



Факультет географии и геоинформационных технологий

НУГ «Пространственный анализ и моделирование городских процессов»

Москва  
2024

# Пешеходная доступность в Нижнем Новгороде

**Александр Костюк, ФГРР НИУ ВШЭ | Лицей НИУ ВШЭ**

В.н.с. Н.В. Шартова, к.г.н., П.А. Кокшарова

03.12.2024

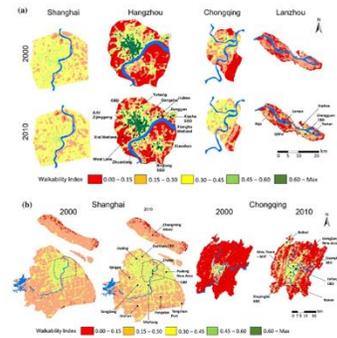
## Walkability — пешеходная доступность

- Качество городской среды, характеризующее степень её приспособленность для пешеходов
- Возможность мобильности до повседневных мест назначения пешком
- Приспособленный для пешеходов город вызывает желание и делает возможным совершать физическую активность
- Сбалансированное развитие городской территории
- Один из принципов нового урбанизма

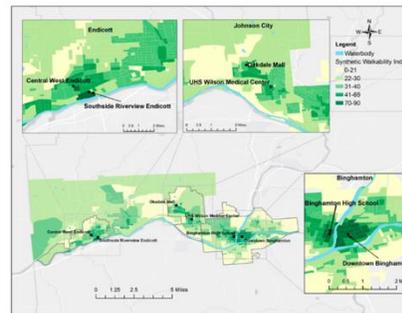


## История исследования. Примеры работ

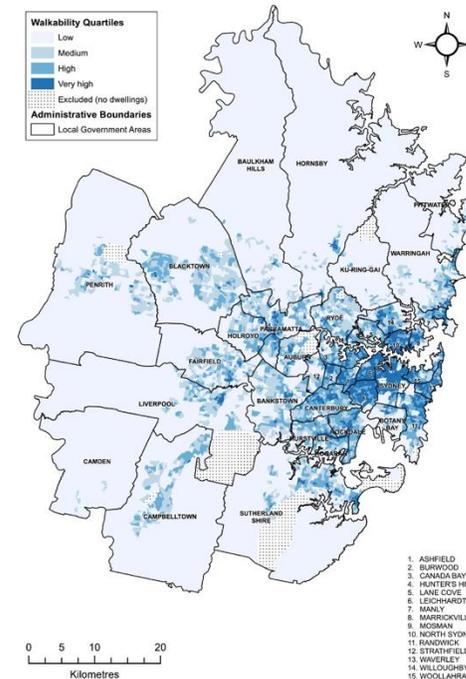
- Первое научное упоминание термина *walkability* — Дж. Джекобс «Смерть и жизнь великих американских городов» [Джекобс, 2011]
- Критика чрезмерного роста автомобилизации в городах США; необходимость приспособления города для пешеходов
- Преимущественно исследования сосредоточены на американских [A Data-Driven..., 2020], австралийский [An Objective..., 2013] и европейских городах [Development..., 2016]
- Регионы недавних работ — китайские [Engelfriet, Koomen, 2018] и иранские [Habibian, Hosseinzadeh, 2018] города, Москва [Shartova, Mironova, Grischenko, 2023]
- Новая тема пешеходной доступности — окружающая среда человека и здоровье горожан



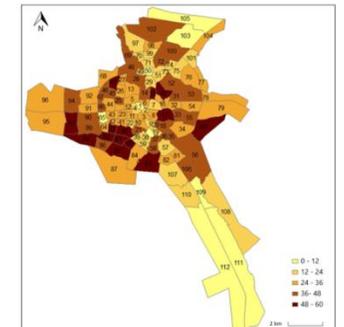
Шанхай, Ханчжоу, Чунцин,  
Ланьчжоу, КНР



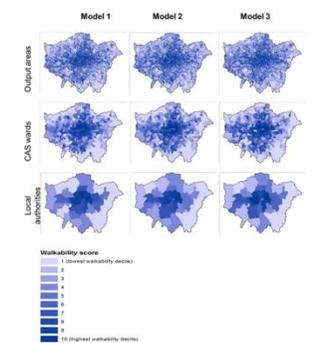
«Район Большого Бингемтона», шт.  
Нью-Йорк, США



Столичный регион Сиднея, Австралия



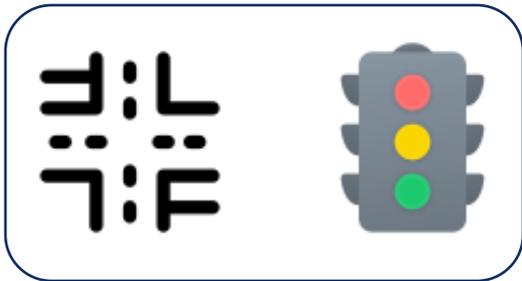
Решт, Иран



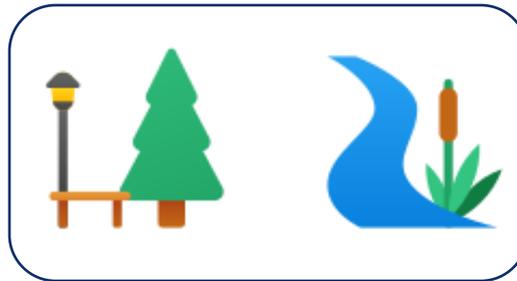
Большой Лондон, Великобритания



## Компоненты пешеходной доступности



Связность улиц



Важные элементы здоровой  
окружающей среды



Плотность населения



Плотность дорожных  
пересечений



Плотность светофоров на  
магистральных дорогах



Оценка функционального  
разнообразия



Доступность зелёных зон



Доступность водных  
объектов

## Обоснование выбора

- Крупный город в Европейской части России, разделённый на две крупные части
- Влияние советских индустриализации и школы градостроительства на нынешнее территориальное планирование города
- Ориентация на развитие туризма
- Недавнее 800-летие города как драйвер благоустройства



