

# Миграционные и транспортные сети в российской Арктике



**Смирнов Андрей Владимирович**

*кандидат экономических наук, старший научный сотрудник  
лаборатории демографии и социального управления  
ИСЭ и ЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар),  
e-mail: av.smirnov.ru@gmail.com*



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

**Екатеринбург, 2 июня 2022 г.**

# 1. Актуальность и объект исследования

Население российской Арктики сократилось на треть за последние 30 лет. Миграционный отток из большинства городов и районов сохраняется.

Возникают новые цифровые источники данных и инструменты анализа, которые могут применяться в миграционных исследованиях. Например, анализ сетей.

**Объект исследования:** миграционные и транспортные сети в российской Арктике.

**Цель:** выявить основные характеристики миграционных потоков в российской Арктике с учетом связанности территорий транспортными путями.

**Методы:** анализ сетей, анализ цифрового следа населения.

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

# 2. Российская Арктика

Арктическая зона выделена в 2014 г., трижды расширялась. Включает 75 ГО и МР. Население: 2,6 млн. человек (1,8% от населения России). Площадь: 30% территории России. ВРП: около 6% от российского.



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

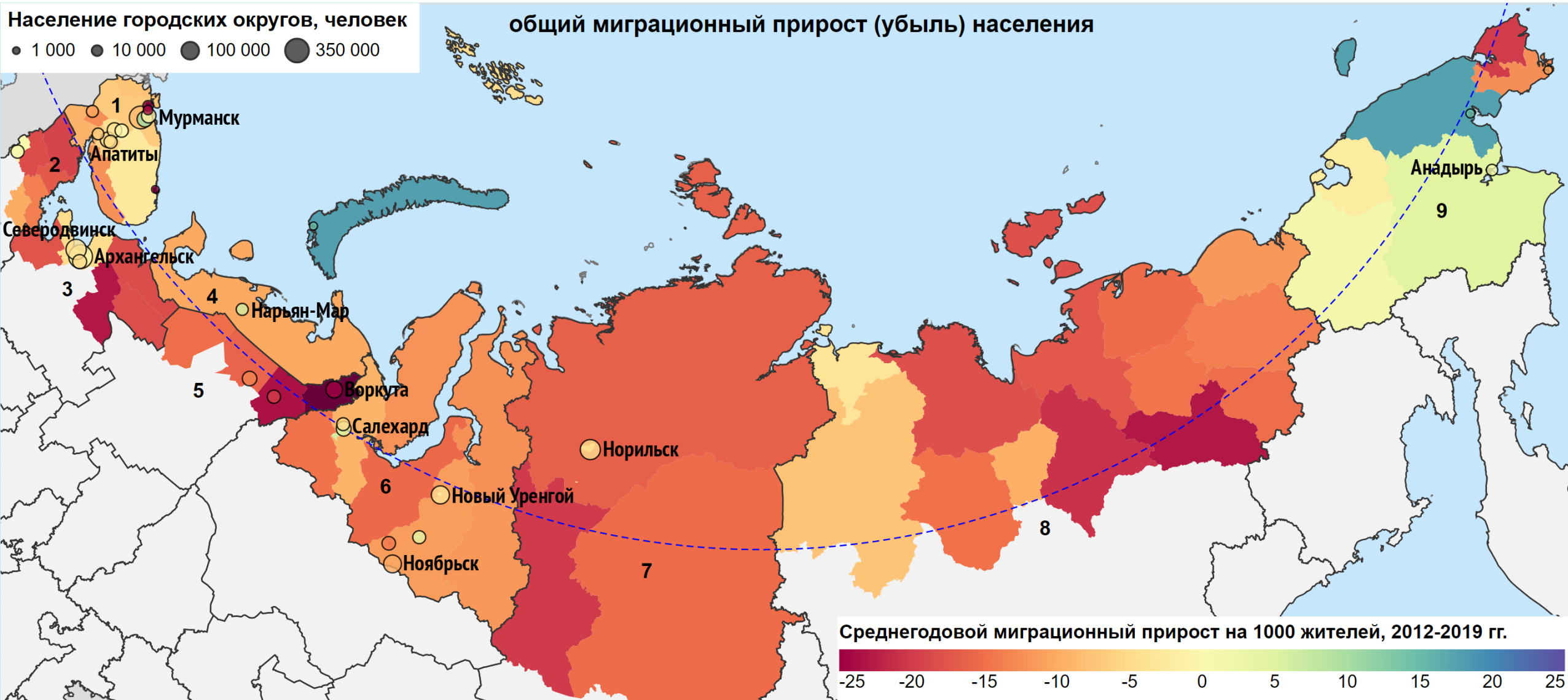
Составлено по данным БД ПМО Росстата

# 3. Миграционная убыль в российской Арктике

Население городских округов, человек

● 1 000 ● 10 000 ● 100 000 ● 350 000

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 Росстата



# 4. 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.



**б. Набор данных сервиса по продаже билетов Туту.ру**

(<https://habr.com/ru/company/tuturu/blog/494700/>) 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.



