных сетях. Как правило, более связными являются либо хабы, либо расположенные близко друг к другу населенные пункты. В авиационном транспорте коэффициент кластеризации сети относительно низкий.

Параметр гетерогенности отражает изменчивость степени по всем узлам. Чем больше в сети хабов (узлов с более высокой степенью), тем выше параметр гетерогенности. В Арктике гетерогенность выше в миграционных сетях. Хабами выступают Москва, Санкт-Петербург и административные центры субъектов Российской Федерации. Однако и в других сетях параметр гетерогенности довольно высокий. Хабы существуют во всех рассмотренных сетях.

Кластеры (сообщества) — множества узлов с более высокой плотностью соединений внутри, чем между множествами. Для выявления кластеров использовался алгоритм распространения меток. Он обнаруживает сообщества, основываясь на идее, что соседи обычно принадлежат к одному и тому же сообществу. На каждом шаге алгоритм относит узел

к сообществу, к которому принадлежит большинство его соседей, пока метки не перестают изменяться. Максимальное число кластеров выделено в железнодорожных сетях.

Визуализация сети авиационных пассажиропотоков создана с применением алгоритма мажорирования стресса [18], который хорошо подходит для отрисовки сетей с относительно высокой плотностью и низкой кластеризацией. При построении сети железнодорожных пассажиропотоков использовался модифицированный алгоритм компоновки сети по направлению силы Фрухтермана — Рейнгольда [19]. Он стремится к размещению узлов таким образом, чтобы соединенные узлы располагались близко друг к другу, а число пересечений связей минимизировалось. Алгоритм хорошо подходит для выделения кластеров сети.

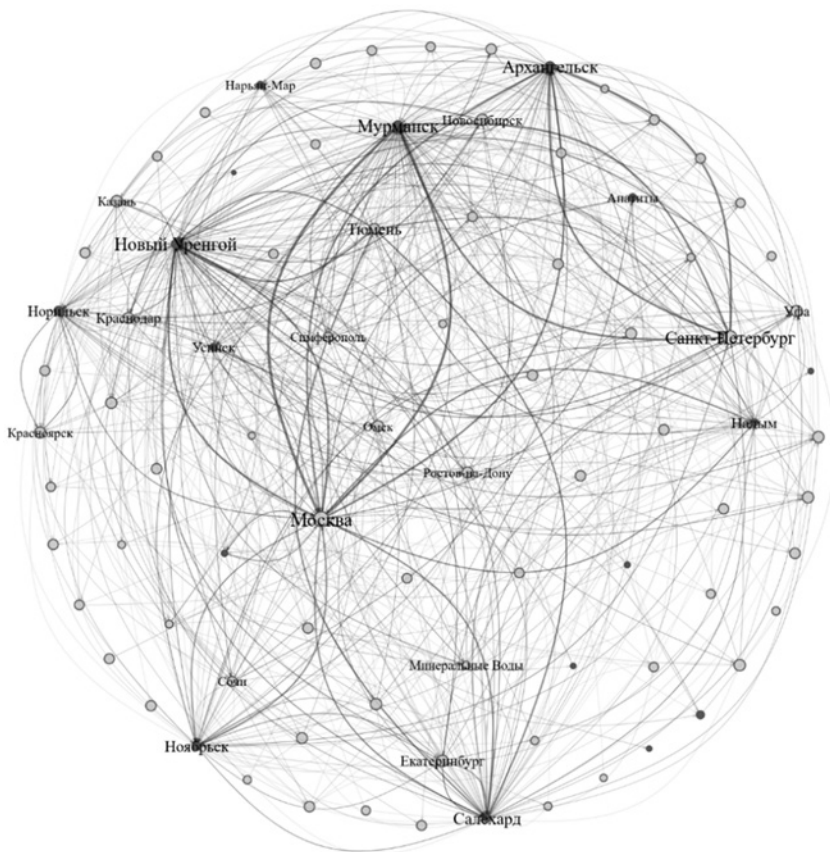


Рис. 1. Сеть авиационных перемещений в российской Арктике (составлено по данным «Туту.ру»)



Рис. 2. *Сеть железнодорожных перемещений в российской Арктике (составлено по данным «Туту.ру»)*

В авиационной сети 15 % перелетов совершаются из Москвы, а еще 18 % — в Москву. Таким образом, на столицу приходится треть от всех перемещений. Помимо Москвы есть еще несколько крупных хабов: Мурманск (25 %), Новый Уренгой (23 %), Санкт-Петербург и Архангельск (по 17 %). Крупнейшие потоки — между Мурманском и Москвой, а также между Санкт-Петербургом и Архангельском. Алгоритм выделил в сети всего один кластер — большинство аэропортов связано с несколькими крупными хабами одновременно (рис. 1).