Вид на Стрелку с Дятловых гор. Фото А. Костюка



## Нижний Новгород: «карман России» и столица закатов

1221

год основания города

411

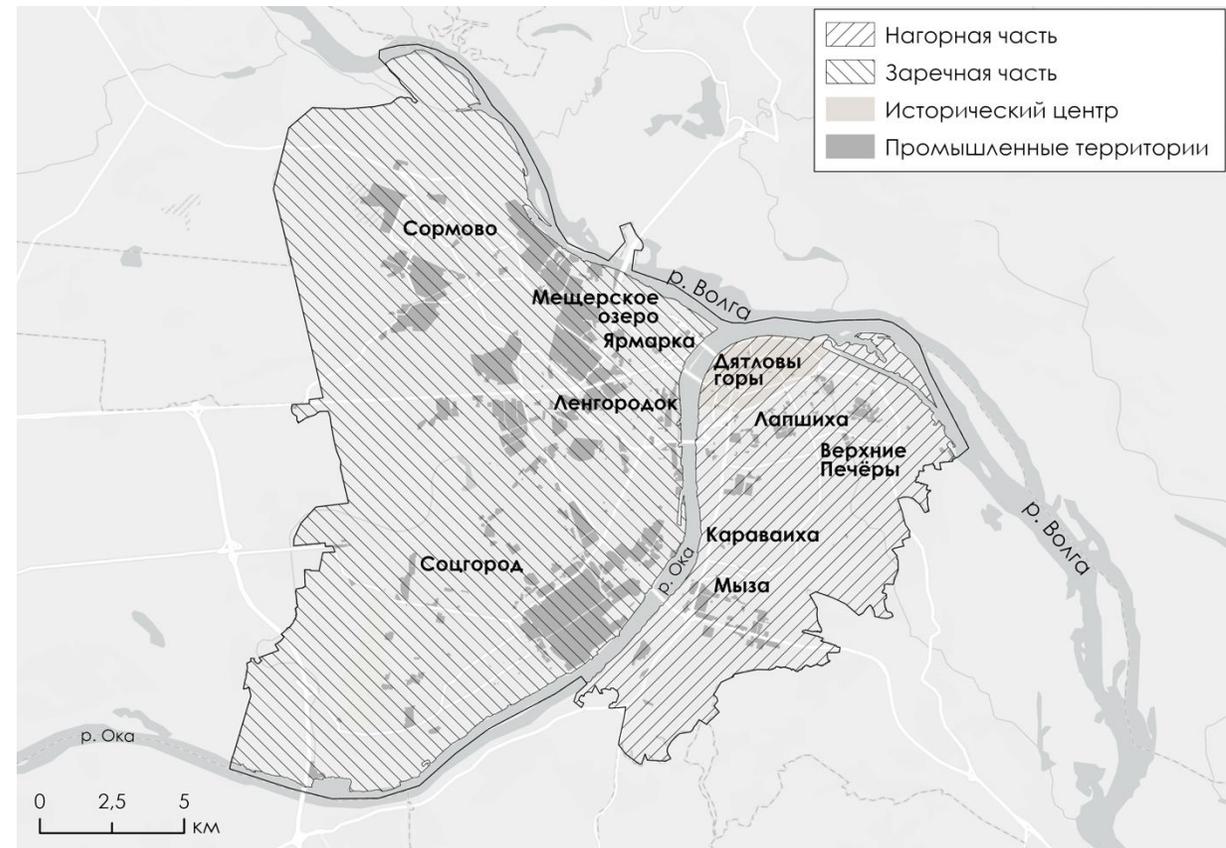
км<sup>2</sup> — площадь города

1,2

млн чел. — население города

## Деление Нижнего Новгорода

- Река Ока делит город на две части — Нагорную и Заречную (правый и левый берега соответственно)
- Нагорная часть — колыбель Нижнего Новгорода: общегородской центр и жилые массивы
- Заречная часть — советский Горький: промышленные зоны и микрорайоны



Деление Нижнего Новгорода на Заречную и Нагорную части.

## Источники данных и их извлечение

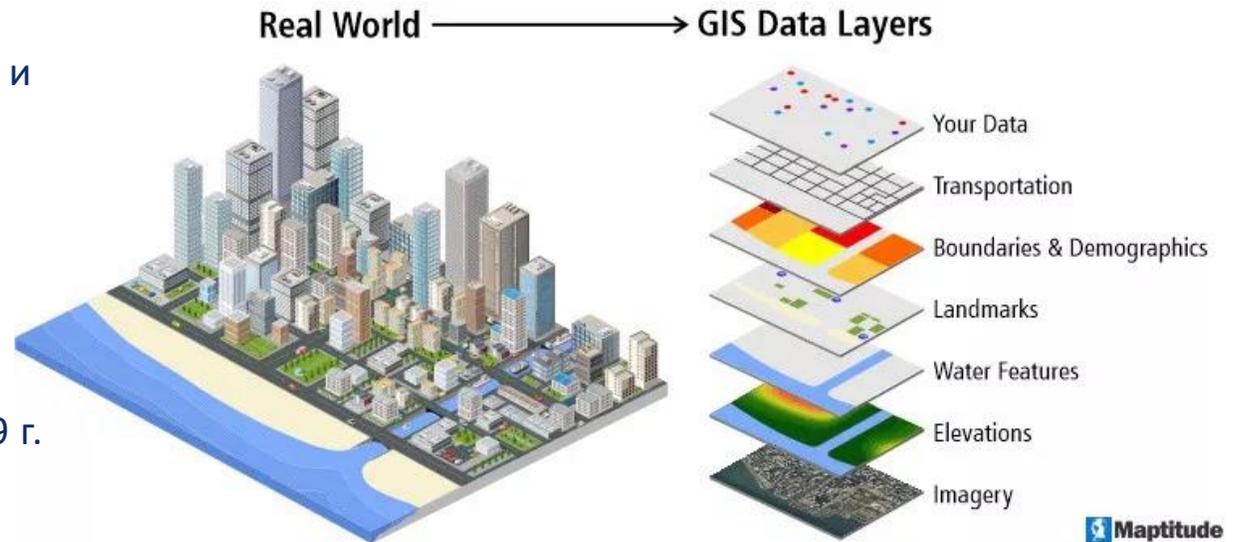
### 1) OpenStreetMap:

- Автомобильные и пешеходные дороги — roads
- Социальная, селитебная и др. инфраструктура — pois и pofw
- Зелёные пространства — natural

### 2) WorldPop — растр плотности населения

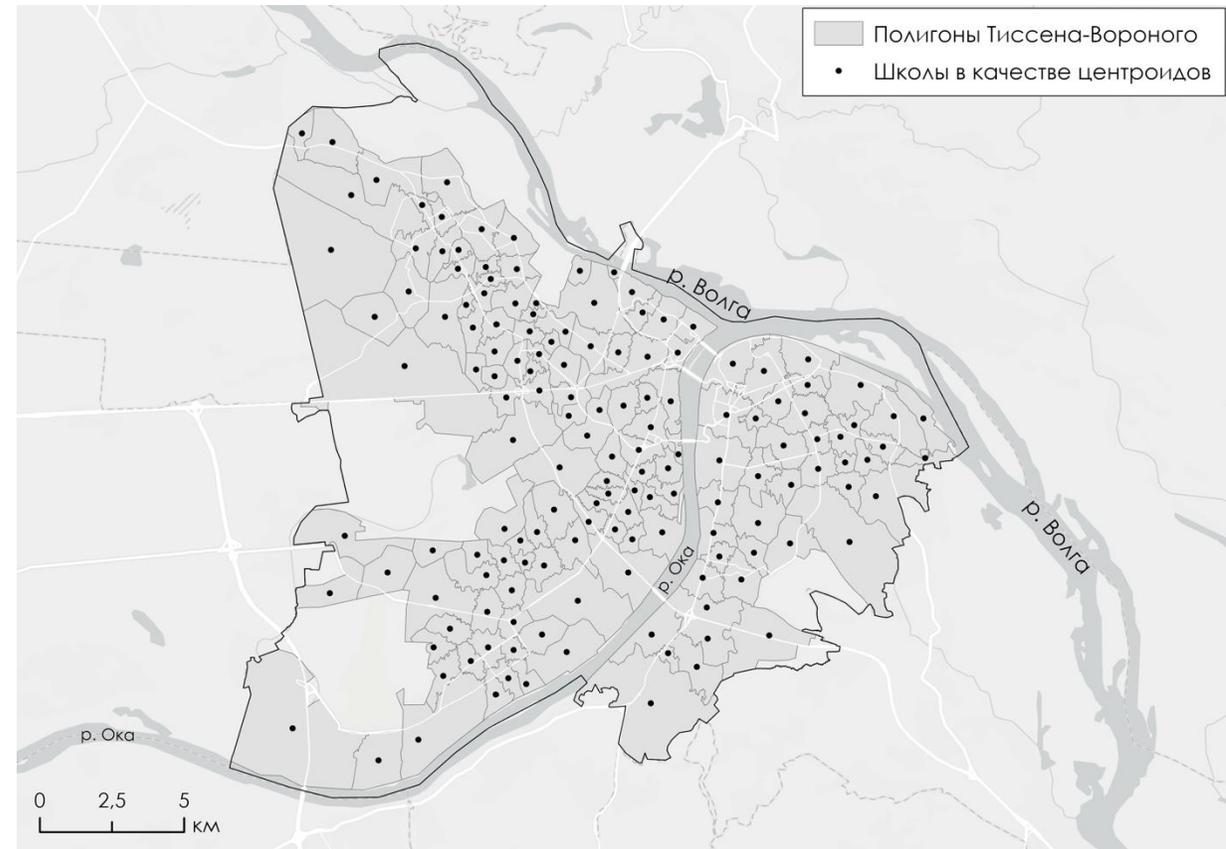
### 3) Графические материалы:

- Карты генерального плана Нижнего Новгорода от 2009 г.
- Карта избирательных округов Нижнего Новгорода