# 5. Преимущества и недостатки цифровых источников социально-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:** Kitchen, Big Data & Society, 2014; Golder & Macy, Annual Review of Sociology, 2014; Lazer & Radford, Annual Review of Sociology, 2017

## 6. Инструментарий исследования

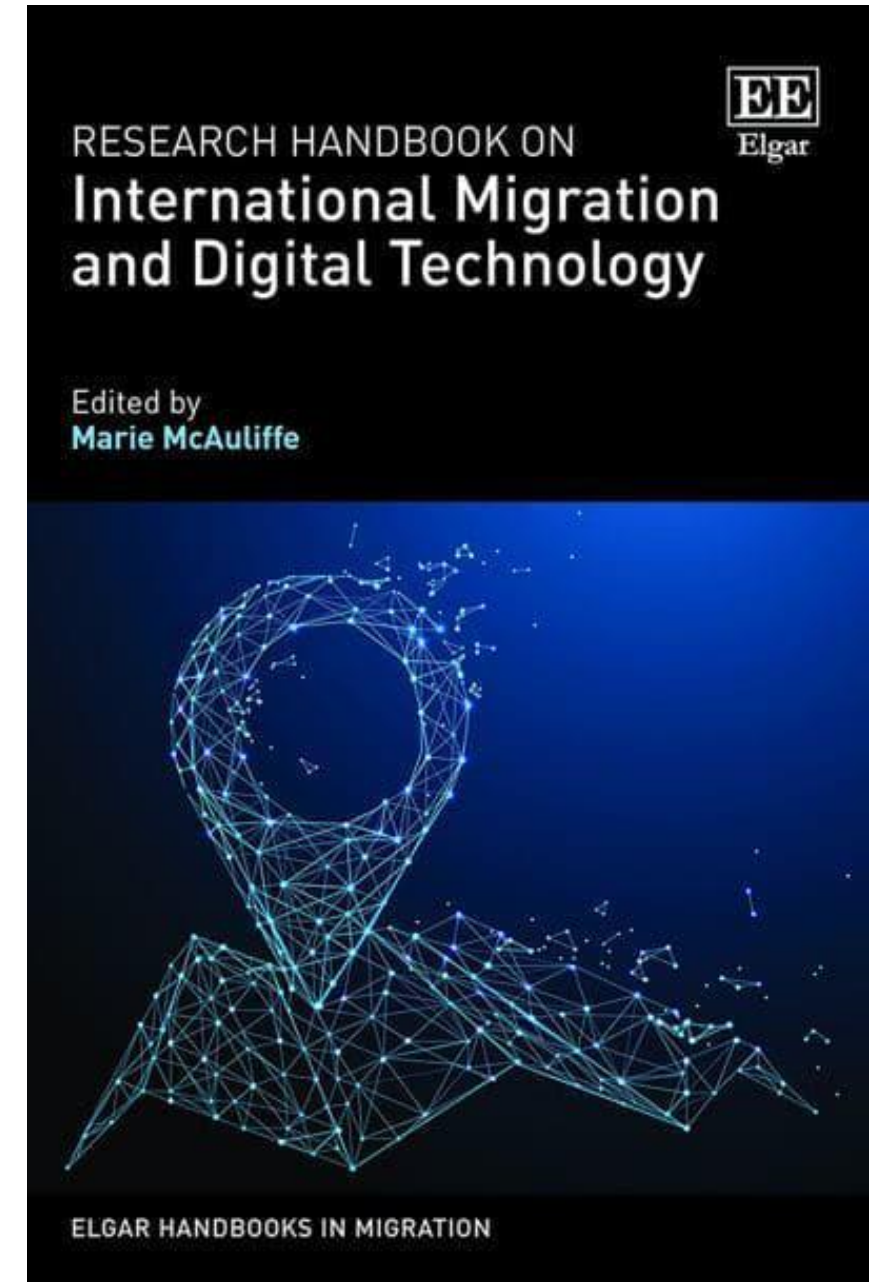
Основной метод исследования – анализ сетей. В последние годы он широко применяется в миграционных исследованиях.