В железнодорожной сети (рис. 2) доля основных хабов ниже. На Новый Уренгой приходится 20 % перемещений, на Москву — 17 %, на Архангельск и Санкт-Петербург — по 16 %. Кроме того, в сети явно выделяются кластеры, соответствующие филиалам Российский железных дорог: Октябрьской,

Северной, Свердловской. Причем Северная железная дорога разделена на два кластера, соответствующих веткам на Архангельск и Воркуту. Промежуточное положение между ядрами кластеров занимают Москва, Санкт-Петербург и Киров. В федеральной сети железнодорожных перемещений алгоритмом выделено шесть кластеров.

В сети миграционных перемещений выделено два кластера. Первый включает некоторые города и районы Якутии, второй — остальную Арктику. Хотя в Арктике проживает 1,8 % населения России, на них приходится 5,28 % миграционных перемещений, 3,27 % — железнодорожных и 8,93 % — авиационных. Следовательно, в условиях Арктики особое значение приобретает авиационный транспорт, связывающий удаленные поселения с федеральными центрами. Внутри Арктики осуществляется очень незначительное число перемещений (0,68 % миграций, 0,24 % — железнодорожных и 0,33 % — авиационных). Гораздо больший процент приходится на перемещения между арктическими и неарктическими поселениями (4,61 %, 3,03 % и 8,60 % от всех перемещений в стране соответственно). Похожие закономерности были выявлены при изучении научно-образовательного сотрудничества [20, с. 26] в Арктике.

Выводы

Исследование показало, что новые цифровые источники данных в ряде случаев позволяют получить детальную и масштабную информацию о населении. Были построены и проанализированы миграционные и транспортные сети в российской Арктике. В них выявлены хабы и кластеры. Подтверждено, что связанность территорий Арктики между собой достаточно низкая. Основная часть перемещений приходится на потоки с городами за пределами Арктики. Выявленные закономерности позволят строить более точные прогнозы демографического развития арктических территорий.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 21-78-00081 «Разработка инструментария для изучения демографических процессов в условиях цифровизации общества (на примере российской Арктики)».

Список источников

[1] Фаузер В. В., Лыткина Т. С. Миграционные процессы на российском Севере // Социальная политика и социология. 2017. Т. 16, № 1 (120). С. 141–149. DOI: 10.17922/2071-3665-2017-16-1-141-149.

[2] Российская и Мировая Арктика: население, экономика, расселение / В. В. Фаузер, А. В. Смирнов, Т. С. Лыткина и др. Москва : Политическая энциклопедия, 2022. 215 с.

[3] Zamyatina N., Yashunsky A. Migration Cycles, Social Capital and Networks. A New Way to Look at Arctic Mobility // New Mobilities and Social Changes in Russia's Arctic Regions. London ; New York : Routledge, 2017. P. 59–84.