## Зонирование города

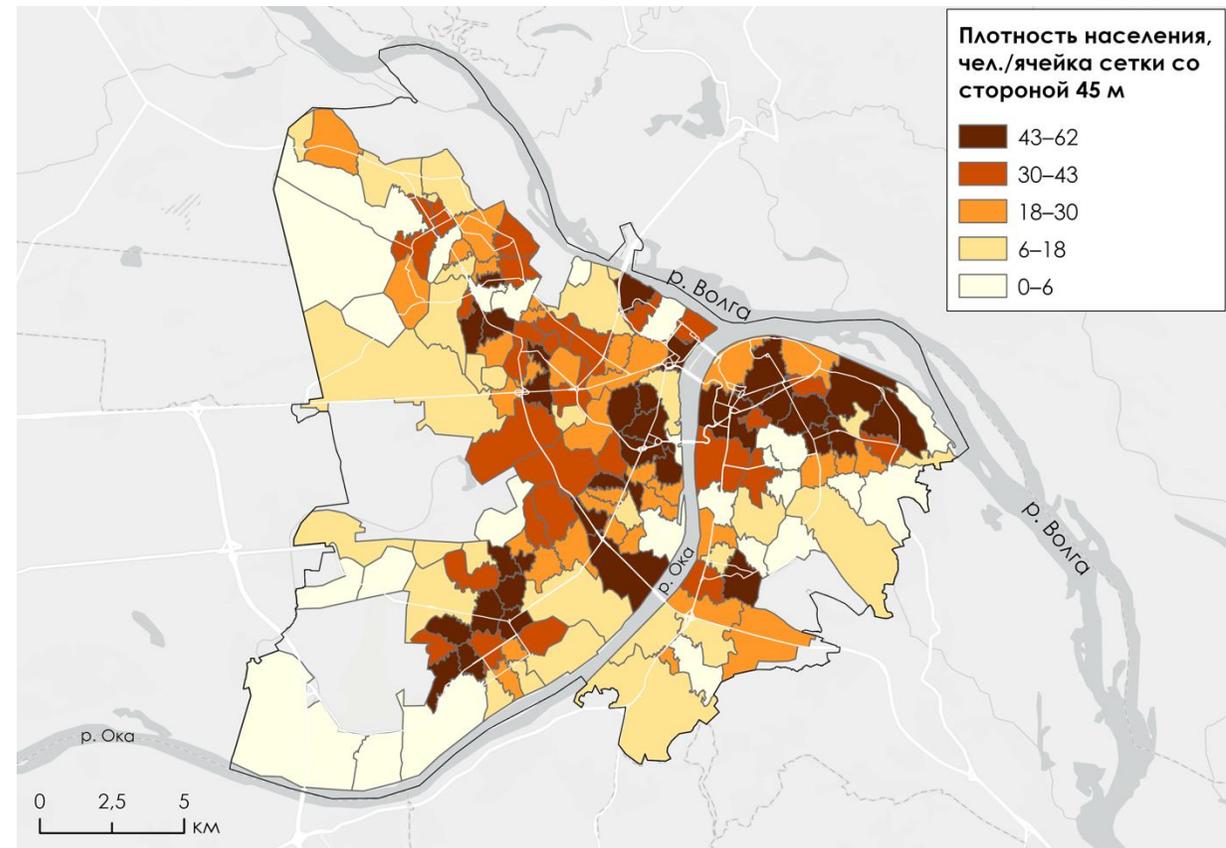
- 158 точек общеобразовательных школ для построения полигонов Тиссена-Вороного
- Причина выбора школ — их равномерное пространственное распространение
- Учёт железных дорог, водных объектов и промышленных зон в качестве барьеров
- Итог — 152 полигона после корректировок границ и укладок полигонов в границы избирательных округов



Зонирование Нижнего Новгорода на полигоны Тиссена-Вороного

## Плотность населения

- WorldPop — растр плотности населения на всю Россию
- Пересечение растра с административной границей Нижнего Новгорода
- Извлечение из растра средних значений плотности населения в атрибутивную информацию полигонов Тиссена-Вороного
- Высокая плотность в центре города, а также в микрорайонах Заречной части
- Плотность населения снижается к границе города



Плотность населения Нижнего Новгорода по полигогам Тиссена-Вороного

## Связность улиц

- Общая протяжённость автомобильных дорог в городе — 1661 км
- Расчёт плотности дорожных пересечений — дороги местного значения и внутриквартальные (например, *living street* и *pedestrian*) **(1)**
- Расчёт плотности светофоров на магистральных дорогах — дороги транзитного типа (*motorway* и *primary*) **(2)**



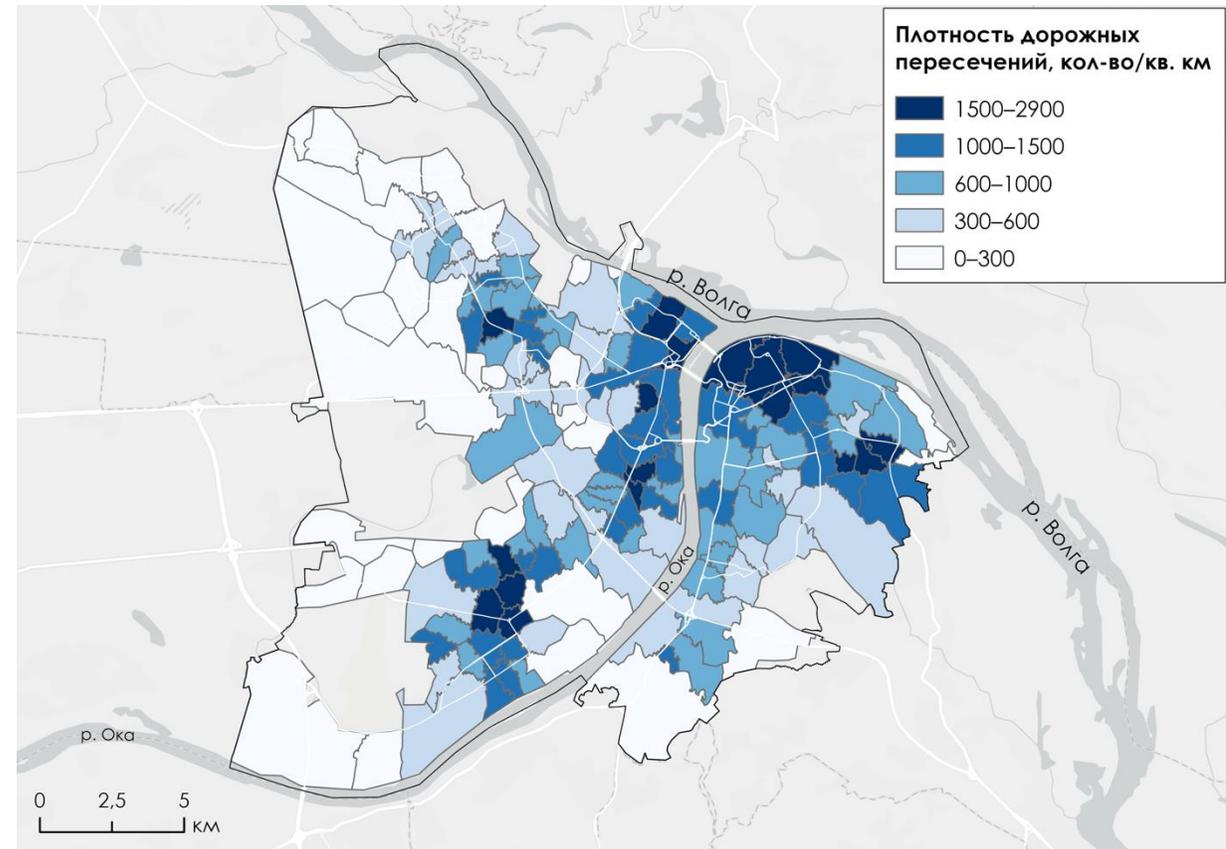
**(1)** Рождественская улица,  
Нагорная часть. Фото А.  
Костюка



