

# Цифровые следы и методы сетевого анализа в изучении арктической миграции



**Смирнов Андрей Владимирович**

*кандидат экономических наук, старший научный сотрудник  
лаборатории демографии и социального управления  
ИДСЭ и ЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар),  
e-mail: [av.smirnov.ru@gmail.com](mailto:av.smirnov.ru@gmail.com)  
сайты: [arcdem.ru](http://arcdem.ru), [digital-arctic.ru](http://digital-arctic.ru)*



*Исследование выполнено за счет гранта  
Российского научного фонда № 21-78-00081*

**Москва, 21 сентября 2023 г.**

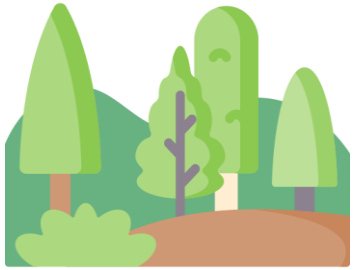
# 1. Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар)

Институт организован в 1988 г., но экономические исследования в Коми научном центре ведутся с 1948 г.

Сегодня в институте работают 72 человека (из них 42 – научные сотрудники, 7 докторов наук).



## 2. Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми ФИЦ НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар)



**Отдел  
региональных  
исследований**

Лаборатория  
проблем  
территориального  
развития

Лаборатория  
экономики  
природопользования



**Отдел социально-  
экономических  
проблем**

Лаборатория  
демографии и  
социального  
управления

Лаборатория  
финансово-  
экономических  
проблем



**Отдел энергетики**

Лаборатория  
энергетических  
систем

Лаборатория  
комплексных  
топливно-  
энергетических  
проблем



Лаборатория  
проблем транспорта

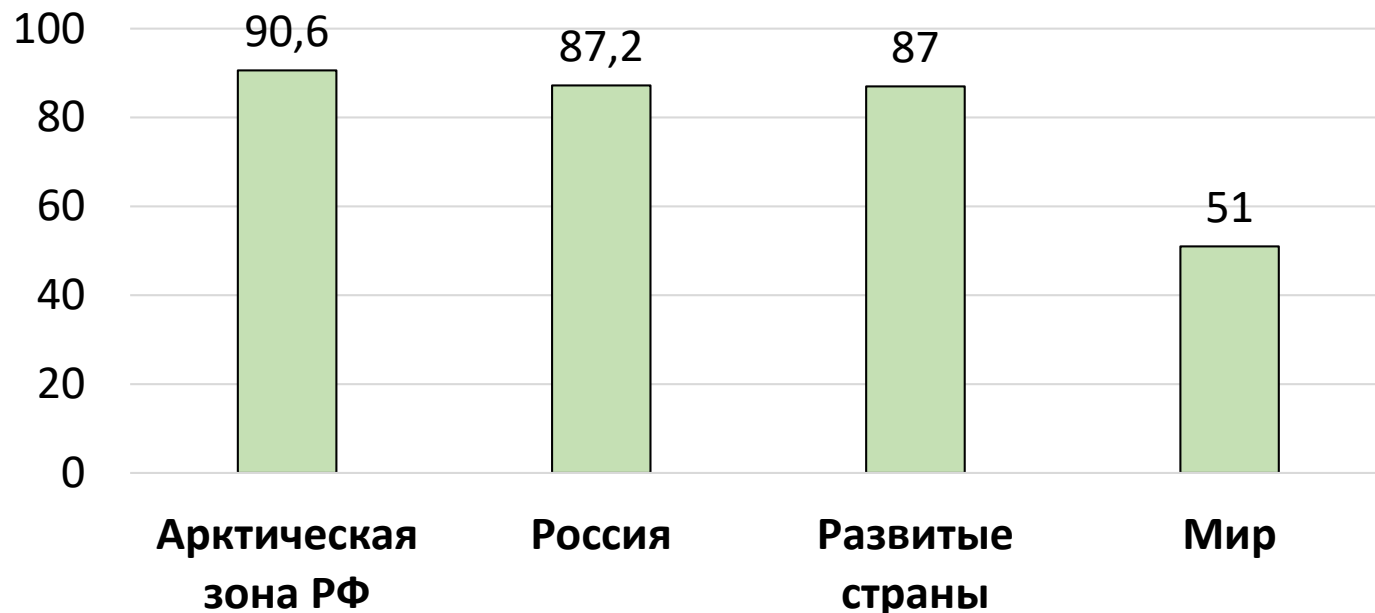
# 3. Актуальность исследования

Население российской Арктики сократилось на треть за последние 30 лет. Миграционный отток сохраняется.

В российской Арктике 89% взрослого населения - активные пользователи интернета.

Возникают новые цифровые источники данных об обществе, которые могут применяться в демографических исследованиях.

Доля пользователей сети Интернет, 2020 г., %\*



\* К общей численности населения в возрасте 15–74 лет.

**Источники:**

Statistics. International Telecommunication Union. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>

Статистическая информация о социально-экономическом развитии Арктической зоны Российской Федерации / Росстат. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/arc\\_zona.html](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/arc_zona.html)

# 4. Объект, цель, методы, источники

**Объект исследования:** население Арктической зоны Российской Федерации.

**Цель:** выявить закономерности миграции населения российской Арктики при помощи анализа цифровых следов.

**Методы:** статистический анализ данных регионального и муниципального уровней, сетевой анализ, картографические методы.

Алгоритмы обработки данных реализованы на языке программирования Python и Julia с использованием пакетов NetworkX, Graphs.jl, GraphPlot.jl, VegaLite.jl, DataFrames.jl и CSV.jl.

**Информационная база:** БД показателей МО Росстата, данные проекта «Виртуальное население России», наборы данных сервиса Tutu.ru.

# 5. Цифровые следы

**Цифровые следы** – результаты социального взаимодействия с помощью цифровых инструментов и пространств, а также цифровые записи других культурно значимых материалов [Cesare et al. 2018: 1980].

Данные, получаемые в цифровой среде, являются одновременно **огромными и микроскопическими** – «огромными в том смысле, что число изучаемых людей может исчисляться миллионами, а данные измеряться терабайтами, и микроскопическими в том смысле, что регистрируются отдельные микровзаимодействия» [Golder, Masy, 2014: 131].

Доминик Булье выделяет **три этапа развития социологических методов** [Boullier, 2017]. На первом источником данных были статистика и переписи, на втором – опросы общественного мнения, на третьем становятся цифровые следы – отпечатки активности человека в цифровом пространстве.

Цифровые следы обычно **лишены «реактивности»**. Респонденты не знают, что участвуют в исследовании. Поэтому получил распространение термин «незапрошенное общественное мнение».

Цифровые платформы особенно полезны в тех случаях, когда национальная **статистика ненадежна** [Cesare et al., 2018] или изучаются группы населения, **доступ** к которым **затруднен** или требует огромных финансовых затрат [Edelmann et al., 2020].



# 6. Интернет-сервисы и платформы, применяемые в демографии

Виды сервисов и платформ	Примеры сервисов	Направления исследований
<b>Анализаторы поисковых запросов</b>	Яндекс. Подбор слов, Яндекс DataLens, Google Trends	Миграционные и репродуктивные установки населения по территориям на основе запросов пользователей поисковых систем
<b>Социальные медиа</b>	ВКонтакте, Facebook, Twitter, Instagram	Изучение демографических установок, топологии сетей взаимодействий населения, новых видов мобильности. Изучение миграций на основе изменений геолокации и анкет пользователей.
<b>Картографические сервисы / ГИС</b>	Яндекс.Карты, Google Earth, NightEarth.com, NASA Earth Observatory	Анализ изменений пространственного размещения населения и уровня жизни по авиа- и спутниковым снимкам, в том числе ночным.
<b>Тематические сайты</b>	Интерактивные порталы служб занятости, LinkedIn	Изучение миграционных и репродуктивных планов на основе статистики спроса и предложения сайтов вакансий, продажи/аренды недвижимости, билетов и др.
<b>Сайты с генеалогическими данными</b>	WikiTree	Изучение влияния родственных связей на пространственную мобильность и продолжительность жизни.

# 7. Преимущества и недостатки цифровых источников демографических данных

## Преимущества

- Огромный объем
- Высокая скорость производства
- Высокая детализация
- Внутреннее многообразие
- Исчерпывающая полнота
- Взаимосвязь с другими данными
- Расширяемость
- Масштабируемость

## Недостатки

- Низкая репрезентативность
- Фрагментарность
- Уязвимость к изменениям
- Ошибки алгоритмов
- Ложные сведения
- Низкая достоверность
- Дублирующие данные
- Ограниченность доступа

Составлено по: Kitchin, Big Data & Society, 2014; Golder & Macy, Annual Review of Sociology, 2014; Lazer & Radford, Annual Review of Sociology, 2017



# 8. Российская Арктика

Арктическая зона выделена в 2014 г., трижды расширялась. Включает 75 ГО и МР. Население: 2 381 тыс. человек по переписи 2021 г. (1,6% от населения России). Площадь: 31% территории России; ВРП: около 6%.



Числами обозначены регионы:

1. Мурманская область  
2. Республика Карелия

3. Архангельская область  
4. Ненецкий автономный округ

5. Республика Коми

6. Ямало-Ненецкий автономный округ  
7. Красноярский край

8. Республика Саха (Якутия)  
9. Чукотский автономный округ

Составлено по данным БД ПМО Росстата

# 9. Расселение в российской Арктике



Составлено по набору данных ИНИД (URL: <http://data-in.ru/data-catalog/datasets/160>) с использованием геоданных Natural Earth (URL: <https://www.naturalearthdata.com/>).



# 10. Миграция в российской Арктике, 2012-2019 гг.

Население городских округов, человек

● 1 000 ● 10 000 ● 100 000 ● 350 000

а) общий миграционный прирост (убыль) населения



Числами обозначены регионы:

1. Мурманская область  
2. Республика Карелия

3. Архангельская область  
4. Ненецкий автономный округ

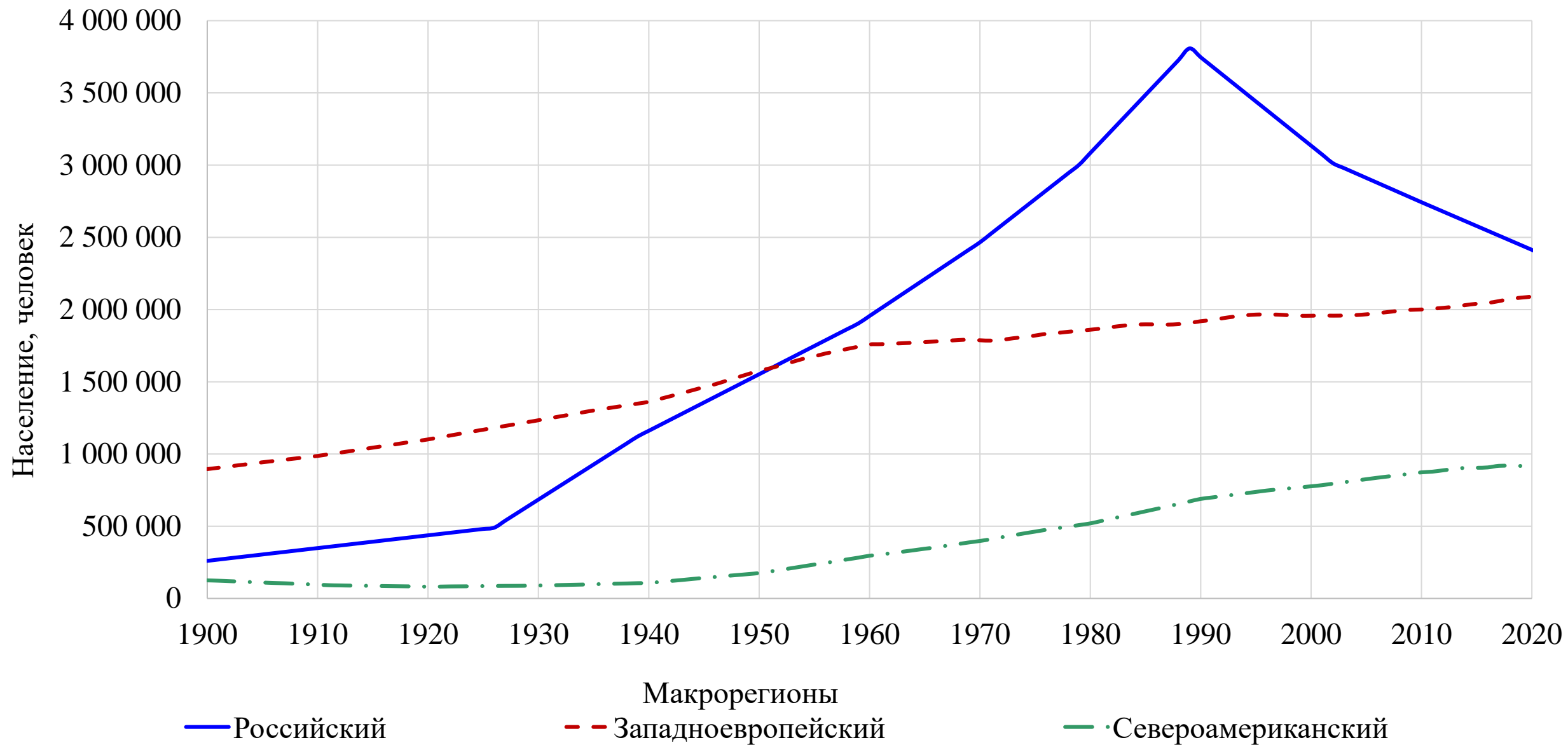
5. Республика Коми

6. Ямало-Ненецкий автономный округ  
7. Красноярский край

8. Республика Саха (Якутия)  
9. Чукотский автономный округ

Составлено по данным БД ПМО Росстат

# 11. Численность населения российской и зарубежной Арктики



# 12. Инструментарий исследования

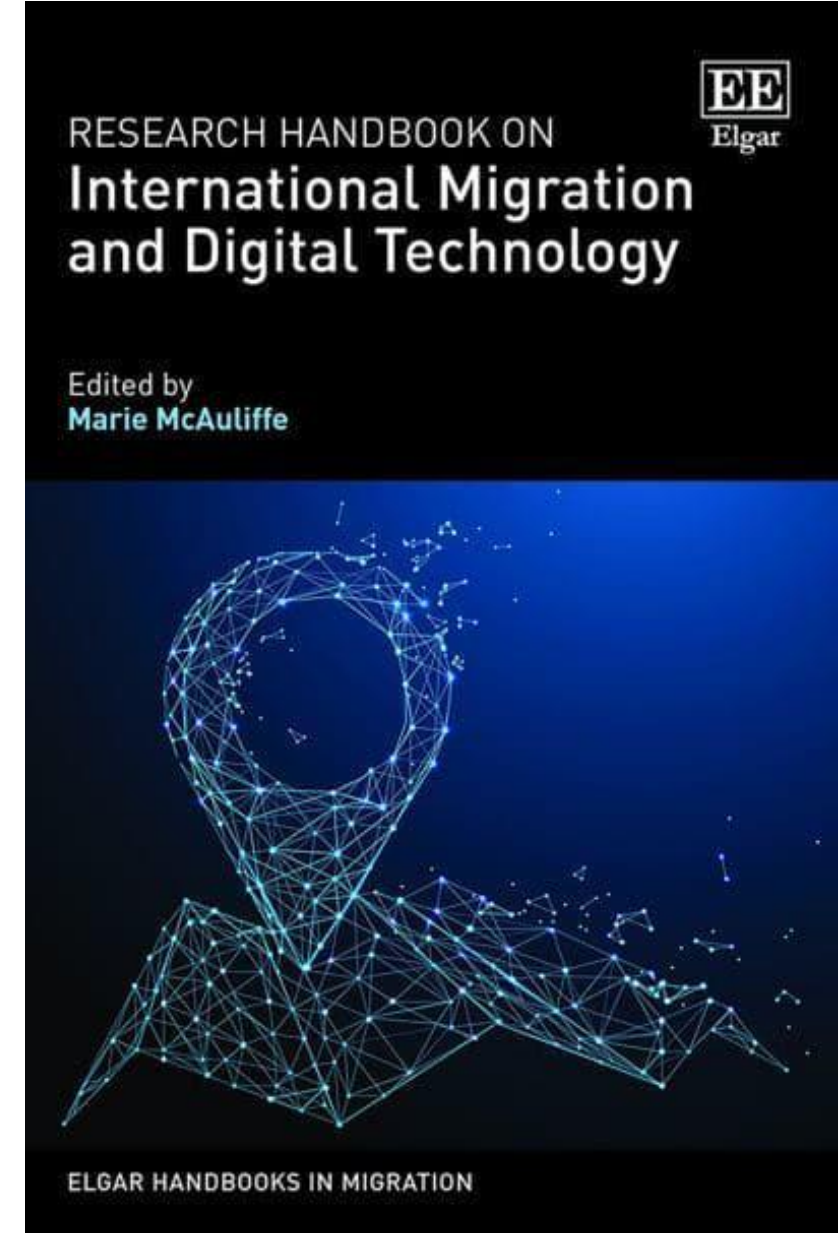
Основной метод исследования – сетевой анализ. В последние годы он широко применяется в миграционных исследованиях.

**Сеть** состоит из множества узлов и множества связей между ними. Узлы – города и районы, связи – миграционные и транспортные перемещения.

Сети анализировались как **взвешенные, направленные и пространственные**.

Веса – количество переместившихся людей.  
Направления связей – направлений перемещений.

**Подробнее см. в:** *Danchev V., Porter M. A. Migration networks: applications of network analysis to macroscale migration patterns // McAuliffe M. (ed.). Research Handbook on International Migration and Digital Technology. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2021. Pp. 70-90. <https://doi.org/10.4337/9781839100611>*



# 13. Источники данных

1. База данных показателей муниципальных образований Росстата

2. Цифровые источники данных:

**а. Проект «Виртуальное население России»**

(<http://webcensus.ru/>). Географически привязанные данные из профилей пользователей самой популярной в России на тот момент социальной сети «ВКонтакте» за январь-март 2015 г. Обработано около 200 млн. анкет пользователей социальной сети «ВКонтакте». Данные о последнем переезде. Характеризует долговременную миграцию.

**б. Набор данных сервиса по продаже билетов Туту.ру о путешествиях 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. (<https://habr.com/ru/company/tuturu/blog/494700/>). Характеризует все виды подвижности населения.**



Open  
Data  
Science

# 14. Ограничения данных

Анализируются данные только за один период времени.

Данные из разных источников не синхронные и отражают разные виды перемещений.

Люди в социальных сетях склонны указывать не тот муниципалитет, где они в действительности проживают, а ближайший к нему крупный город.

Пользователи реже отражают в профилях краткосрочные и возвратные миграции.

Худшее покрытие данными о воздушных перемещениях восточной части страны (в частности, вертолетные маршруты на Дальнем Востоке и винтомоторная авиация Якутии).

Нет данных о малых потоках (менее 10 человек для железнодорожного транспорта и менее 50 для воздушного).

Не учитывались составные маршруты, если были билеты куплены разными заказами или у разных компаний.



# 15. Отражают ли цифровые следы реальную миграцию?

## Некоторые показатели связности арктических регионов

		а) Число дружеских связей на 1 человека виртуального населения региона (Виртуальное население России, 2015 г.)									
		связанный регион									
		№	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
анализируемый регион	Мурманская обл.	(1)		0,55	0,51	0,01	0,12	0,02	0,14	0,04	0,00
	Респ. Карелия	(2)	0,77		0,31	0,00	0,10	0,02	0,13	0,01	0,00
	Архангельская обл.	(3)	0,42	0,18		0,16	0,36	0,03	0,15	0,08	0,00
	Ненецкий АО	(4)	0,21	0,09	6,50		1,38	0,17	0,13	0,02	0,00
	Респ. Коми	(5)	0,13	0,08	0,51	0,05		0,04	0,13	0,01	0,00
	Ямало-Ненецкий АО	(6)	0,05	0,03	0,09	0,01	0,10		0,16	0,02	0,00
	Красноярский край	(7)	0,05	0,04	0,07	0,00	0,04	0,02		0,07	0,00
	Респ. Саха (Якутия)	(8)	0,06	0,01	0,15	0,00	0,02	0,01	0,30		0,00
	Чукотский АО	(9)	0,07	0,03	0,08	0,00	0,03	0,02	0,16	0,13	

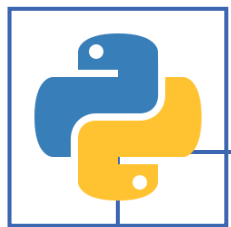
		б) Число миграционных перемещений на 1000 человек виртуального населения (Виртуальное население России, 2015 г.)									
		регион прибытия									
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	№
регион выбытия			1,54	0,84	0,01	0,17	0,04	0,30	0,10	0,01	(1)
		2,09		0,34	0,01	0,09	0,03	0,11	0,02	0,00	(2)
		1,30	0,48		0,30	1,15	0,08	0,19	0,04	0,00	(3)
		0,97	0,44	24,6		3,30	1,31	0,24	0,05	0,00	(4)
		0,31	0,16	0,87	0,10		0,19	0,19	0,03	0,00	(5)
		0,09	0,03	0,10	0,02	0,27		0,29	0,01	0,00	(6)
		0,16	0,05	0,08	0,00	0,05	0,06		0,11	0,01	(7)
		0,22	0,07	0,45	0,01	0,09	0,11	1,79		0,02	(8)
		0,77	0,51	0,84	0,00	0,51	0,64	3,02	1,22		(9)

		в) Региональная популярность поискового запроса с названием другого региона (Подбор слов Яндекса, 13.04.2022 г.)									
		запрашиваемый регион									
		№	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
анализируемый регион	Мурманская обл.	(1)		2,64	1,11	0,99	0,68	0,72	0,13	0,50	0,68
	Респ. Карелия	(2)	3,35		0,78	0,75	0,63	0,55	0,08	0,57	0,88
	Архангельская обл.	(3)	1,20	1,09		4,79	1,43	0,87	0,10	0,54	0,84
	Ненецкий АО	(4)	1,08	0,71	11,1		8,92	4,95	0,13	1,19	1,85
	Респ. Коми	(5)	0,52	0,57	1,35	2,25		1,38	0,10	0,68	0,75
	Ямало-Ненецкий АО	(6)	0,27	0,43	0,37	1,08	0,87		0,23	0,94	2,13
	Красноярский край	(7)	0,18	0,29	0,19	1,27	0,43	0,74		1,03	0,88
	Респ. Саха (Якутия)	(8)	0,27	0,35	0,21	0,80	0,89	0,68	0,36		2,46
	Чукотский АО	(9)	0,62	0,69	0,45	3,26	0,49	3,38	0,57	6,41	