**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>



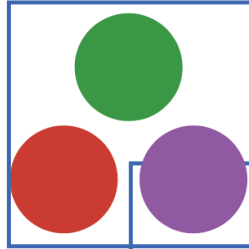
# 7. Инструментарий исследования

## 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)

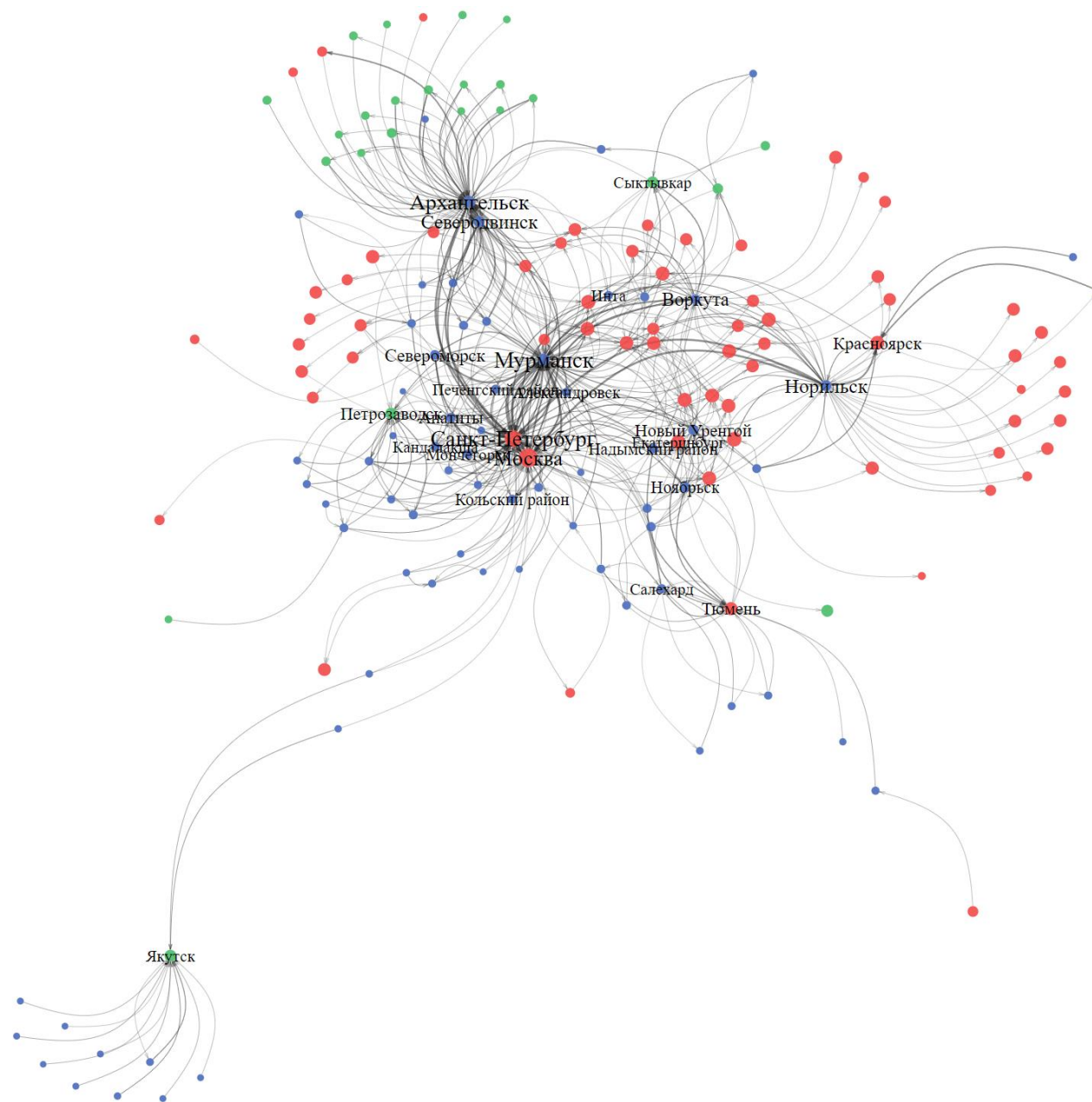


# 8. Основные характеристики изучаемых сетей

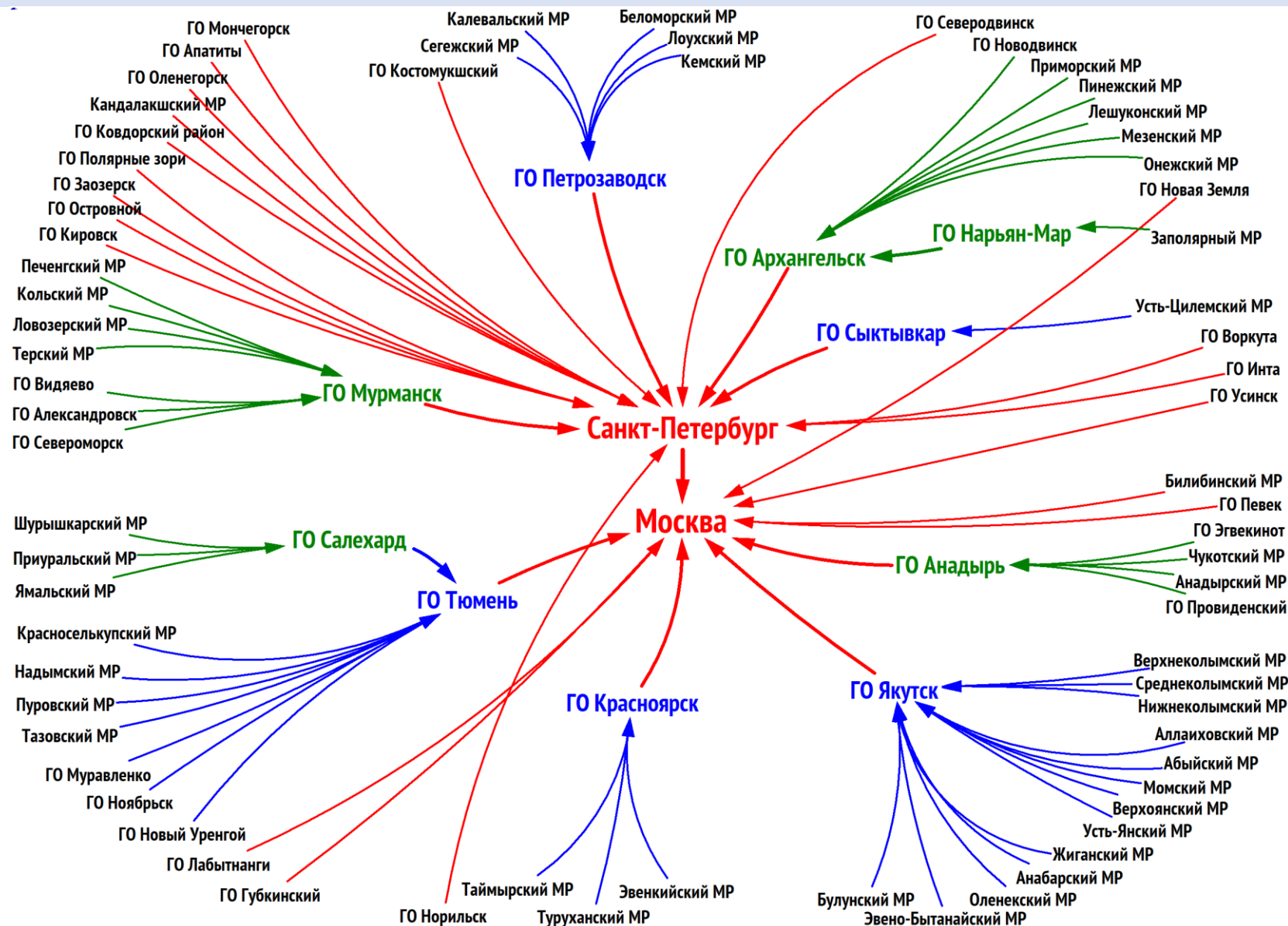
Показатель	Миграция		Авиасообщение		Железнодорожное сообщение	
	Арктика	Россия	Арктика	Россия	Арктика	Россия
Размер сети (число узлов)	2112	2201	85	173	160	574
Число связей	32199	334529	558	2951	712	12125
Является сильно связной	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Является слабо связной	да	да	да	да	да	нет
Коэффициент взаимности связей сети	0,421	0,419	0,828	0,855	0,775	0,760
Средний вес связи	6,1	33,0	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 *
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 (по силе)	50,958	31,028	6,899	19,051	7,847	55,058
Число кластеров при разбиении методом распространения меток	2	1	1	1	4	6

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

# 9. Миграционная сеть российской Арктики



# 10. Основные маршруты межмуниципальной миграции в российской Арктике



Использовались данные о последнем переезде на январь-март 2015 г.