**(2)** Проспект Ленина,  
Заречная часть. Фото А.  
Костюка

## Связность улиц: плотность дорожных пересечений

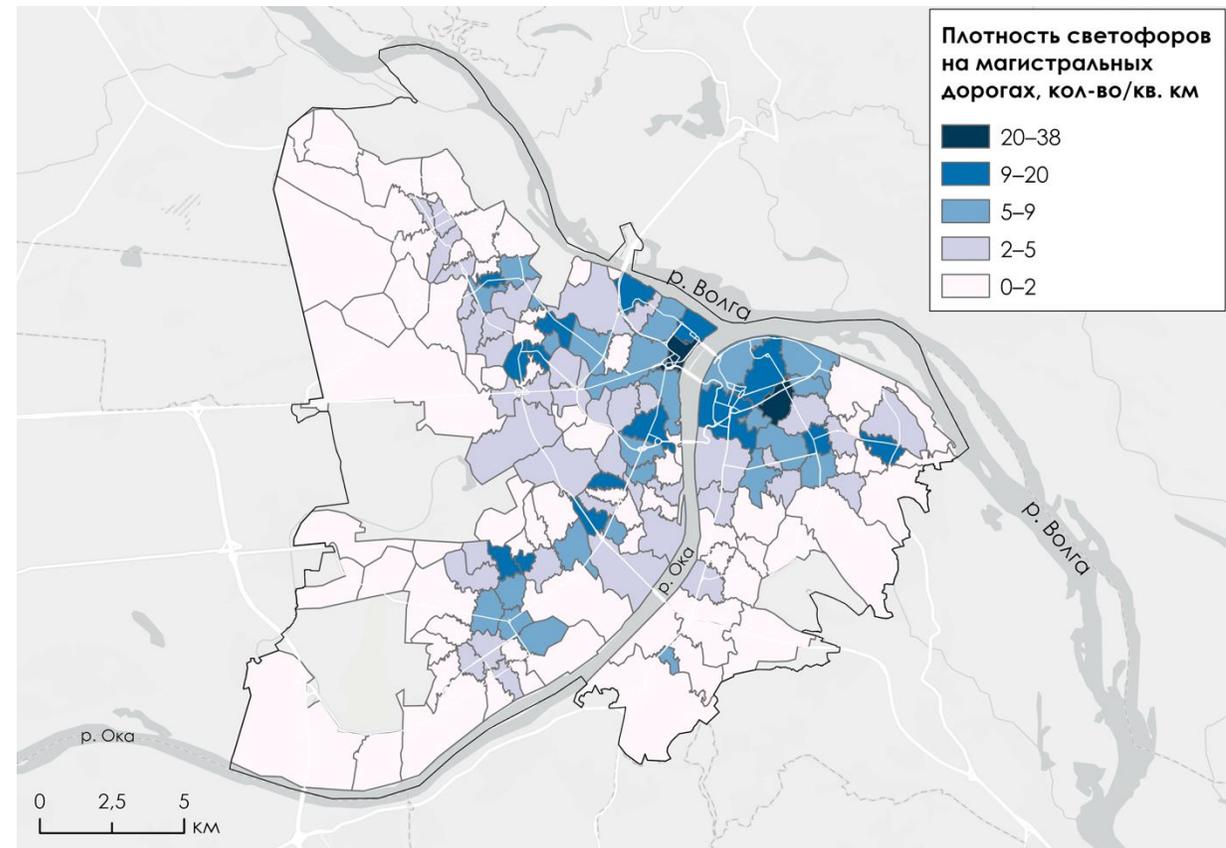
- Наибольшие значения наблюдаются в исторической части и жилых массивах Заречной части
- Малые значения, наоборот, — в периферийных частях города и на территории заводов
- Вдоль Оки на обоих берегах и в Нагорной части в целом высокие значения плотности дорожных пересечений



Плотность дорожных пересечений Нижнего Новгорода по полигонам Тиссена-Вороного

## Связность улиц: плотность светофоров на магистральных дорогах

- Практически полное отсутствие магистральных дорог внутри города
- Малое число полигонов с высоким значением плотности светофоров на магистральных дорогах
- Отсутствие светофоров на подобных дорогах на городских окраинах
- Барьер для пешеходов из-за малого числа светофоров



Плотность светофоров на магистральных дорогах Нижнего Новгорода по полигомам Тиссена-Вороного



## Оценка функционального разнообразия: категории объектов

№	Категория	Описание
1	Жильё	Жилые здания различного типа и этажности, объекты гостиничного бизнеса
2	Образование	Организации дошкольного, среднего школьного, среднего профессионального и высшего образования
3	Коммерция	Ресторанный бизнес, магазины, ларьки печатной продукции и т. д.
4	Досуг и отдых	Объекты развлечений, спортивные секции, религиозные учреждения и т. д.
5	Услуги для населения	Медицинские, банковские, услуги телефонной связи и т. д.

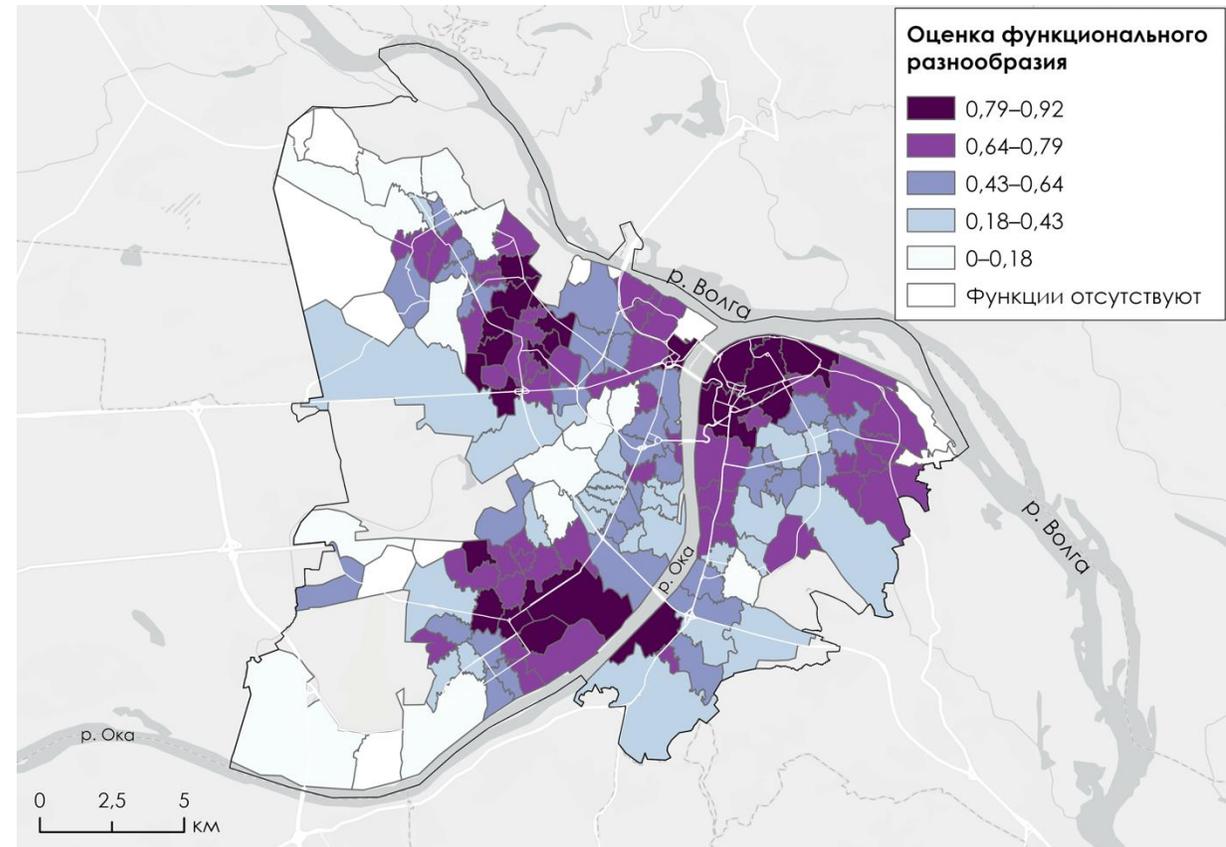
### Уравнение расчёта:

$$LUM = - \sum_{i=1}^n (p_i * \ln(p_i)),$$

где  $i$  — категория объектов,  $p_i$  — соотношение количества объектов данной категории к общему числу объектов всех категорий в городе,  $n$  — количество категорий объектов [Shannon, Waever, 1949; Liu, Long, 2015; Engelfriet, Koomen, 2018]