		г) Число миграционных перемещений на 1000 человек реального населения региона выбытия (Росстат, в среднем за 2015-2021 гг.)									
		регион прибытия									
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	№
регион выбытия			1,50	1,22	0,02	0,17	0,04	0,17	0,03	0,02	(1)
		1,72		0,27	0,01	0,07	0,02	0,05	0,00	0,01	(2)
		1,04	0,19		0,35	0,55	0,05	0,05	0,01	0,01	(3)
		0,40	0,06	9,49		2,13	0,16	0,16	0,04	0,00	(4)
		0,24	0,08	0,82	0,12		0,17	0,07	0,02	0,01	(5)
		0,07	0,03	0,10	0,01	0,22		0,25	0,04	0,01	(6)
		0,05	0,01	0,02	0,00	0,02	0,05		0,16	0,02	(7)
		0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,03	0,56		0,02	(8)
		0,31	0,18	0,11	0,00	0,16	0,17	0,85	0,40		(9)

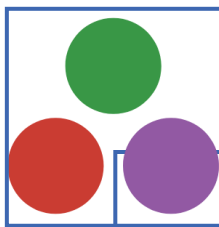
# 16. Инструментарий исследования

## Используемые языки программирования и пакеты



Python

- **NetworkX** (анализ сетей)
- **pandas** (работа с табличными данными)



Julia

- **Graphs.jl** (анализ сетей)
- **GraphPlot.jl** (визуализация сетей)
- **VegaLite.jl** (создание картограмм)
- **DataFrames.jl, CSV.jl** (работа с данными)



R

- **chorddiag** (создание хордовых диаграмм)

## Некоторые методы и алгоритмы

**Для кластеризации сетей:** алгоритм асинхронного распространения меток (Raghavan, Albert, Kumara, 2007)

**Для визуализации сетей:** компоновка по направлению силы методом Фрухтермана-Рейнгольда (Fruchterman, Reingold, 1991), метод мажорирования стресса (Gansner, Koren, North, 2004)

# 17. Размер сети

Размер сети определяется числом узлов (вершин).



```
G.number_of_nodes()
```



Graphs.jl

```
nv(G)
```

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Размер сети (число узлов)	2112	2201	85	173	160	574

# 18. Число связей

Число связей (ребер) соответствует количеству соединений узлов сети.



```
G.number_of_edges()
```



Graphs.jl

```
ne(G)
```

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Число связей	32199	334529	558	2951	712	12125

# 19. Плотность сети

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.



```
nx.density(G)
```



Graphs.jl

```
density(G)
```

**или**

```
ne(G) / (nv(G) * (nv(G) - 1))
```

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Плотность сети	0,007	0,069	0,078	0,099	0,028	0,037

# 20. Взаимность связей сети

**Взаимность** - это мера вероятности вершин в направленной сети быть взаимно связанными.



```
nx.overall_reciprocity(G)
```



Graphs.jl

```
(ne(G) - ne(SimpleGraph(G))) * 2 / ne(G)
```

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Взаимность связей сети	0,421	0,419	0,828	0,855	0,775	0,760

# 21. Связность сети

Выделяют классы сильно связных и слабо связных сетей. В **сильно связных сетях** существует по меньшей мере один направленный путь между каждой парой узлов в обоих направлениях. Если связность достигается без учета направлений связей, то сеть называется **слабо связной**.



```
nx.is_strongly_connected(G)
nx.is_weakly_connected(G)
```



```
is_strongly_connected(G)
is_weakly_connected(G)
```

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Является сильно связной	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Является слабо связной	да	да	да	да	нет	нет



# 22. Средняя степень сети

Средняя степень отражает среднее по всей сети число связей или соседей.



```
G.number_of_edges() /  
G.number_of_nodes() * 2
```



Graphs.jl

```
ne(G) / nv(G) * 2
```

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Средняя степень	30,5	304,0	13,1	34,1	8,9	42,2

# 23. Средняя сила сети

**Средняя сила сети** является аналогом средней степени сети для взвешенных сетей.



```
G.number_of_edges() /  
G.number_of_nodes() * 2 *  
mean(movements)
```



Graphs.jl

```
ne(G) / nv(G) * 2 * mean(movements)
```

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Средняя сила	186,9	3319,1	12842,1	70674,0	3419,8	29146,4

# 24. Средняя длина пути

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.



```
nx.average_shortest_path_length(G)
```



Graphs.jl

Еще нет готовой реализации

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Средняя длина пути	1,875	1,936	1,925	2,246	2,489	2,236 *

\* чтобы рассчитать значение сеть была преобразована в слабо связную путем удаления пяти узлов, относящихся к изолированному участку железной дороги на Сахалине

# 25. Диаметр сети

**Диаметр сети** — максимальная длина кратчайшего пути между всеми парами узлов, т. е. длина самого длинного кратчайшего пути в сети.



```
nx.diameter(G.to_undirected())
```



Graphs.jl

```
diameter(G)
```

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Диаметр сети **	4	3	5	5	6	5 *

\* чтобы рассчитать значение сеть была преобразована в слабо связную путем удаления пяти узлов, относящихся к изолированному участку железной дороги на Сахалине; \*\* для расчета диаметра все сети были преобразованы в ненаправленные.

# 26. Параметр гетерогенности

**Параметр гетерогенности** отражает изменчивость степени по всем узлам. Чем больше в сети хабов (узлов с более высокой степенью), тем выше параметр гетерогенности.



```
def heterogeneity(G):  
    degree_values = [v for k, v in G.degree()]  
    return (sum([x**2 for x in degree_values]) /  
            len([x**2 for x in degree_values])) / ((sum(degree_values) /  
            len(degree_values)) ** 2)  
heterogeneity(G)
```

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Параметр гетерогенности	14,675	2,475	3,157	2,581	3,934	3,409

# 27. Коэффициент степенной ассортативности

**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).



```
nx.degree_assortativity_coefficient(G)
```



Graphs.jl

```
assortativity(G)
```

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Коэффициент степенной ассортативности	-0,519	-0,202	-0,635	-0,364	-0,644	-0,213

# 28. Коэффициент кластеризации

Коэффициент кластеризации узла — доля пар его соседей, соединенных друг с другом. Усредняя коэффициент кластеризации по всем узлам, можно рассчитать **коэффициент кластеризации сети**



```
nx.average_clustering(G)
```



Graphs.jl

```
global_clustering_coefficient(G)
```

Показатель	Миграция (ВКонтакте)		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Коэффициент кластеризации	0,525	0,468	0,302	0,507	0,398	0,640



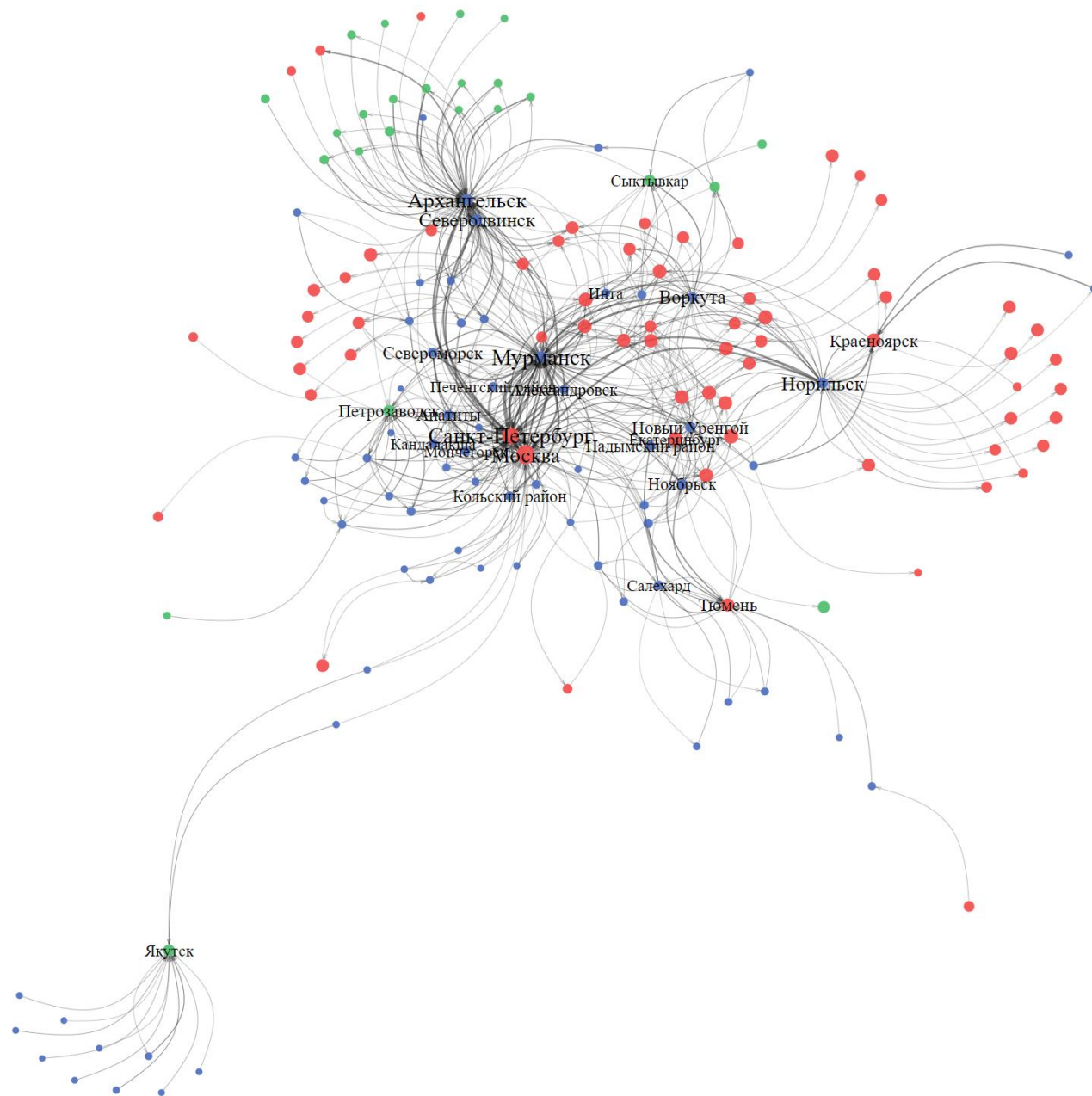
# 29. Показатели сетей

Показатель	Миграция		Воздушный транспорт		Железнодорожный транспорт	
	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия	АЗРФ	Россия
Размер сети (число узлов)	2112	2201	85	173	160	574
Число связей	32199	334529	558	2951	712	12125
Является сильно связной	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Является слабо связной	да	да	да	да	да	нет
Взаимность связей сети	0,421	0,419	0,828	0,855	0,775	0,760
Средний вес связи	6,1	11,0	978,1	2071,6	384,2	689,9
Среднее расстояние перемещения, км	...	...	1707,7	1632,9	956,3	601,3
Средняя степень	30,5	304,0	13,1	34,1	8,9	42,2
Средняя сила	186,9	3319,1	12842,1	70674,0	3419,8	29146,4
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 *
Параметр гетерогенности	14,675	2,475	3,157	2,581	3,934	3,409
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
Число кластеров при разбиении методом распространения меток (без малых кластеров)	2	1	1	1	4	6