Отмечено одно наиболее популярное направление миграции из каждого МО.

Зелеными стрелками отмечены потоки внутри российской Арктики, синими — в города за пределами Арктики, красными — в Москву и Санкт-Петербург.

Составлено по данным проекта «Виртуальное население России»

# 11. Основные маршруты межмуниципальной миграции в российской Арктике

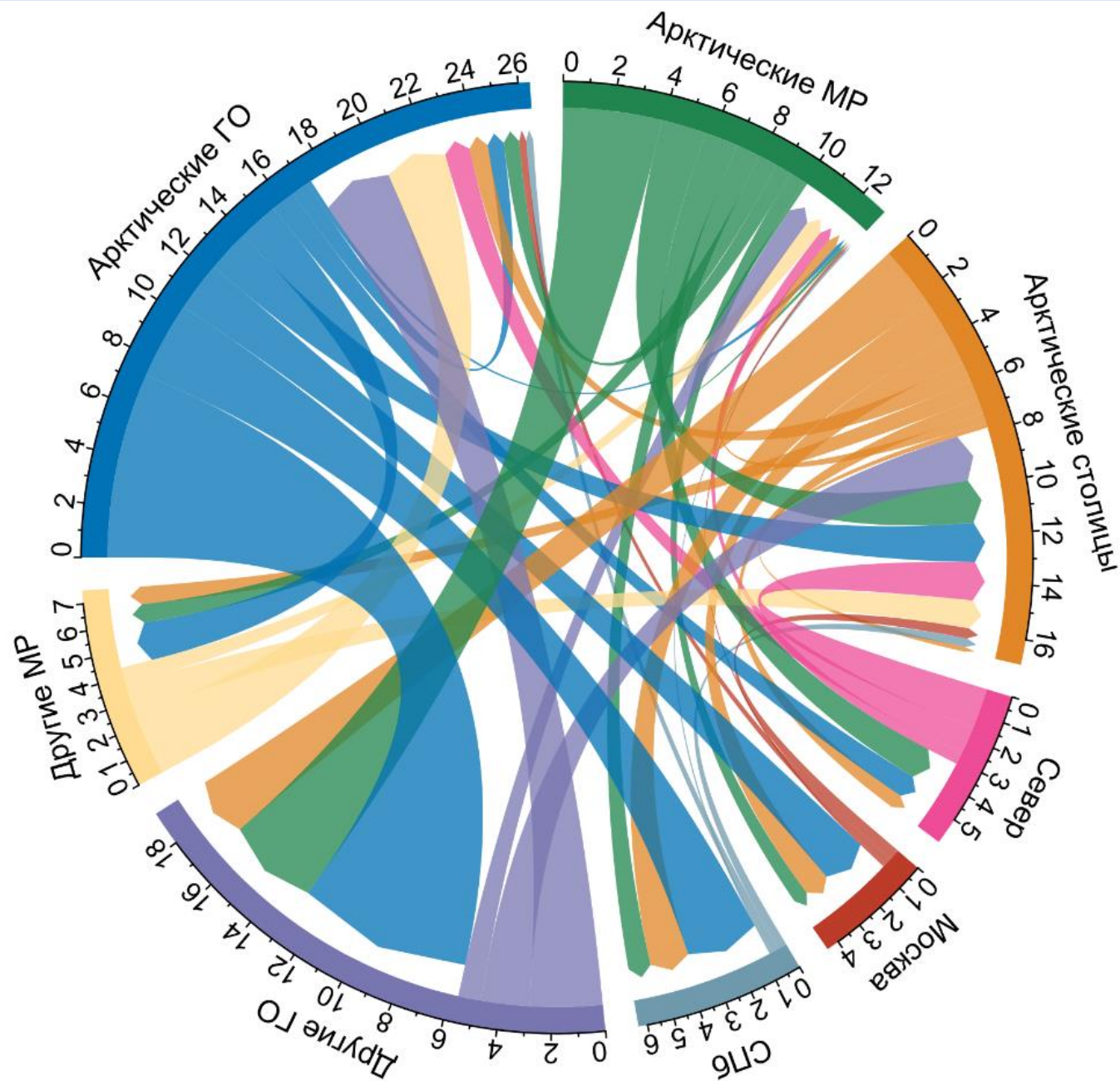
Цвета́ми обозна́чены

- 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





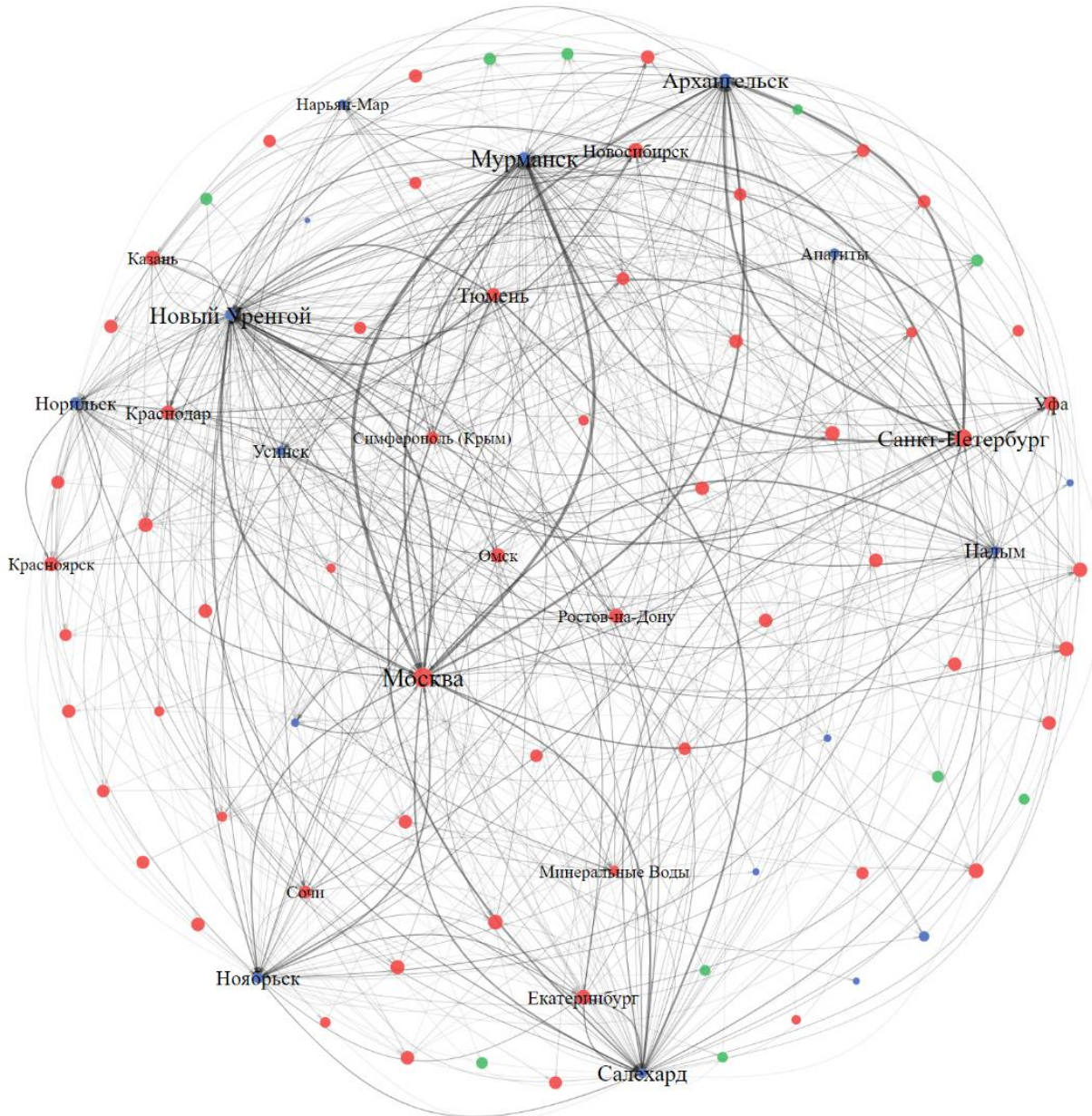
## 12. Направления миграционных потоков в российской Арктике