## Оценка функционального разнообразия

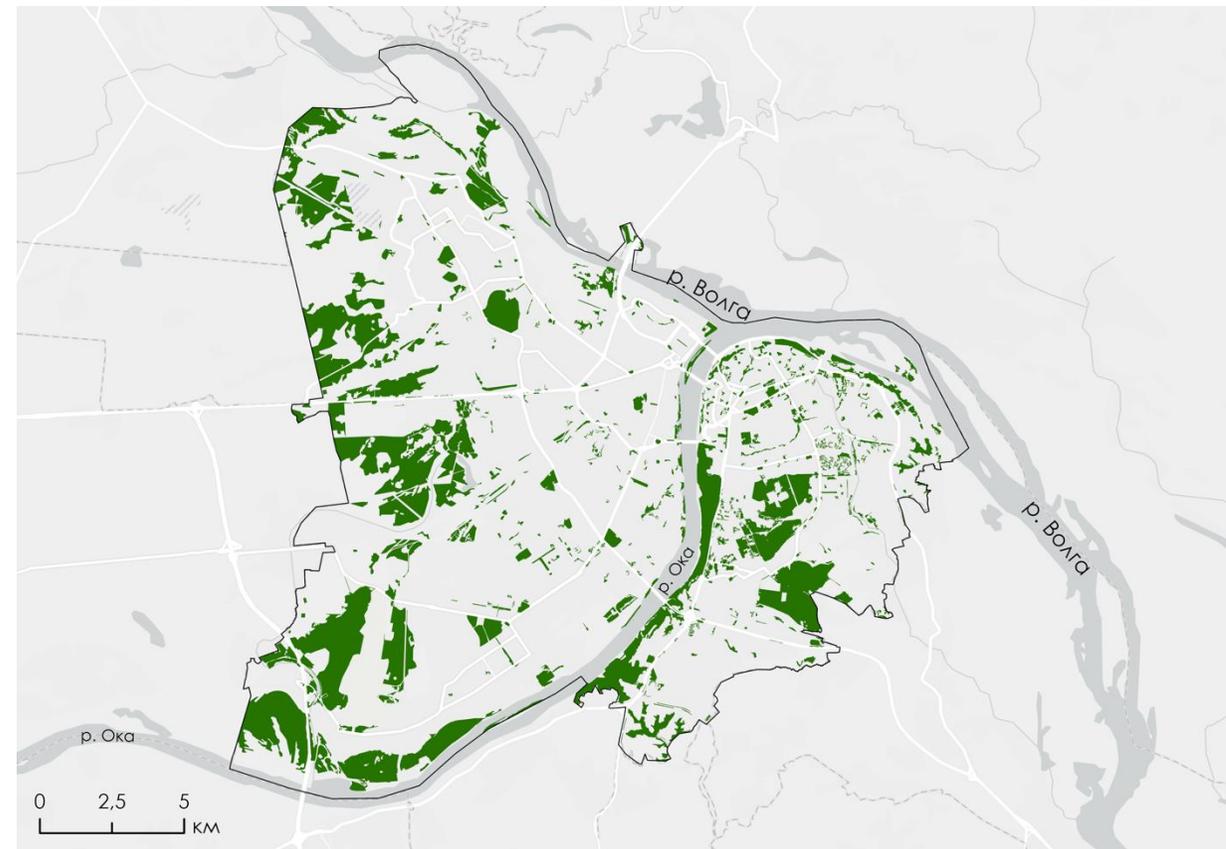
- Учёт плотности объектов разных категорий с буферным радиусом 800 м
- Наиболее функционально разнообразные территории находятся в историческом центре и жилых массивах Заречной части («капитализм первых этажей» [Sarmany-Parsons, 1998])
- Значение индекса снижается в периферийных районах с индивидуальной жилой застройкой в Заречной части и микрорайонах Нагорной части



Оценка функционального разнообразия Нижнего Новгорода по полигонам Тиссена-Вороного

## Доступность зелёных зон: критерии отбора

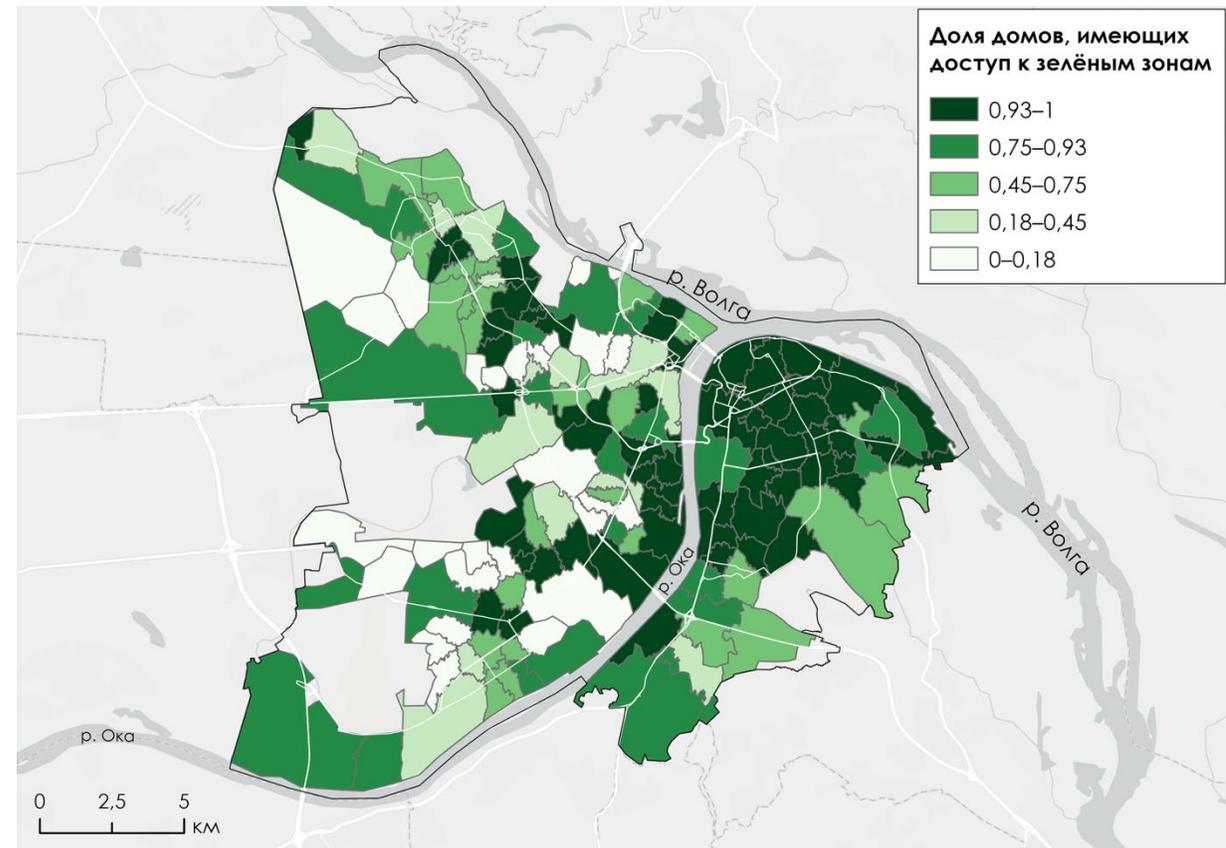
- Пригодная для использования в качестве рекреационной инфраструктуры
- Площадь зелёной территории — не менее 0,5 га по рекомендации ВОЗ [World Health Organization, 2016]
- Построение 400-метровых зон доступности объектов зелёной инфраструктуры
- Результат — доля жилых домов в полигонах, попадающих в сервисные зоны



Зелёные зоны Нижнего Новгорода, удовлетворяющие критериям отбора

## Доступность зелёных зон

- Высокая обеспеченность зелёными пространствами во всём городе
- Наибольшее количество жителей, которым доступна зелёная инфраструктура, проживает в Нагорной части и крупных жилмассивах Заречной части
- Низкая доступность зелёных общественных зон наблюдается в промышленных районах и подобных закрытых территориях



Обеспеченность жилых домов зелёными зонами Нижнего Новгорода по полигонам Тиссена-Вороного