\* чтобы рассчитать значение сеть была преобразована в слабо связную 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

# 30. Сеть миграций в российской Арктике

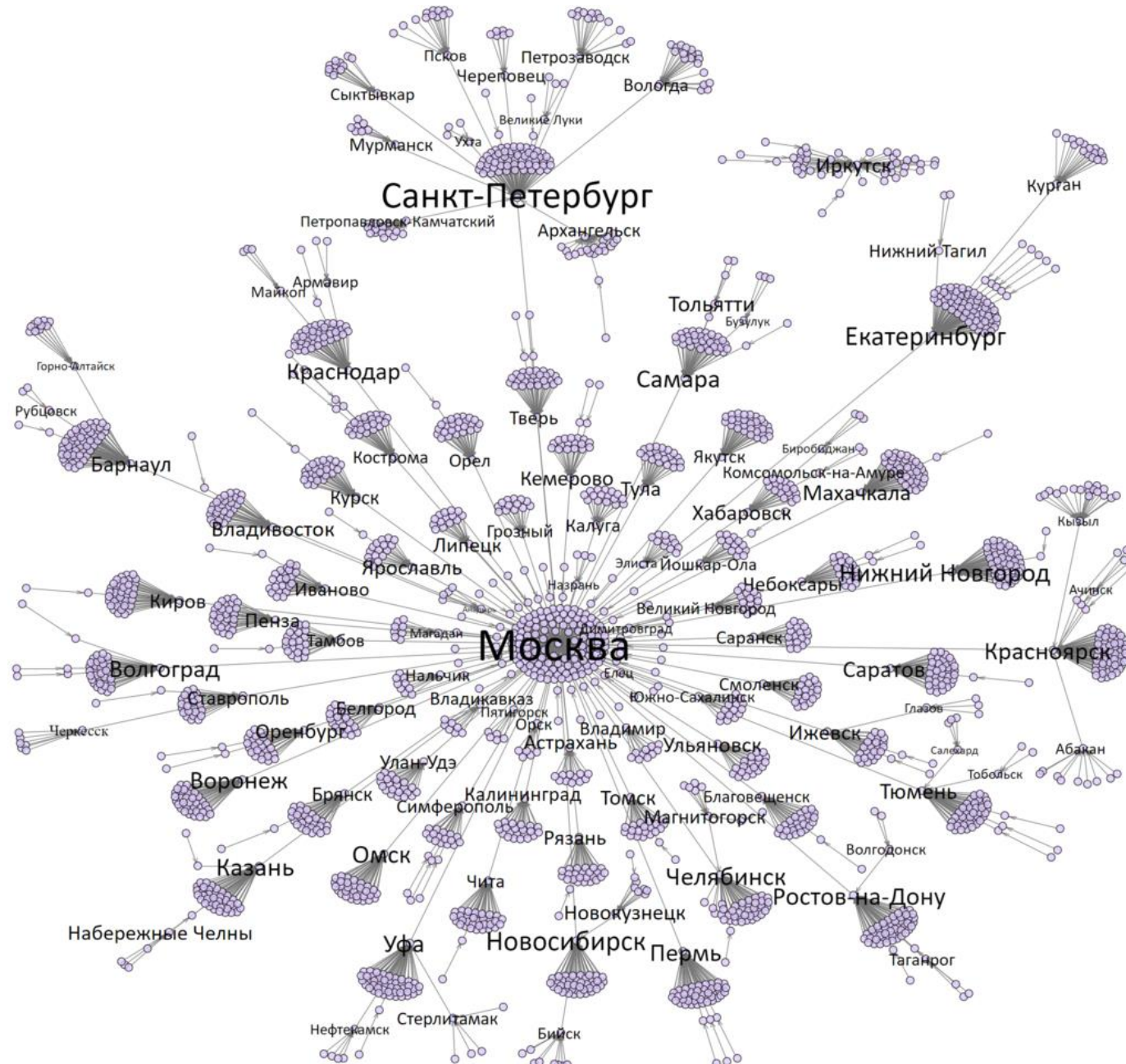


Составлено по данным проекта «Виртуальное население России». Отражены только потоки величины от 50 человек.

Синим цветом отмечены муниципальные образования Арктической зоны, зеленым — Крайнего Севера России (кроме Арктики), красным — остальных регионов России.

Толщина и яркость линии пропорциональна размеру потока, размер кружка — численности населения муниципального образования.

# 31. Сеть миграций по России (крупнейшие потоки)

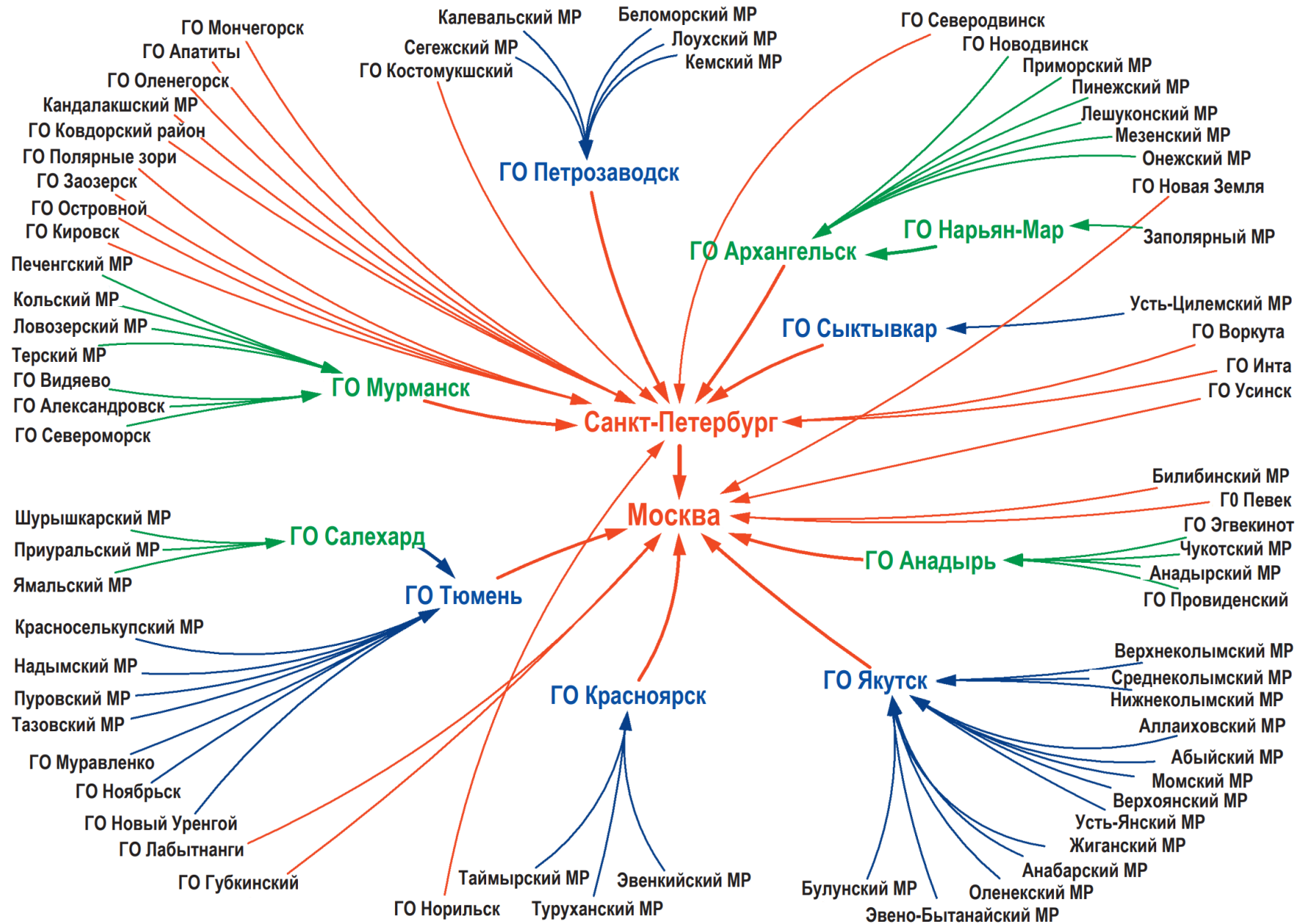


Маршруты межмуниципальных миграций в России. Визуализация графа создана автором методом Фрухтермана — Рейнгольда по данным проекта «Виртуальное население России». Стрелки показывают наиболее популярное направление переезда жителей 2356 муниципальных образований.

**Источник:** 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.



# 32. Крупнейшие потоки в Арктике



Географически привязанные данные за январь-март 2015 г. из профилей пользователей социальной сети «ВКонтакте». Обработано около 200 млн. анкет пользователей социальной сети «ВКонтакте». Данные о последнем переезде. URL: <http://webcensus.ru/>.

**Источник:** Российская и Мировая Арктика: население, экономика, расселение / В.В. Фаузер, А.В. Смирнов, Т.С. Лыткина, Г.Н. Фаузер; отв. ред. проф. В.В. Фаузер. М.: Политическая энциклопедия, 2022. 215 с.