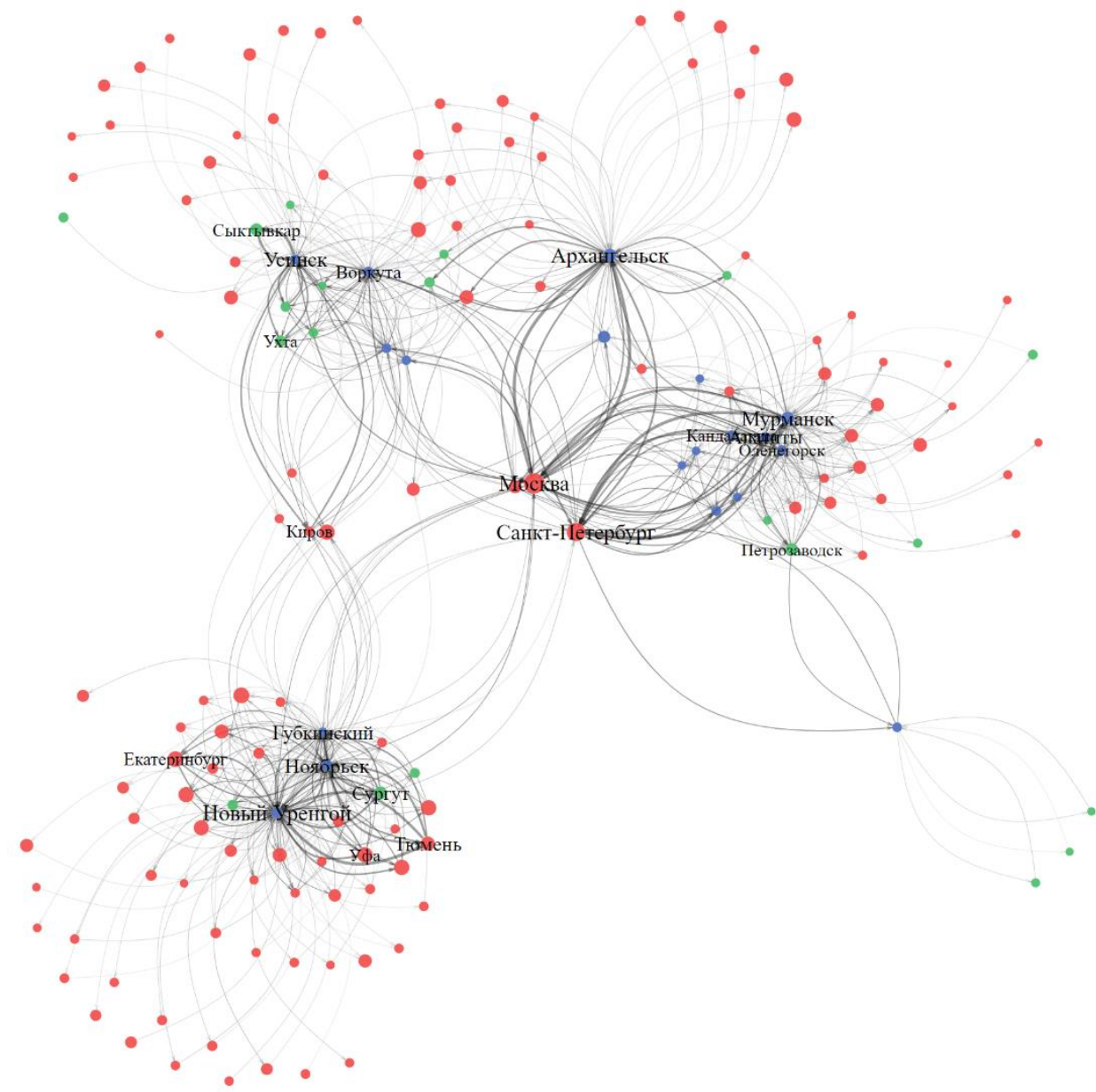


# 13. Перемещения пассажиров в российской Арктике

## Авиасообщение



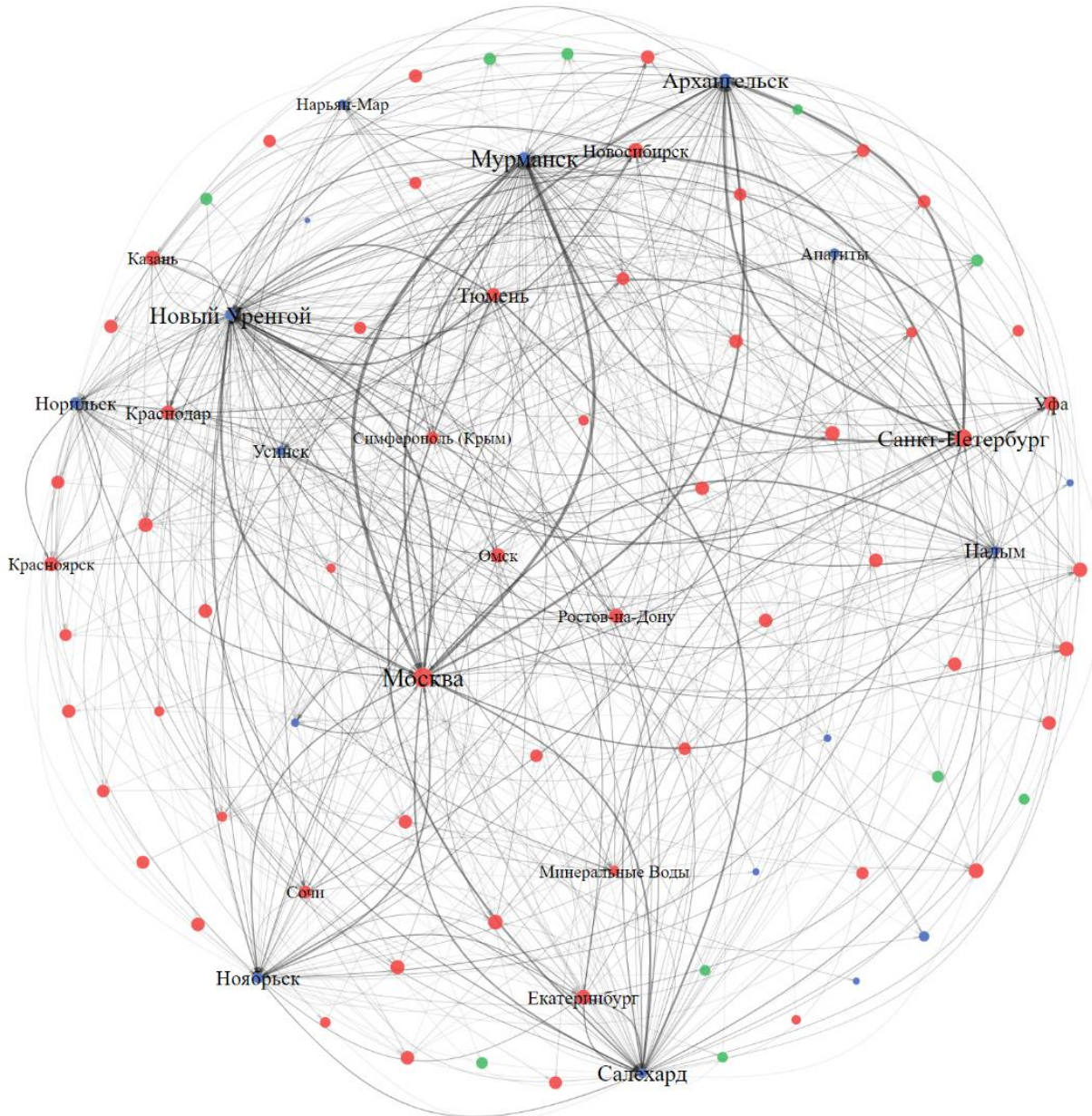
## Железнодорожное сообщение



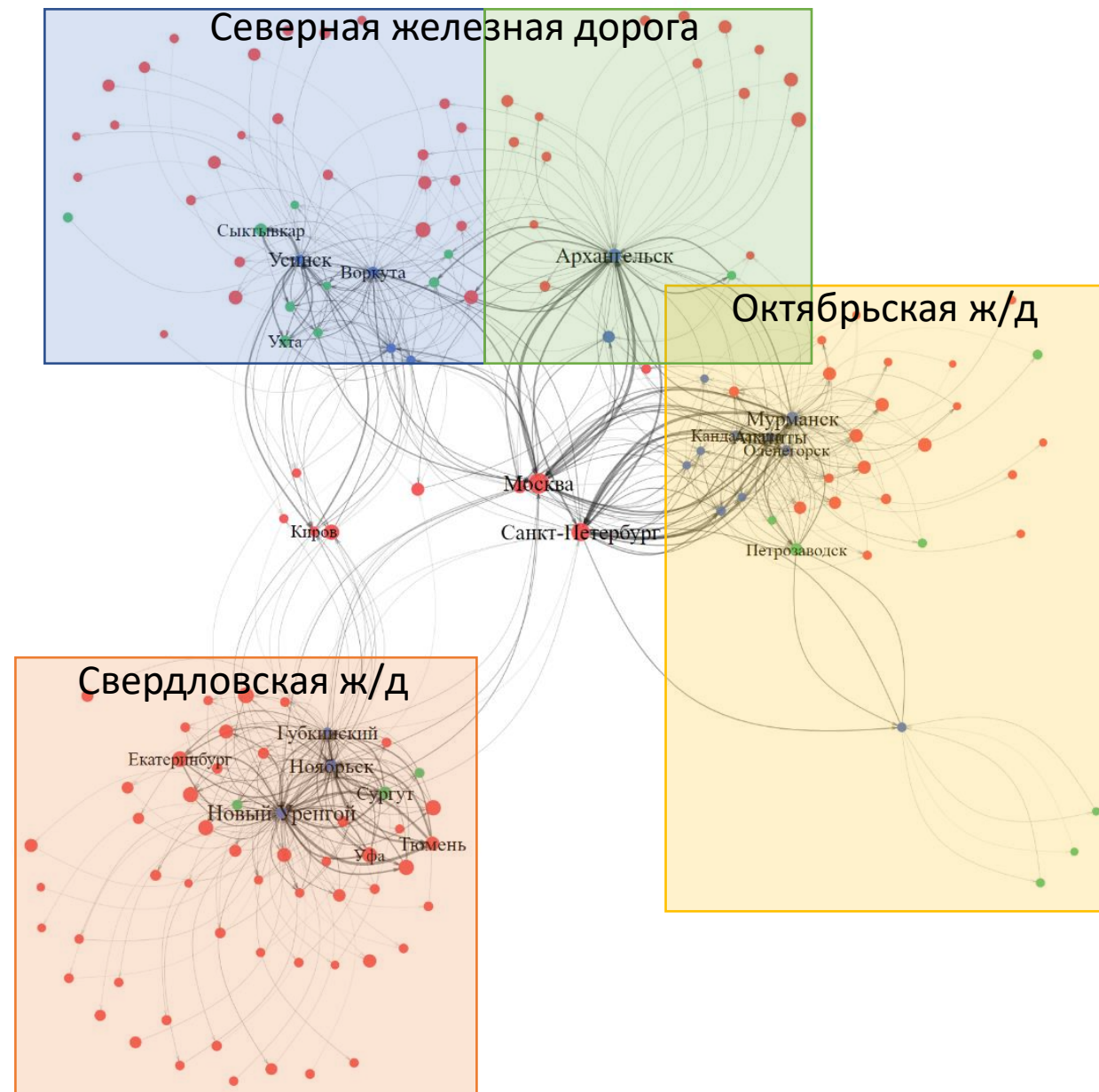


# 13. Перемещения пассажиров в российской Арктике

## Авиасообщение