## Индекс пешеходной доступности: описательные характеристики

Характеристика / компонент	Плотность населения ( $C_1$ )	Плотность дорожных пересечений ( $C_2$ )	Плотность светофоров на магистральных дорогах ( $C_3$ )	Оценка функционального разнообразия ( $C_4$ )	Доступность зелёных зон ( $C_5$ )
Среднее значение	26,07	800,6	3,83	0,51	0,67
Медианное значение	23,51	725,27	2,28	0,6	0,83
Минимальное значение	0	6,52	0	0	0
Максимальное значение	61,77	2 813,89	37,14	0,91	1
Среднеквадратическое отклонение, $\sigma$	17,81	568,43	5,02	0,27	0,36
Вес компонента, $V_n$	0,17	0,19	0,2	0,2	0,23
Средняя индивидуальная важность	6	6,5	7	7	8



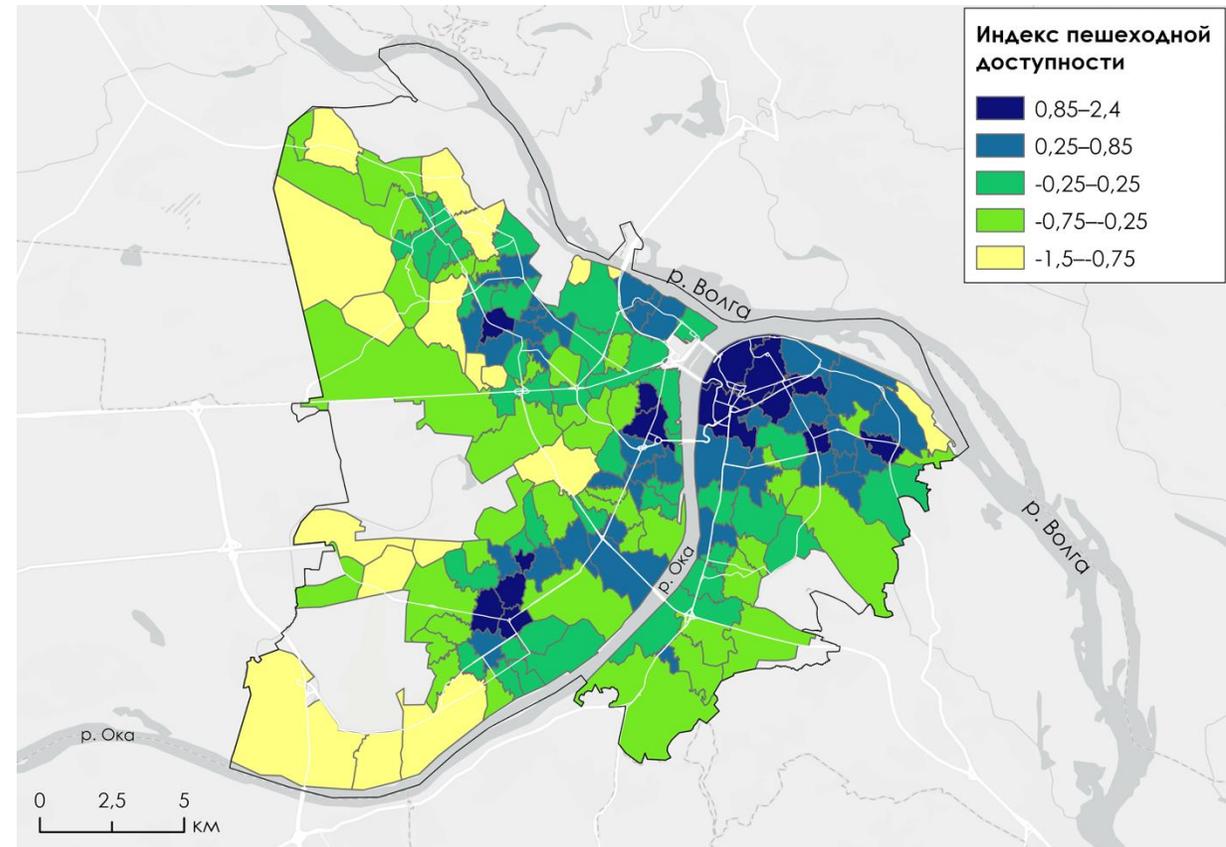
## Индекс пешеходной доступности: описательные характеристики

Характеристика / компонент	Плотность населения ( $C_1$ )	Плотность дорожных пересечений ( $C_2$ )	Плотность светофоров на магистральных дорогах ( $C_3$ )	Оценка функционального разнообразия ( $C_4$ )	Доступность зелёных зон ( $C_5$ )
Среднее значение	26,07	800,6	3,83	0,51	0,67
Медианное значение	23,51	725,27	2,28	0,6	0,83
Минимальное значение	0	6,52	0	0	0
Максимальное значение	61,77	2 813,89	37,14	0,91	1
Среднеквадратическое отклонение, $\sigma$	17,81	568,43	5,02	0,27	0,36
Вес компонента, $B_n$	0,17	0,19	0,2	0,2	0,23
Средняя индивидуальная важность	6	6,5	7	7	8

**Уравнение расчёта:**  $WI = (B1 * C1) + (B2 * C2) + (B3 * C3) + (B4 * C4) + (B5 * C5)$ , где  $C_n$  — стандартизированное значение компонента (z-оценка),  $B_n$  — вес компонента [The Development..., 2010; Al Shammas, Escobar, 2019]

## Индекс пешеходной доступности

- Большие значения индекса заметны в исторической части и крупных советских микрорайонах на обоих берегах
- Низкие значения индекса пешеходной доступности наблюдаются в районах индивидуальной жилой застройки и промышленных зон
- Плавное снижение значения индекса от центра к периферии в Нагорной части
- Резкий переход между минимальными и максимальными значениями индекса в Заречной части



Индекс пешеходной доступности Нижнего Новгорода по полигонам Тиссена-Вороного

## Выход в город: пешеходная доступность на практике

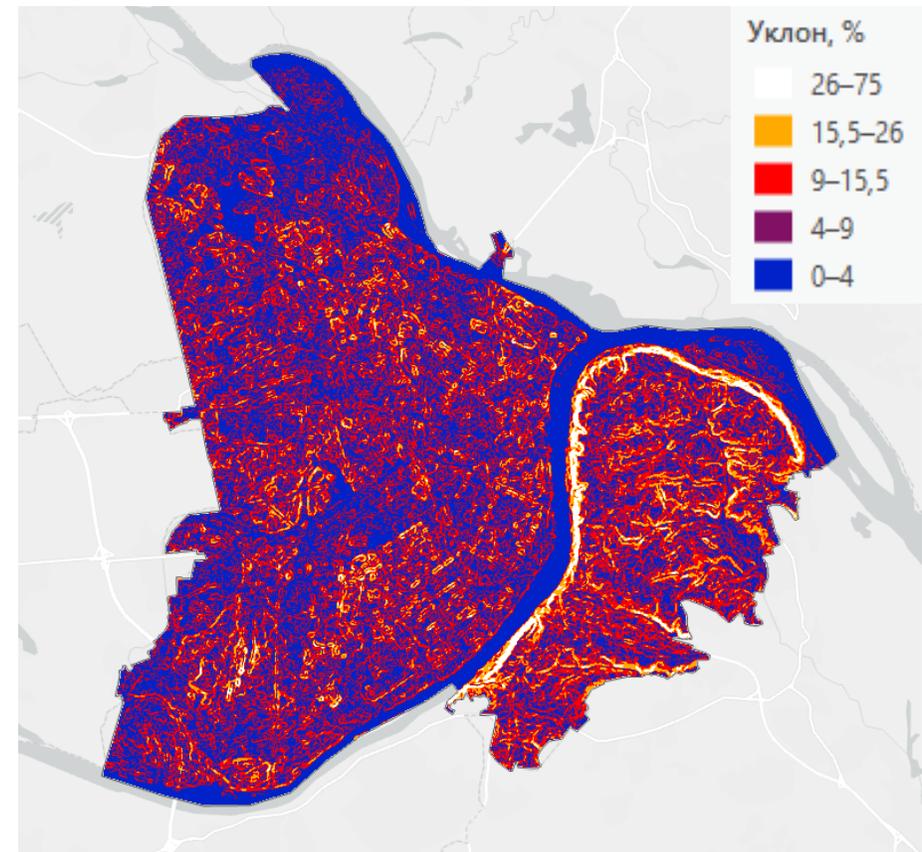
- Не все парки удобны с т. з. доступа к ним (например, парк 800-летия) и использования в контексте здоровья (к примеру, парк им. 1 Мая)
- Сложная мобильность с Нижне-Волжской набережной на Дятловы горы
- Низкая связность двух частей города пешком из-за длинных мостов и агрессивной среды;
- Гетерогенность морфотипов и районов по пешеходной доступности
- Сосредоточение разнообразных объектов инфраструктуры на одной крупной улице местного значения