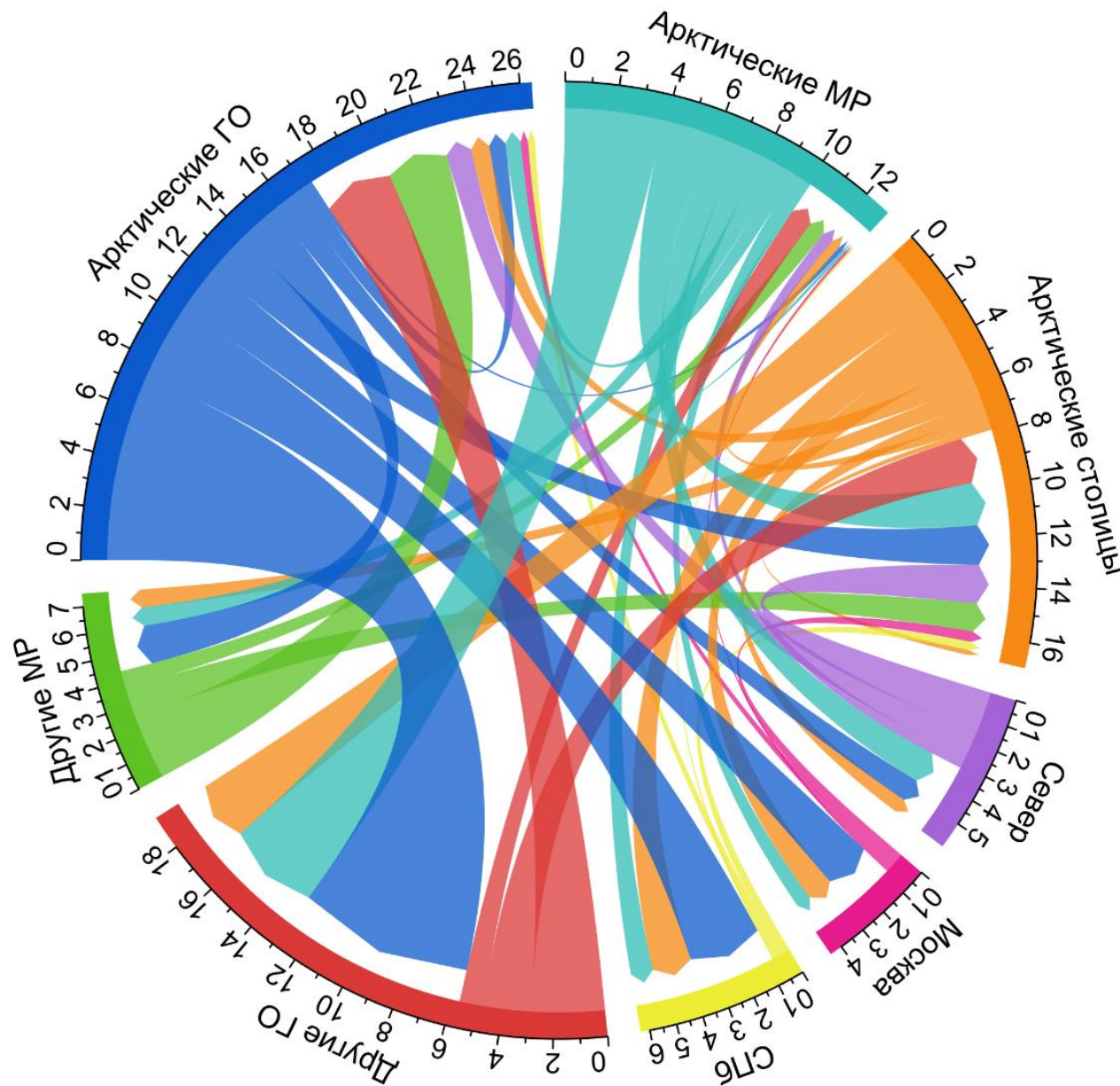
# 33. Крупнейшие потоки в Арктике (Вконтакте)

- Цветами обозначены
- территории Арктической зоны Российской Федерации
  - районы Крайнего Севера, не входящие в АЗРФ
  - арктические городские округа
  - города за пределами Арктики
  - крупнейший поток из каждого ГО/МР
  - 20 крупнейших потоков Арктики



Источник: Смирнов А.В. Цифровые следы населения как источник данных о миграционных потоках в российской Арктике // Демографическое обозрение. 2022. Том 9. № 2. С 42-64. DOI: 10.17323/demreview.v9i2.16205.

# 34. Миграционные потоки Арктики по группам МО



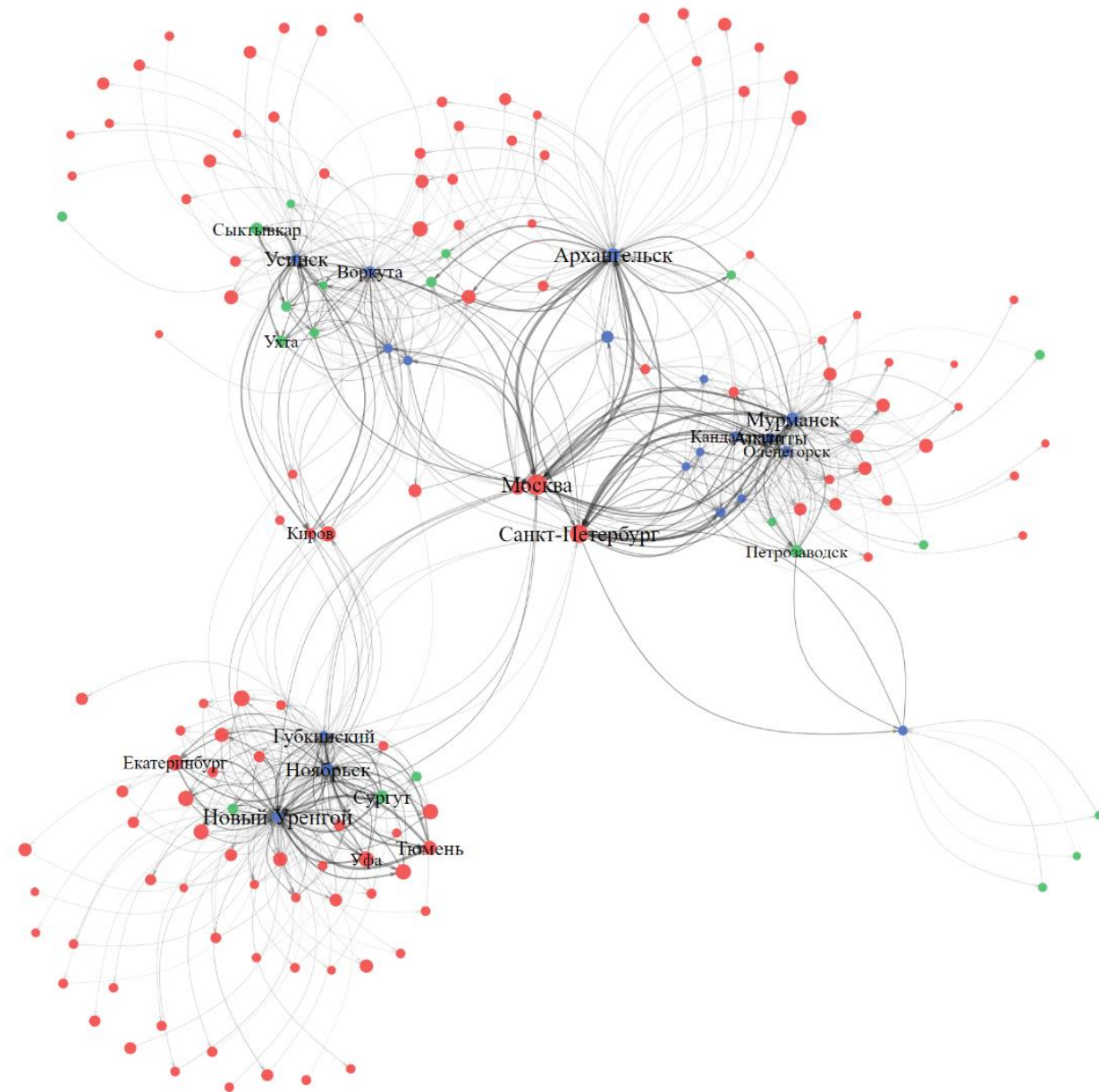
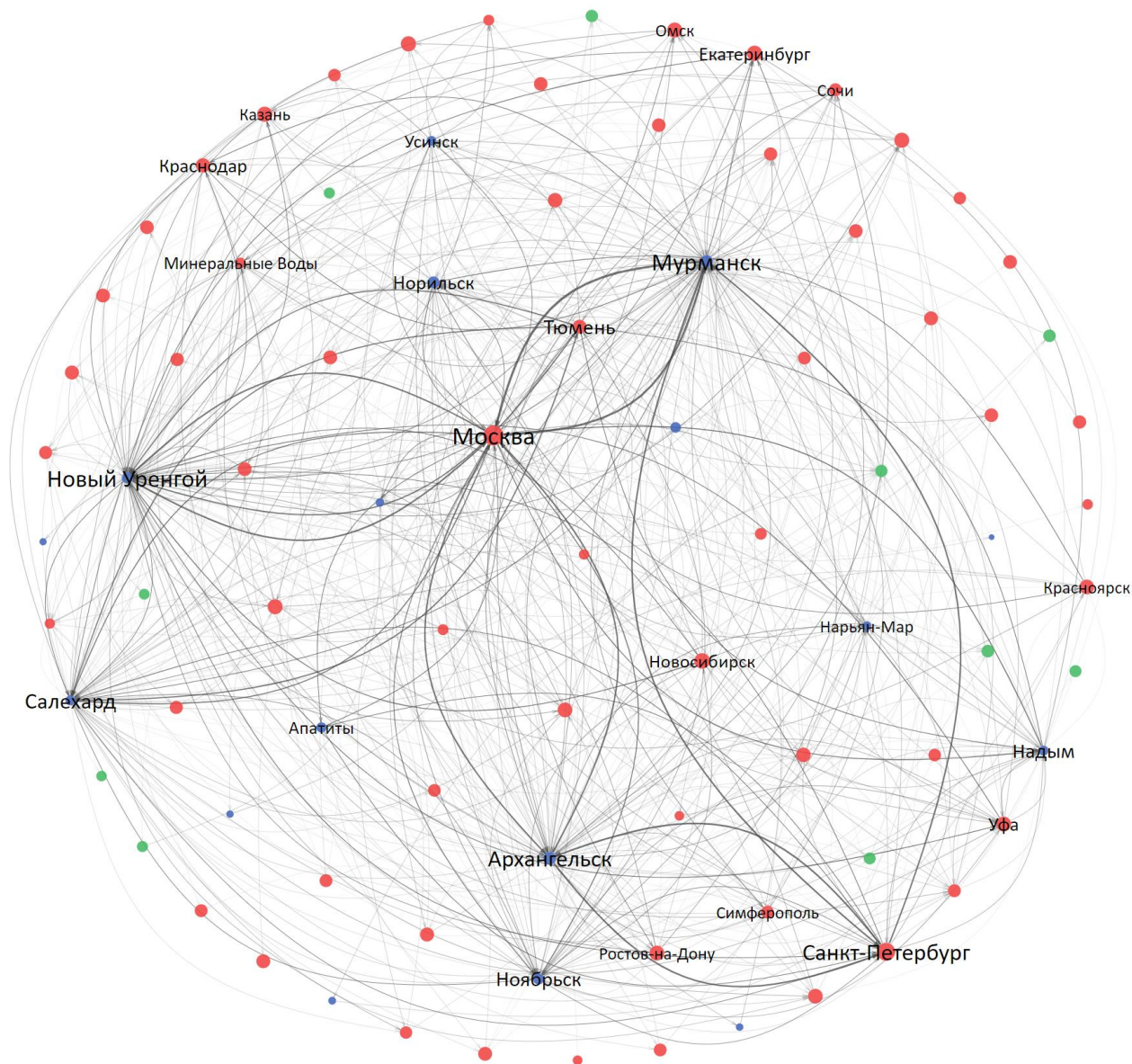
Миграционные потоки в российской Арктике по группам муниципальных образований, %. Составлено по данным проекта «Виртуальное население России».

**Примечание:** ГО – городской округ, МР – муниципальный район или муниципальный округ, Север – неарктические районы Крайнего Севера и приравненных к ним местностей.

**Источник:** Смирнов А.В. Цифровые следы населения как источник данных о миграционных потоках в российской Арктике // Демографическое обозрение. 2022. Том 9. № 2. С 42-64. DOI: 10.17323/demreview.v9i2.16205.