## Железнодорожное сообщение



## 14. Миграционные и пассажирские хабы

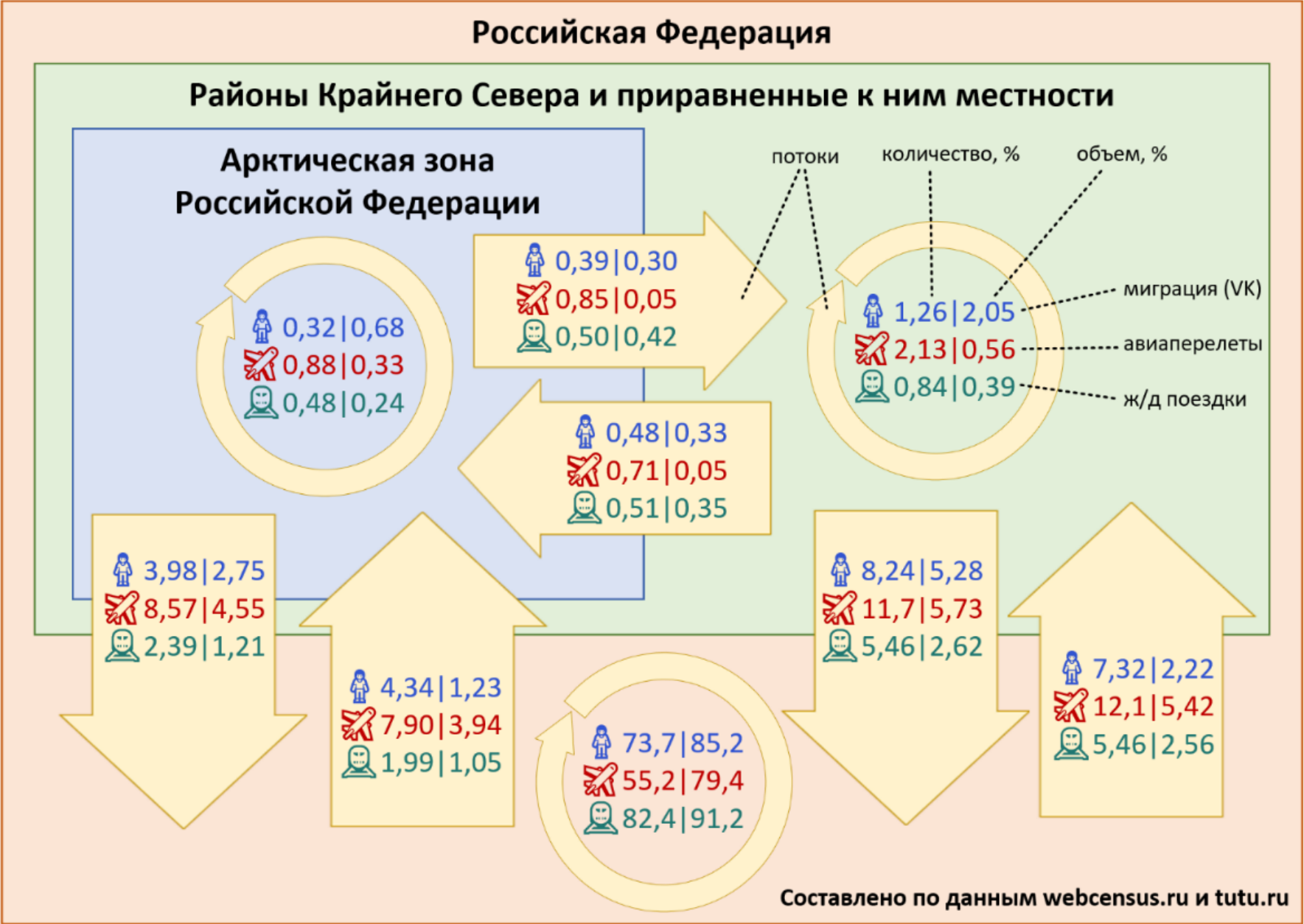
Ранг	Город (городской округ)	Потоки		В % от общего числа		Баланс
		единиц	человек	единиц	человек	человек
Миграция						
1	Мурманск	2 231	34 344	6,9	17,3	1 874
2	Архангельск	1 464	25 640	4,5	12,9	3 306
3	Санкт-Петербург	138	25 232	0,4	12,7	19 342
4	Москва	143	17 791	0,4	8,9	11 175
5	Норильск	1 738	16 004	5,3	8,0	-7 306
Авиационное сообщение						
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
Железнодорожное сообщение						
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