Зеленский съезд. Фото А. Костюка

## Ограничения и проблемы

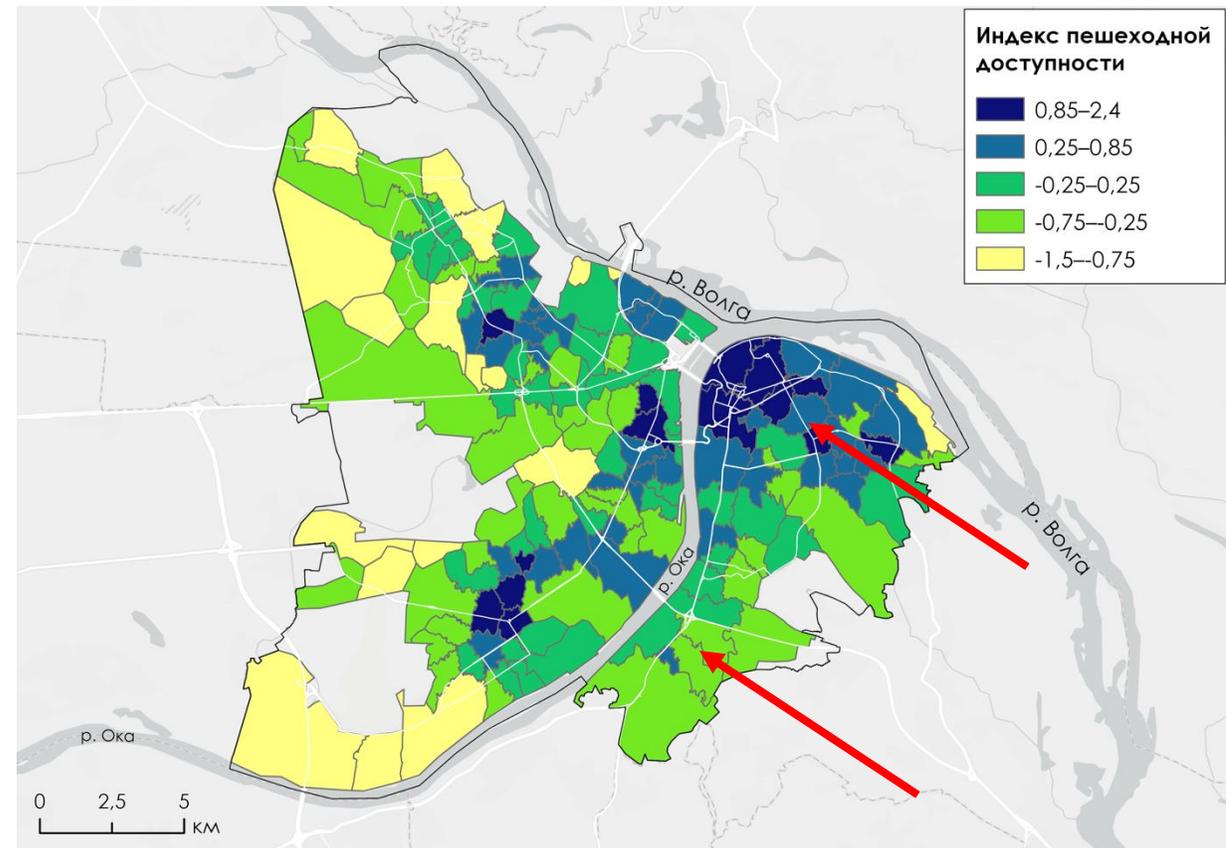
- Адаптация европейских и американских методик изучения пешеходной доступности к постсоциалистическим городам
- Выбор операционной единицы: полигоны Тиссена-Вороного vs стандартизированная сетка
- Геоданные OSM не отражают полную картину дифференциации городского пространства из-за неполноты / неточности данных
- Растр плотности населения: не люди, а застройка
- Контекст сезона: лето vs зима
- Осложнение мобильности, вызванной рельефом и водными объектами
- Низкое разнообразие сферы услуг на городских окраинах — сигнал городским властям и представителям МСБ



Уклон территории Нижнего Новгорода

## Выводы: доступен ли Нижний Новгород?

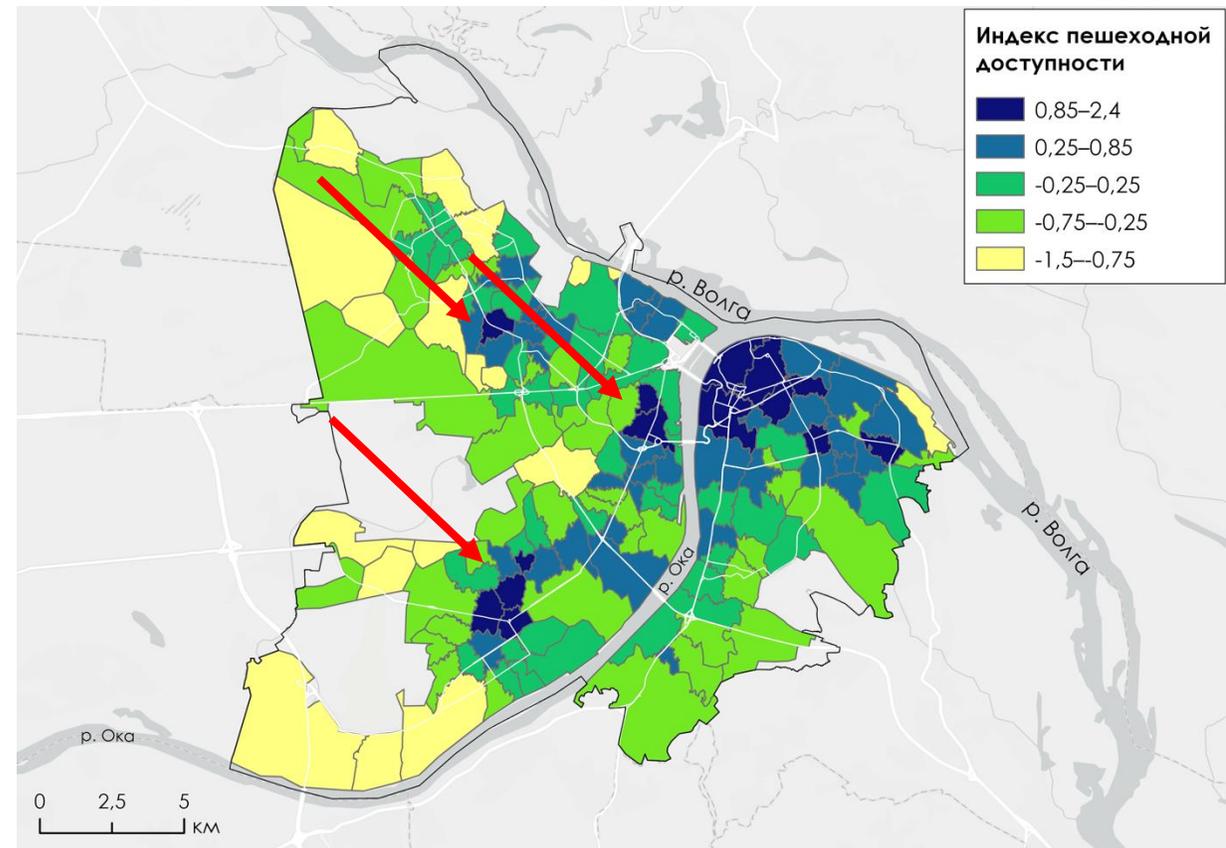
- Нагорная часть — центр-периферийная модель: высоким индексом пешеходной доступности обладают полигоны в центре Нижнего Новгорода, по мере приближения к периферии значение индекса снижается