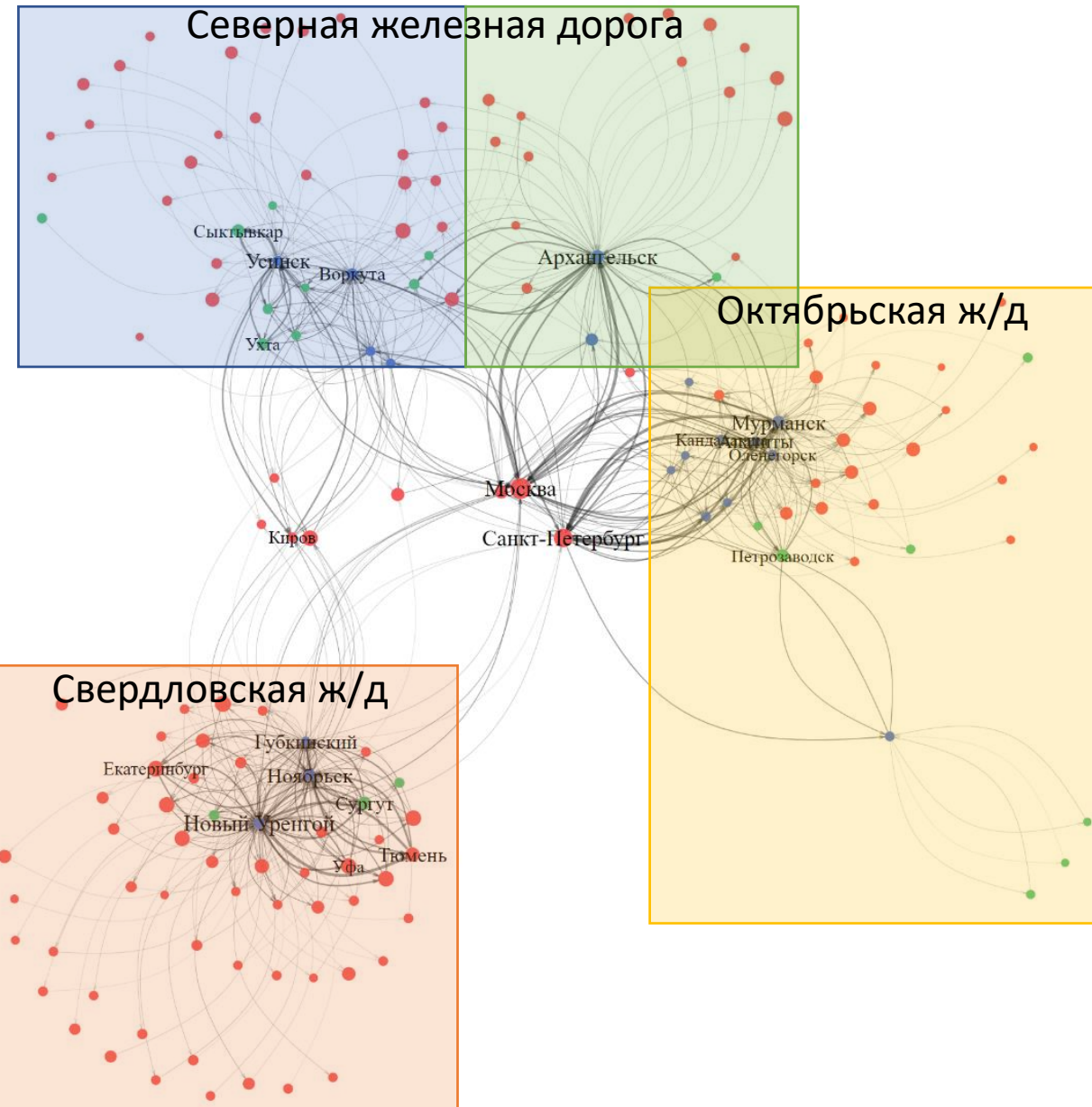
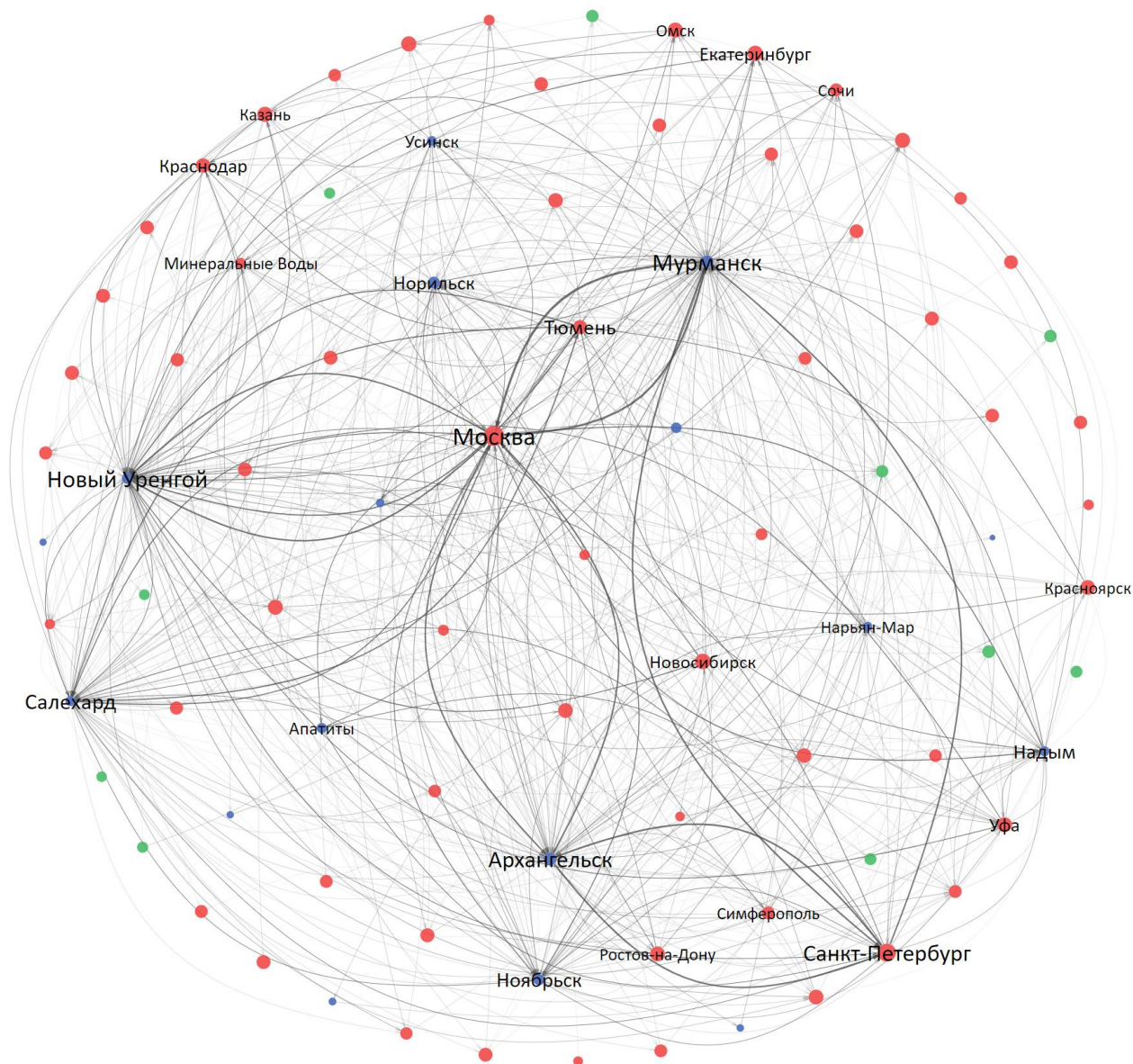


# 35. Сети воздушных (слева) и ж/д перемещений





# 36. Сети воздушных (слева) и ж/д перемещений



# 37. Миграционные и пассажирские хабы

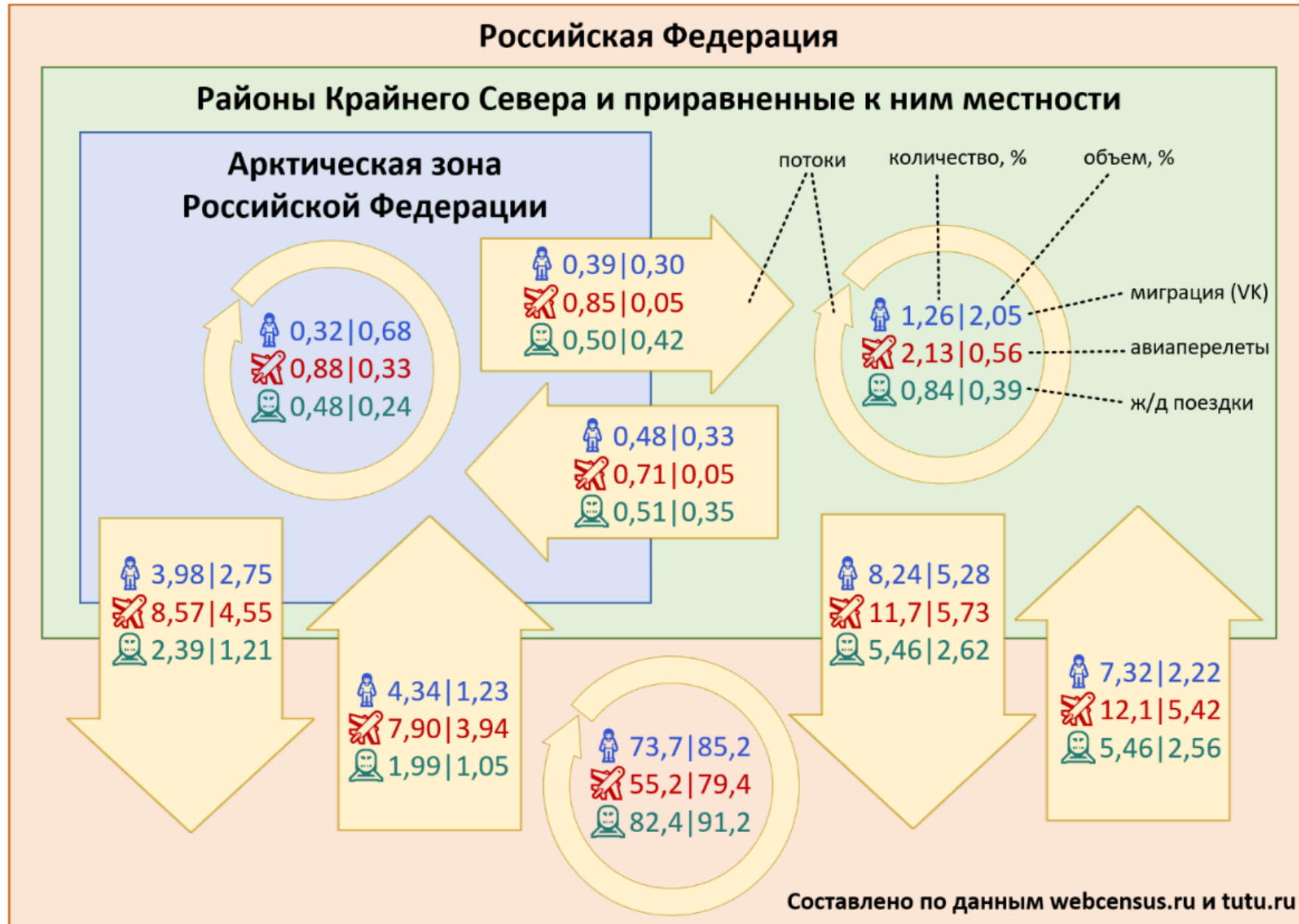
Ранг	Город (городской округ)	Потоки		В % от общего числа		Баланс
		единиц	человек	единиц	человек	человек
<b>Миграция</b>						
1	Мурманск	2 231	34 344	6,9	17,3	1 874
2	Архангельск	1 464	25 640	4,5	12,9	3 306
3	Санкт-Петербург	138	25 232	0,4	12,7	19 342
4	Москва	143	17 791	0,4	8,9	11 175
5	Норильск	1 738	16 004	5,3	8,0	-7 306
<b>Авиационное сообщение</b>						
1	Москва	26	178 823	4,7	32,8	14 079
2	Мурманск	99	138 664	17,7	25,4	-14 550
3	Новый Уренгой	93	124 594	16,7	22,8	-11 724
4	Санкт-Петербург	24	94 782	4,3	17,4	280
5	Архангельск	80	92 144	14,3	16,9	4 194
<b>Железнодорожное сообщение</b>						
1	Новый Уренгой	105	53 625	14,7	19,6	-5 661
2	Москва	36	45 240	5,1	16,5	1 320
3	Архангельск	73	45 054	10,3	16,5	-742
4	Санкт-Петербург	30	43 677	4,2	16,0	-417
5	Мурманск	61	35 389	8,6	12,9	-5 895