- [4] *Zamyatina N., Goncharov R.* “Agglomeration of flows”: Case of migration ties between the Arctic and the southern regions of Russia // *Regional Science Policy & Practice*. 2021. Vol. 14, Iss. 1. P. 63–85. DOI: 10.1111/rsp3.12389.
- [5] Spatiotemporal dynamics of the COVID-19 pandemic in the arctic: early data and emerging trends / A. N. Petrov, M. Welford, N. Golosov, et al. // *International Journal of Circumpolar Health*. 2020. Vol. 79 (1). P. 1–9. DOI: 10.1080/22423982.2020.1835251.
- [6] Наука о сетях: вводный курс / Ф. Менцер, С. Фортунато, К. А. Дэвис. Москва : ДМК Пресс, 2021. 338 с.
- [7] *Дудина В. И.* «Пересборка социологии»: цифровой поворот и поиски новой теоретической оптики // *Социологические исследования*. 2021. № 11. С. 3–11. DOI: 10.31857/S013216250016829-4.
- [8] *Golder S. A., Macy M. W.* Digital footprints: opportunities and challenges for online social research // *Annual Review of Sociology*. 2014. Vol. 40 (1). P. 129–152. DOI: 10.1146/annurev-soc-071913-043145.
- [9] *Katzenbach C., Bächle T. C.* Defining concepts of the digital society // *Internet Policy Review*. 2019. Vol. 8 (4). P. 1–6. DOI: 10.14763/2019.4.1430.
- [10] *Смирнов А. В.* Цифровое общество: теоретическая модель и российская действительность // *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены*. 2021. № 1. С. 129–153. DOI: 10.14515/monitoring.2021.1.1790.
- [11] *Ledford H.* How Facebook, Twitter and Other Data Troves are Revolutionizing Social Science // *Nature*. 2020. No. 7812: 328–330. DOI: 10.1038/d41586-020-01747-1.
- [12] *Lazer D., Radford J.* Data ex Machina: introduction to big data // *Annual Review of Sociology*. 2017. Vol. 43 (1). P. 19–39. DOI: 10.1146/annurev-soc-060116-053457.
- [13] Computational Social Science and Sociology / A. Edelmann, T. Wolff, D. Montagne, et al. // *Annual Review of Sociology*. 2020. No. 46: 61–81. DOI: 10.1146/annurev-soc-121919-054621.
- [14] Demography in the Digital Era: New data sources for population research / D. Albrez-Gutierrez, S. Aref, S. Gil-Clavel, et al. // *SIS2019. Smart statistics for smart applications*. Milano : Pearson, 2019. P. 1–8. DOI: 10.31235/osf.io/24jp7.
- [15] *Смирнов А. В.* Прогнозирование миграционных процессов методами цифровой демографии // *Экономика региона*. 2022. Т. 18, Вып. 1. С. 133–145. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-1-10.
- [16] State of the Nordic Region 2020. Wellbeing, health and digitalisation edition / A. Lundgren, L. Randall, G. Norlén, et al. Copenhagen, Nordic Council of Ministers, 2020. 71 p. DOI: 10.6027/nord2020-052.
- [17] *Danchev V., Porter M. A.* Migration networks: applications of network analysis to macroscale migration patterns // *McAuliffe (ed.). Research Handbook on International Migration and Digital Technology*. Cheltenham : Edward Elgar Publishing, 2021. P. 70–90. DOI: 10.4337/9781839100611.
- [18] Graph Drawing by Stress Majorization / E. Gansner, Y. Koren, S. North // *Proceedings of 12th Int. Symp. Graph Drawing (GD’04)*. Springer-Verlag, 2004. Vol. 3383. P. 239–250.
- [19] *Fruchterman T. M. J., Reingold E. M.* Graph drawing by force-directed placement // *Software: Practice and Experience*. 1991. Vol. 21 (11). P. 1129–1164. DOI: 10.1002/spe.4380211102.

[20] *Смирнов А. В.* Человеческое развитие и перспективы формирования экономики знаний в российской Арктике // Арктика: экология и экономика. 2020. № 2 (38). С. 18–30. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-2-18-30.

References

[1] *Fauzer V. V., Lytkina T. S.* Migration processes in the Russian North // Social policy and sociology. 2017. Vol. 16, No. 1 (120). Pp. 141-149. DOI: 10.17922/2071-3665-2017-16-1-141-149.

[2] *Fauzer V. V., Smirnov A. V., Lytkina T. S., Fauzer G. N.* Russian and World Arctic: population, economy, resettlement. Moscow: Political Encyclopedia, 2022. 215 p.

[3] *Zamyatina N., Yashunsky A.* Migration Cycles, Social Capital and Networks. A New Way to Look at Arctic Mobility // New Mobilities and Social Changes in Russia's Arctic Regions. London and New York: Routledge, 2017. Pp. 59-84.

[4] *Zamyatina N., Goncharov R.* "Agglomeration of flows": Case of migration ties between the Arctic and the southern regions of Russia // Regional Science Policy & Practice. 2021. Vol. 14, No. 1. Pp. 63-85. DOI: 10.1111/rsp3.12389.

[5] Spatiotemporal dynamics of the COVID-19 pandemic in the arctic: early data and emerging trends / A. N. Petrov, M. Welford, N. Golosov, et al. // International Journal of Circumpolar Health. 2020. Vol. 79(1). Pp. 1–9. DOI: 10.1080/22423982.2020.1835251.