Индекс пешеходной доступности Нижнего Новгорода по полигонам Тиссена-Вороного

## Выводы: доступен ли Нижний Новгород?

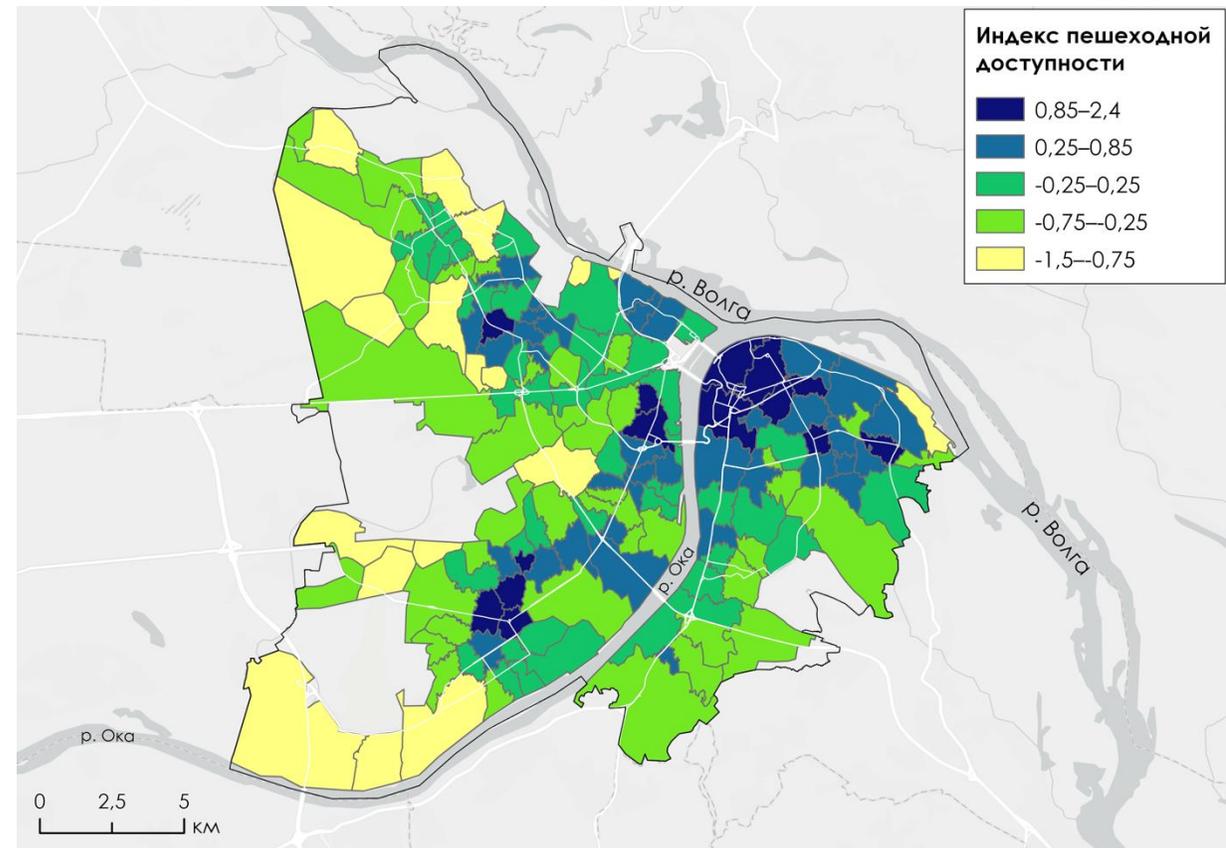
- Нагорная часть — центр-периферийная модель: высоким индексом пешеходной доступности обладают полигоны в центре Нижнего Новгорода, по мере приближения к периферии значение индекса снижается
- Заречная часть — кластеры полигонов высокой пешеходной доступности в ядрах микрорайонов советской застройки. Можно говорить о связке «жилмассив — парк» (например, Соцгород — Автозаводский парк)



Индекс пешеходной доступности Нижнего Новгорода по полигонам Тиссена-Вороного

## Выводы: доступен ли Нижний Новгород?

- Нагорная часть — центр-периферийная модель: высоким индексом пешеходной доступности обладают полигоны в центре Нижнего Новгорода, по мере приближения к периферии значение индекса снижается
- Заречная часть — кластеры полигонов высокой пешеходной доступности в ядрах микрорайонов советской застройки. Можно говорить о связке «жилмассив — парк» (например, Соцгород — Автозаводский парк)
- **Моноцентрический характер правого и полицентрический характер левого берегов в контексте пешеходной доступности в Нижнем Новгороде**



Индекс пешеходной доступности Нижнего Новгорода по полигонам Тиссена-Вороного



## Дополнительные материалы



[Карта](#)



[StoryMaps](#)



Джекобс Д. Смерть и жизнь великих американских городов. — М.: Новое издательство, 2011. — 460 с.

A Data-Driven Framework for Walkability Measurement with Open Data: A Case Study of Triple Cities, New York / C. Deng, X. Dong, H. Wang et al // ISPRS International Journal of Geo-Information. — 2020. — Vol. 9, № 1. — P. 36.

Al Shammass T., Escobar F. Comfort and Time-Based Walkability Index Design: A GIS-Based Proposal // International Journal of Environmental Research and Public Health. — 2019. — Vol. 16, № 16. — P. 2850.

An Objective Index of Walkability for Research and Planning in the Sydney Metropolitan Region of New South Wales, Australia: An Ecological Study / D.J. Mayne, G.G. Morgan, A. Willmore et al. // International Journal of Health Geographics. — 2013. — Vol. 12, № 1. — P. 1–10.

Development of a Novel Walkability Index for London, United Kingdom: Cross-Sectional Application to the Whitehall II Study / J.C. Stockton, O. Duke-Williams, E. Stamatakis et al. // BMC Public Health. — 2016. — Vol. 16. — P. 1–12.

Engelfriet L., Koomen E. The Impact of Urban Form on Commuting in Large Chinese Cities // Transportation. — 2018. — Vol. 45, № 5. — P. 1269–1295.

Habibian M., Hosseinzadeh A. Walkability Index Across Trip Purposes // Sustainable Cities and Society. — 2018. — Vol. 42. — P. 216–225.

Liu X., Long Y. Automated Identification and Characterization of Parcels with OpenStreetMap and Points of Interest // Environmental and Planning B: Planning and Design. — 2016. — Vol. 43, № 2. — P. 341–360.

Mota D.R., Takano M., Taco P.W.G. A Method Using GIS Integrated Voronoi Diagrams for Commuter Rail Station Identification: A Case Study from Brasilia (Brazil) // Procedia — Social and Behavioral Sciences. — 2014. — Vol. 162. — P. 477–486.

Sarmany-Parsons I. Aesthetic Aspects of Change in Urban Space in Prague and Budapest during the Transition // Social Change and Urban Restructuring in Central Europe / G. Eneyedi (ed.). — Budapest: Akadémiai Press, 1998. — P. 209–233.

Shannon C.E., Weaver W. (1949) The Mathematical Theory of Communication. Urbana, IL: The University of Illinois Press.

Shartova N.V., Mironova E.E., Grischenko M.Y. Spatial Disparities of Street Walkability in Moscow in the context of Healthy Urban Environment // Cities. — 2023. — Vol. 141. — P. 104469.

The Development of a Walkability Index: Application to the Neighborhood Quality of Life Study / L.D. Frank, J.F. Sallis, B.E. Saelens et al. // British Journal of Sports Medicine. — 2010. — Vol. 44, № 13. — P. 924–933.

The Spatial Distribution of Population Density in 2020, Russia // WorldPop Hub [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://hub.worldpop.org/geodata/summary?id=39688> (дата обращения 27.09.2023).

Transit Traffic Analysis Zone Delineating Method Based on Thiessen Polygon / S. Wang, L. Sun, J. Rong, Z. Yang // Sustainability. — 2014. — Vol. 6, № 4. — P. 1821–1832.

Volga Federal District // Geofabrik [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://download.geofabrik.de/russia/volga-fed-district.html> (дата обращения 27.09.2023).

Walkability in Urban Landscapes: A Comparative Study of Four Large Cities in China / P. Fan, G. Wan, L. Xu et al. // Landscape Ecology. — 2018. — Vol. 33. — P. 323–340.

World Health Organization. Urban Green Spaces and Health. — World Health Organization. Regional Office for Europe, 2016. — № WHO/EURO: 2016-3352-43111-60341.