# 38. Крупнейшие миграционные и пассажиропотоки в Арктике

	<b>Миграция</b>	<b>Авиасообщение</b>	<b>Железнодорожное сообщение</b>
1	Мурманск → Санкт-Петербург	Мурманск → Москва	Архангельск → Москва
2	Мурманск → Москва	Москва → Мурманск	Москва → Архангельск
3	Архангельск → Санкт-Петербург	Санкт-Петербург → Архангельск	Мурманск → Санкт-Петербург
4	Норильск → Санкт-Петербург	Архангельск → Санкт-Петербург	Новый Уренгой → Тюмень
5	Кольский район → Мурманск	Мурманск → Санкт-Петербург	Усинск → Сыктывкар
6	Норильск → Москва	Новый Уренгой → Москва	Санкт-Петербург → Мурманск
7	Северодвинск → Санкт-Петербург	Санкт-Петербург → Мурманск	Тюмень → Новый Уренгой
8	Норильск → Красноярск	Москва → Новый Уренгой	Санкт-Петербург → Апатиты
9	Североморск → Мурманск	Архангельск → Москва	Апатиты → Санкт-Петербург
10	Воркута → Санкт-Петербург	Москва → Архангельск	Сыктывкар → Усинск
11	Воркута → Москва	Новый Уренгой → Тюмень	Мурманск → Москва
12	Архангельск → Москва	Салехард → Тюмень	Ноябрьск → Тюмень
13	Северодвинск → Архангельск	Надым → Москва	Санкт-Петербург → Архангельск
14	Москва → Мурманск	Тюмень → Салехард	Тюмень → Ноябрьск
15	Архангельск → Северодвинск	Салехард → Москва	Новый Уренгой → Сургут
16	Североморск → Санкт-Петербург	Тюмень → Новый Уренгой	Ноябрьск → Сургут
17	Пинежский район → Архангельск	Ноябрьск → Москва	Сургут → Новый Уренгой
18	Санкт-Петербург → Мурманск	Москва → Салехард	Новый Уренгой → Уфа
19	Северодвинск → Москва	Москва → Надым	Архангельск → Санкт-Петербург
20	Холмогорский район → Архангельск	Новый Уренгой → Новосибирск	Москва → Мурманск



# 39. Схема миграционных и транспортных перемещений



# 40. Сайт digital-arctic.ru

[Главная страница](#)

Мировая Арктика

[Профили территорий](#)

## Цифровой двойник населения Арктики

[Показатели](#)

[Многомерный анализ](#)

[Кластеризация](#)

[Прогноз](#)

[Расселение](#)

[Миграция](#)

[Транспорт](#)

[Наука и образование](#)

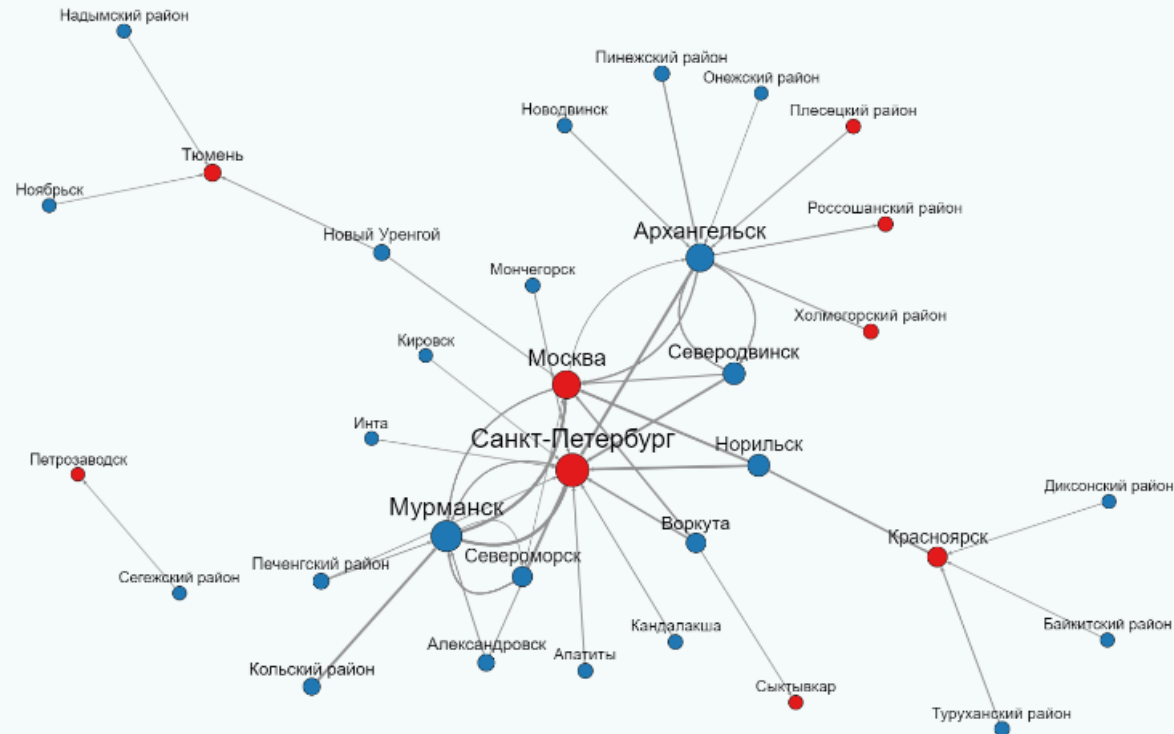
[Пандемия](#)

### Миграционные потоки в Арктике по данным проекта "Виртуальное население России"

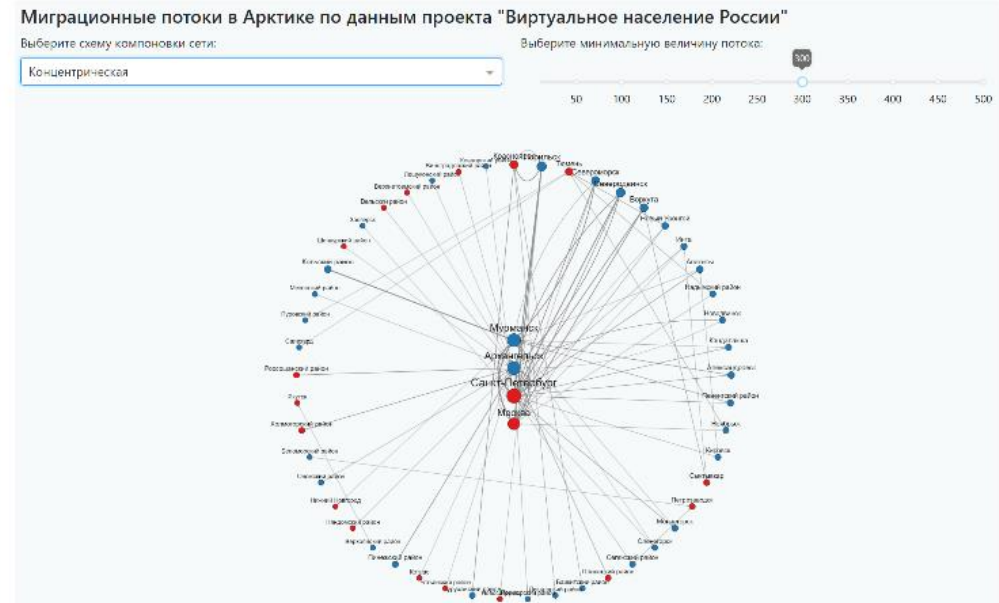
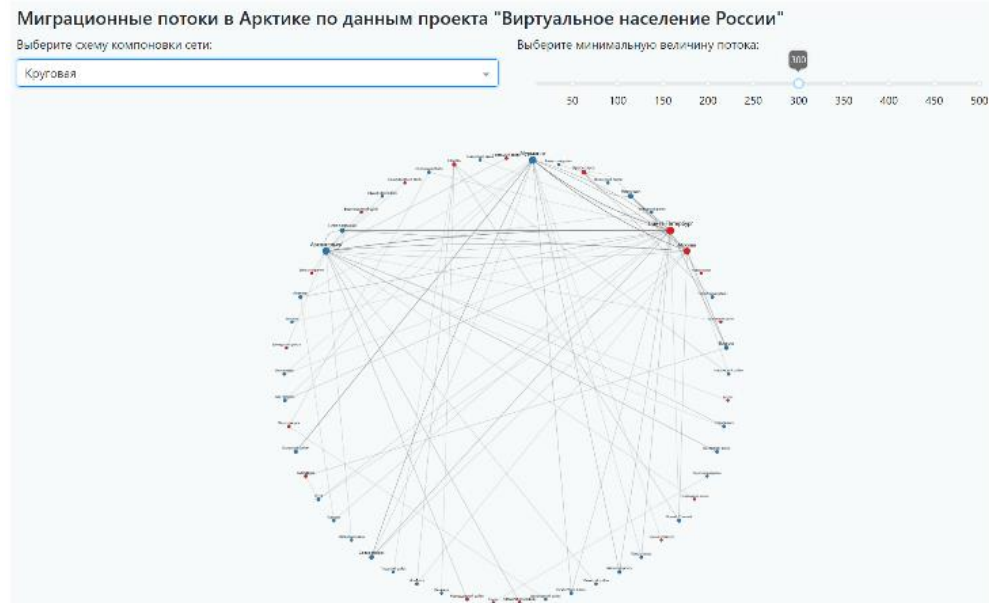
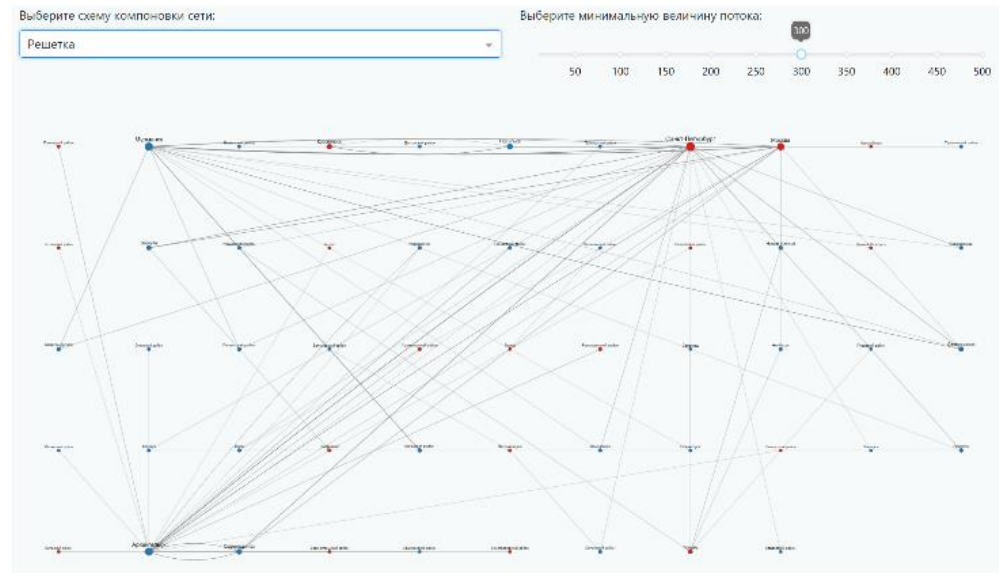
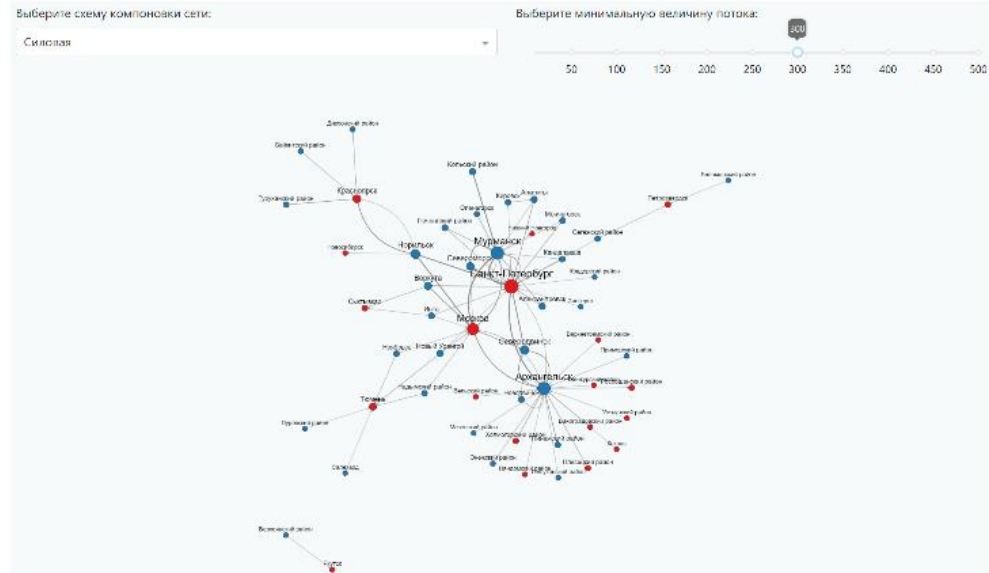
Выберите схему компоновки сети:

Словая

Выберите минимальную величину потока:



# 41. Сайт digital-arctic.ru





# 42. Сайт arcdem.ru

## Заглавная страница

### Содержание [скрыть]

- 1 О проекте
- 2 Публикации
- 3 Доклады на научных мероприятиях
- 4 Популяризация результатов и упоминания о проекте в СМИ
- 5 Дашборд «Цифровой двойник населения Арктики»
- 6 База данных о демографическом развитии Арктики
- 7 Иллюстрационные материалы
- 8 Галерея «Будущее Арктики глазами нейросетей»
- 9 Благодарности
- 10 Контакты



## О проекте

На сайте размещены результаты реализации проекта «Разработка инструментария для изучения демографических процессов в условиях цифровизации общества (на примере российской Арктики)», поддержанного Российским научным фондом (грант РНФ № 21-78-00081, 2021-2023, № ГР 121120600115-0). Карточка проекта на сайте РНФ.

Проект основан на теоретических концептах, рассмотренных в статье «Цифровое общество: теоретическая модель и российская действительность» и является логическим продолжением исследований арктической тематики, выполненных в лаборатории демографии и социального управления ИСЭ и ЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН в 2017-2020 гг.

На сайте Вы можете ознакомиться с научными публикациями, подготовленными в рамках проекта; загрузить статистические материалы о социально-демографическом развитии российской Арктики.

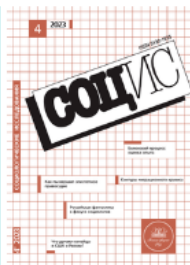
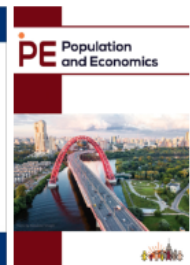
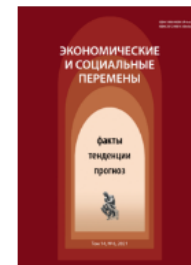


## Публикации

По нажатию на название статьи доступен полный текст публикации.

### Статьи в рецензируемых научных журналах:

1. Смирнов А.В. Влияние пандемии на демографические процессы в Российской Арктике // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2021. – Т. 14. – № 6. – С. 258-274. – DOI: 10.15838/esc.2021.6.78.15. – EDN: NEYONS, FHKPBS. Английская версия статьи. WoS ESCI
2. 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. – EDN: FELHOC. WoS ESCI, Scopus
3. Смирнов А.В., Лыткина У.В. Международная миграция в российской Арктике: масштабы, структура и влияние пандемии // ДЕМИС. Демографические исследования. – 2022. – Т. 2. – № 2. – С. 90–106. – DOI: 10.19181/demis.2022.2.2.7. EDN: ESNIMJ.
4. Smirnov A.V., Lytkina U.V. Economic specialization and demographic development of settlements in the Northern region // Population and Economics. – 2022. – Vol. 6(2). – P. 14-34. – DOI: 10.3897/popecon.6.e81561. – EDN: ESNIMJ. Русскоязычная версия статьи. Scopus, RSCI
5. Смирнов А.В. Цифровые следы населения как источник данных о миграционных потоках в российской Арктике // Демографическое обозрение. – 2022. – Том 9. № 2. – С. 42-64. – DOI: 10.17323/demreview.v9i2.16205. – EDN: EBXAEU. RSCI
6. Смирнов А.В. Российская социология в условиях цифровизации общества: результаты анализа корпуса научных текстов // Социологические исследования. – 2023. – № 4. – С. 39-50. – DOI: 10.31857/S013216250022128-3. WoS, Scopus, RSCI
7. Смирнов А.В. «Цифровой двойник» населения Арктики в демографических исследованиях и управлении развитием территорий // Арктика и Север. – 2023. – № 4 (в печати). RSCI



# 43. Страница семинара ИСЭ и ЭПС по программированию: [github.com/Grottoes](https://github.com/Grottoes)

The screenshot shows the GitHub profile page for the user 'Grottoes'. The browser address bar displays 'github.com/Grottoes'. The navigation bar includes links for Product, Solutions, Open Source, and Pricing, along with a search bar and 'Sign in' and 'Sign up' buttons. The profile header shows 'Overview' as the active tab, with 'Repositories 2', 'Projects', 'Packages', and 'Stars 3' also visible. The profile picture is a circular logo with a blue 'X' shape and four colored circles (red, green, pink, blue). The name 'Grottoes' is displayed with a 'Follow' button, and it shows '5 followers · 0 following'. The 'Popular repositories' section lists two public repositories: 'LearnJulia-in-2022' (Jupyter Notebook, 2 stars) and 'LearnJulia-in-2023' (Jupyter Notebook, 1 star). The '3 contributions in the last year' section features a calendar grid for 2023, with three green squares indicating contributions on Friday, April 14th and 15th. The 'Contribution activity' section shows a timeline for 2023, with a message stating 'Grottoes has no activity yet for this period.' and a 'Show more activity' button. A footer note suggests checking the 'GitHub profile guide' if something unexpected is seen.

github.com/Grottoes

Product Solutions Open Source Pricing

Search or jump to... Sign in Sign up

Overview Repositories 2 Projects Packages Stars 3

Popular repositories

- LearnJulia-in-2022 Public  
Jupyter Notebook ☆ 2
- LearnJulia-in-2023 Public  
Jupyter Notebook ☆ 1

3 contributions in the last year

	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul
Mon											
Wed											
Fri								■			

Learn how we count contributions Less More

Contribution activity 2023

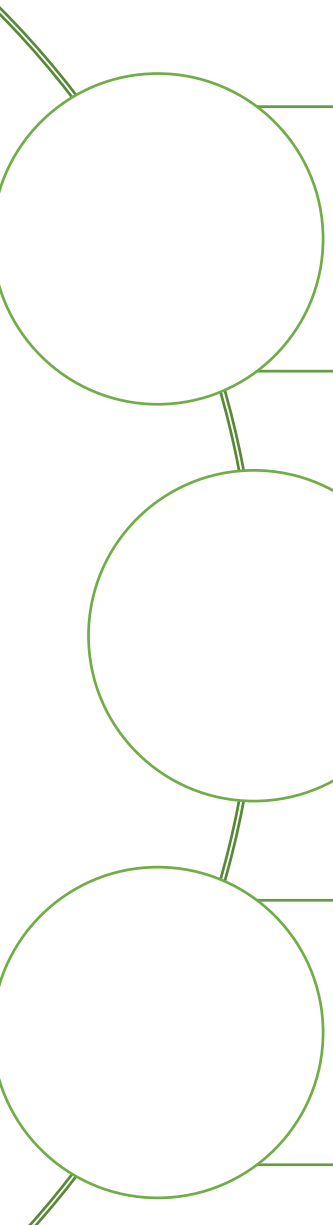
September 2023 2022

Grottoes has no activity yet for this period.

Show more activity

Seeing something unexpected? Take a look at the [GitHub profile guide](#).

# 44. Перспективные направления



Использование других источников данных: микроданные Росстата, связанные микроданные переписей населения.

Использование инструментария многослойных и темпоральных (временных) сетей.

Использование более продвинутых методов пространственного анализа. В том числе во взаимосвязи с экономическими показателями.

# 45. Выводы

Показано, что цифровые следы позволяют получить информацию более детальную, чем дает официальная статистика, и более масштабную, чем ту, что можно получить путем социологических исследований. Сетевой анализ предоставляет методы и алгоритмы для анализа детальных данных о миграции населения.

Изучены миграционные и транспортные потоки в российской Арктике на муниципальном уровне, выявлены хабы и кластеры в сетях перемещений. Определены особенности миграционных и транспортных сетей Арктики: низкая плотность, большие расстояния между узлами, высокая относительная подвижность при малом числе перемещений в абсолютном выражении, высокий удельный вес хабов в миграционном обмене.

Миграционные потоки классифицированы по направлениям перемещений и типам муниципальных образований. Показано, что связность арктических территорий остается низкой, а положительный миграционный баланс имеют в основном региональные столицы, либо города за пределами Арктики.

Создано интерактивное веб-приложение, позволяющее визуализировать миграционные сети. Определены перспективные направления дальнейших исследований.

# Спасибо за внимание!



Сайт проекта: [arcdem.ru](http://arcdem.ru)  
Дашборд: [digital-arctic.ru](http://digital-arctic.ru)  
E-mail: [av.smirnov.ru@gmail.com](mailto:av.smirnov.ru@gmail.com)