# 15. Крупнейший миграционные и пассажиропотоки в российской Арктике

	Миграция	Авиасообщение	Железнодорожное сообщение
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

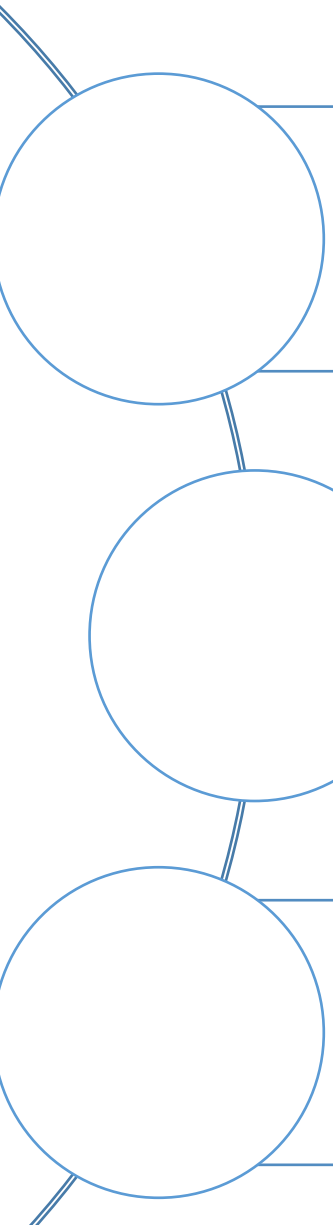


# 16. Общая схема миграций и транспортной связности российской Арктики





# 17. Выводы



Новые источники данных позволяют получить информацию, более детальную и оперативную, 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.

Выявлены основные миграционные и пассажирские потоки в российской Арктике. Подтверждено, что связанность территорий Арктики между собой достаточно низкая. Основная часть перемещений приходится на потоки с городами за пределами Арктики. Выявлены миграционные и транспортные хабы и кластеры.

В дальнейшем планируется построить демографических прогноз для российской Арктики с учетом выявленных закономерностей и направлений межмуниципальных миграций. Данные, используемые в проекте, размещены на сайте **arcdem.ru** (арктическая демография).

## Заглавная страница

### Содержание [\[скрыть\]](#)

- [1 О проекте](#)
- [2 Публикации](#)
- [3 Доклады на научных мероприятиях](#)
- [4 Упоминания о проекте в СМИ](#)
- [5 База знаний о демографическом развитии Арктики](#)
- [6 Демографический прогноз](#)
- [7 Иллюстрационные материалы](#)
- [8 Благодарности](#)
- [9 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](#).

На сайте Вы можете ознакомиться с научными публикациями, подготовленными в рамках проекта; загрузить статистические материалы о социально-демографическом развитии российской Арктики. В начале 2023 года на сайте будет размещен детальный демографических прогноз для арктических территорий России.

## Публикации

По нажатию на название статьи доступен полный текст публикации:

- 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. [WoS](#) [ESCI](#)
- Смирнов А.В. Источники демографических данных в условиях цифровизации экономики и общества** [□](#) // IX Информационная школа молодого ученого: сб. науч. тр. (20-23 сентября 2021 г., г. Екатеринбург) / отв. ред. П. П. Трескова. – Екатеринбург: ЦНБ УрО РАН, 2021. – 519 с. – С. 499-507. – DOI: 10.32460/ishmu-2021-9-0055.
- 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. [WoS](#) [ESCI](#), [Scopus](#)





**Спасибо за внимание!**

E-mail: [av.smirnov.ru@gmail.com](mailto:av.smirnov.ru@gmail.com)