



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

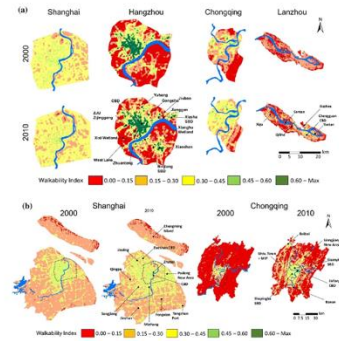
Walkability — пешеходная доступность

- 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

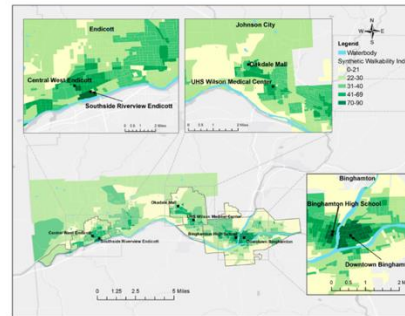


История исследования. Примеры работ

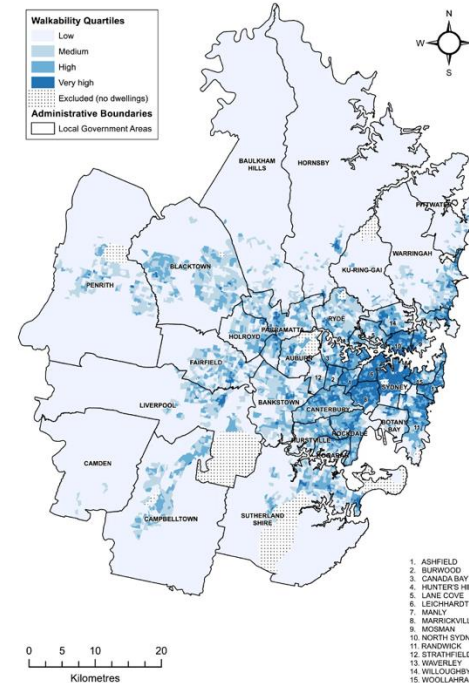
- Первое научное упоминание термина *walkability* — Дж. Джекобс «Смерть и жизнь великих американских городов» [Джекобс, 2011]
- Критика чрезмерного роста автомобилизации в городах США; необходимость приспособления города для пешеходов
- Преимущественно исследования сосредоточены на американских [A Data-Driven..., 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



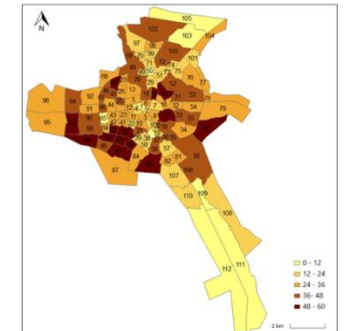
Шанхай, Ханчжоу, Чунцин,
Ланьчжоу, КНР



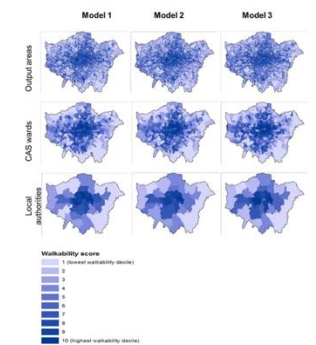
«Район Большого Бингемтона», шт.
Нью-Йорк, США