[6] A First Course in Network Science / F. Menczer, S. Fortunato, C. A. Davis. Moscow: DMK Press, 2021. 338 p.

[7] *Dudina V. I.* Reassembling sociology: digital turn and searching for new theoretical optics // Sociological Studies. 2021. No. 11. Pp. 3-11. DOI: 10.31857/S013216250016829-4.

[8] *Golder S. A., Macy M. W.* Digital footprints: opportunities and challenges for online social research // Annual Review of Sociology. 2014. Vol. 40(1). Pp. 129-152. DOI: 10.1146/annurev-soc-071913-043145.

[9] *Katzenbach C., Bächle T. C.* Defining concepts of the digital society // Internet Policy Review. 2019. Vol. 8(4). Pp. 1-6. DOI: 10.14763/2019.4.1430.

[10] *Smirnov A. V.* Digital Society: Theoretical Model and Russian Reality // Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes. 2021. No. 1. Pp. 129-153. DOI: 10.14515/monitoring.2021.1.1790.

[11] *Ledford H.* How Facebook, Twitter and Other Data Troves are Revolutionizing Social Science // Nature. 2020. No. 7812. Pp. 328-330. DOI: 10.1038/d41586-020-01747-1.

[12] *Lazer D., Radford J.* Data ex Machina: introduction to big data // Annual Review of Sociology. 2017. Vol. 43(1). Pp. 19-39. DOI: 10.1146/annurev-soc-060116-053457.

[13] Computational Social Science and Sociology / A. Edelman, T. Wolff, D. Montagne et al. // Annual Review of Sociology. 2020. No. 46. Pp. 61–81. DOI: 10.1146/annurev-soc-121919-054621.

[14] Demography in the Digital Era: New data sources for population research / D. Albrez-Gutierrez, S. Aref, S. Gil-Clavel et al. // SIS2019. Smart statistics for smart applications. Milano: Pearson, 2019. Pp. 1–8. DOI: 10.31235/osf.io/24jp7.

[15] *Smirnov A. V.* Digital Demography Methods for Forecasting Migration Processes // *Economy of regions*. 2022. Vol. 18(1). Pp. 133-145. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-1-10.

[16] State of the Nordic Region 2020. Wellbeing, health and digitalisation edition / A. Lundgren, L. Randall, G. Norlén et al. Copenhagen, Nordic Council of Ministers, 2020. 71 p. DOI: 10.6027/nord2020-052.

[17] *Danchev V., Porter M. A.* Migration networks: applications of network analysis to macroscale migration patterns // *Research Handbook on International Migration and Digital Technology* / ed. McAuliffe. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2021. Pp. 70-90. DOI: 10.4337/9781839100611.

[18] *Gansner E., Koren Y., North S.* Graph Drawing by Stress Majorization // *Proceedings of 12th Int. Symp. Graph Drawing (GD'04)*. Springer-Verlag, 2004. Vol. 3383. Pp. 239-250.

[19] *Fruchterman T. M. J., Reingold E. M.* Graph drawing by force-directed placement // *Software: Practice and Experience*. 1991. Vol. 21(11). Pp. 1129-1164. DOI: 10.1002/spe.4380211102.

[20] *Smirnov A. V.* Human Development and Prospects for the Knowledge Economy Formation in the Russian Arctic // *Arctic: Ecology and Economy*. 2020. No. 2(38). Pp. 18-30. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-2-18-30.

Научное издание

ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ ДЕМОГРАФИЧЕСКОМУ РАЗВИТИЮ
Сборник статей
Том I

Рекомендовано к изданию
Ученым советом Института экономики УрО РАН
Протокол Ученого совета №12 от 28.06.2022.
Рег. №05(22) (протокол редколлегии №2 от 24.06.2022).

Редактор А. А. Кононенко
Компьютерная верстка С. В. Кузовковой

Подписано в печать 02.11.2022.
Формат 60x90 1/16. Бумага типографская. Печать офсетная
Усл. п. л. 26. Уч.-изд. л. 26,1.
Тираж 300 экз. Заказ №

Оригинал-макет подготовлен Институтом экономики УрО РАН
620014, Екатеринбург, ул. Московская 29

ООО «Типография Уральский Печатный Дом»
620049, г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, д. 45, корп. 8, оф. 1.
Тел.: 8 (343) 379-04-99, факс: 379-04-40.
URL: uph-ektb@mail.ru.