Столичный регион Сиднея, Австралия



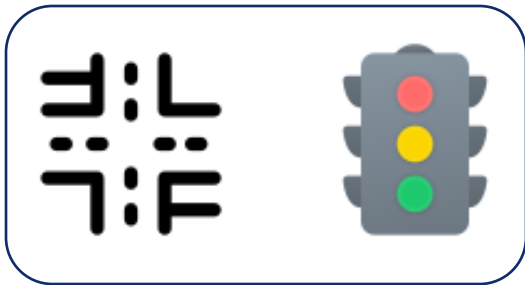
Решт, Иран



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

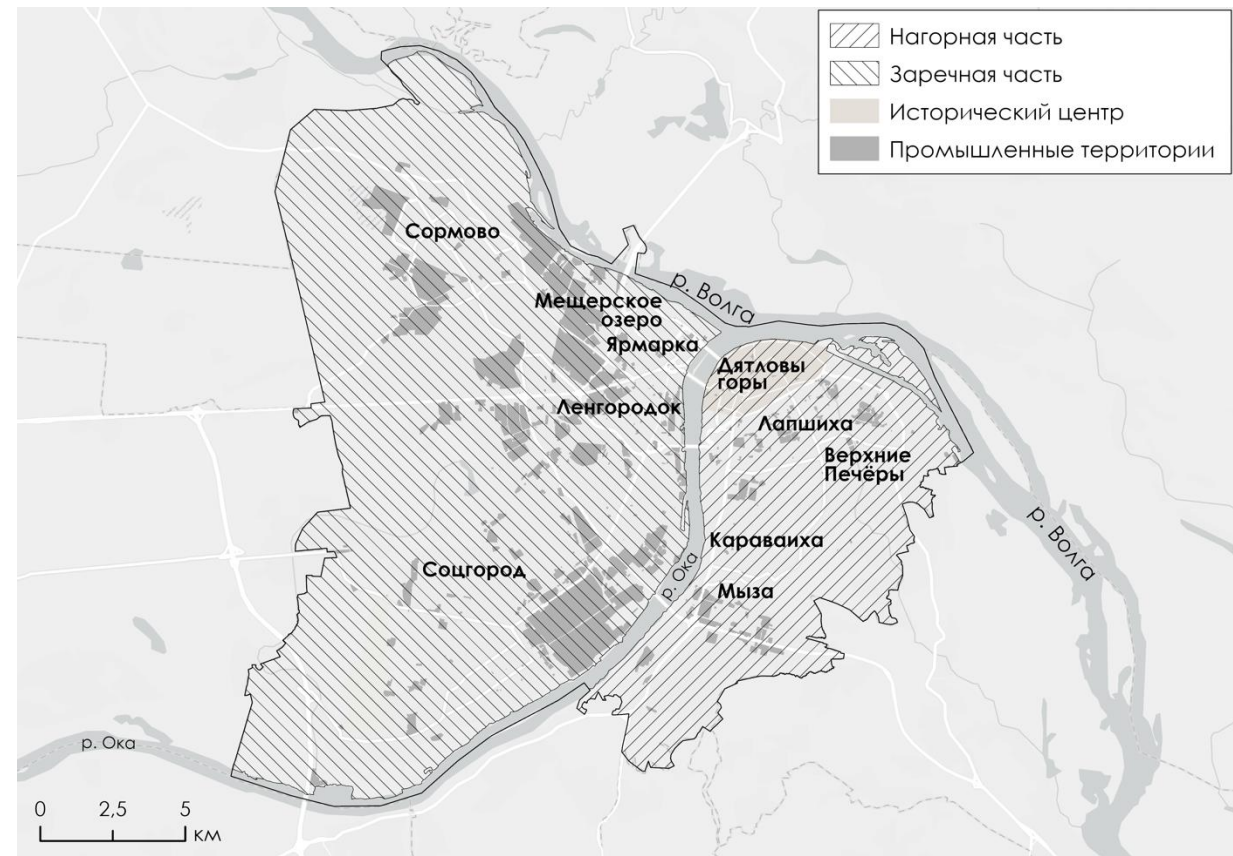
км² — площадь города

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

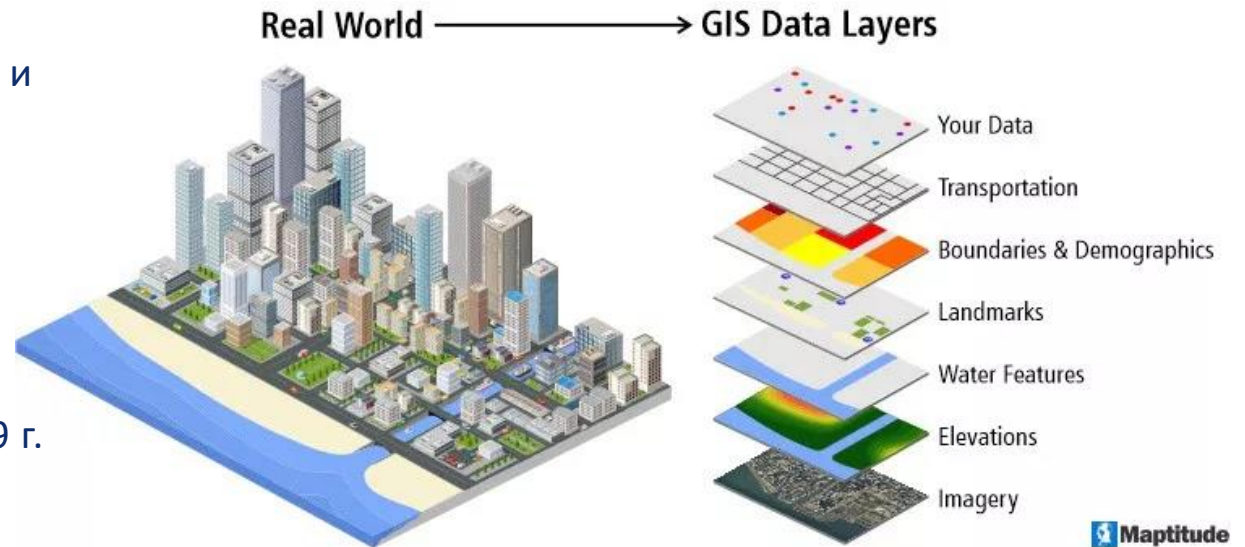
1) OpenStreetMap:

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

2) WorldPop — растр плотности населения

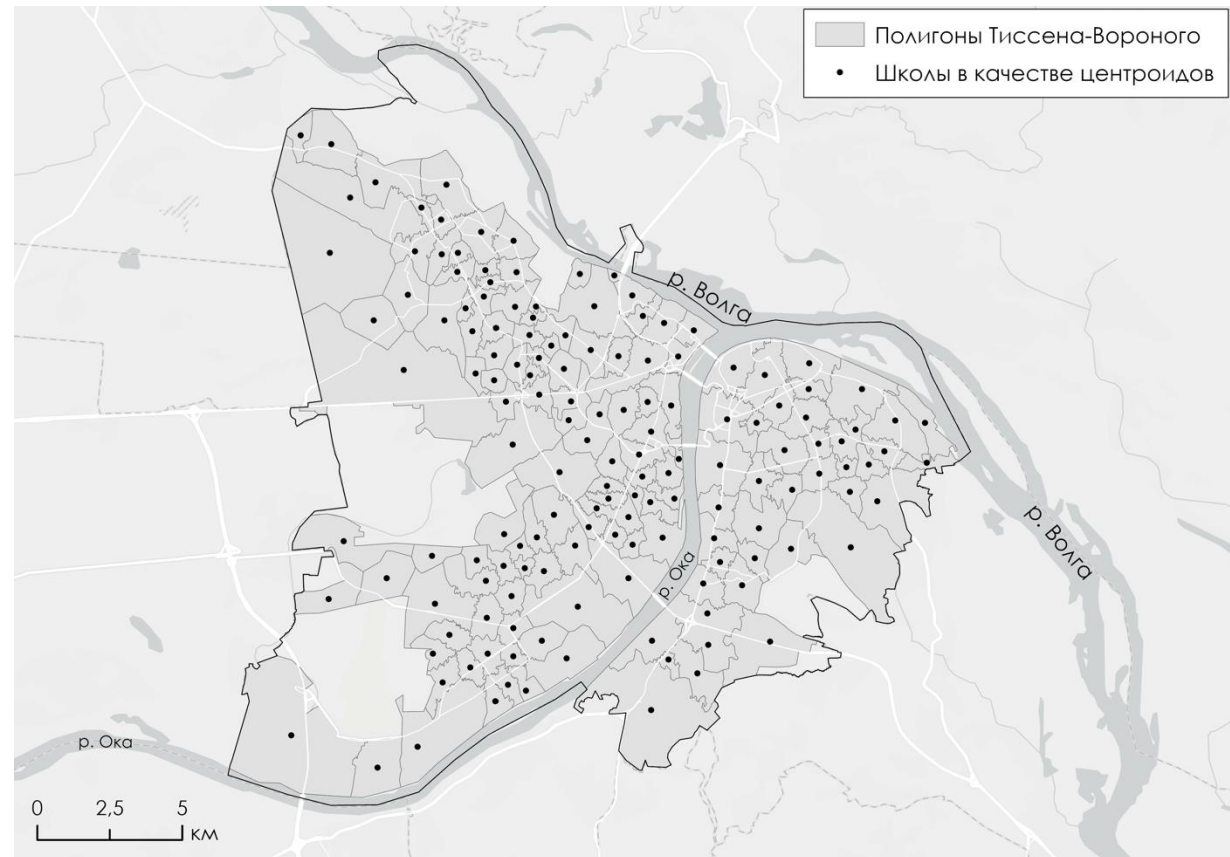
3) Графические материалы:

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



Зонирование города

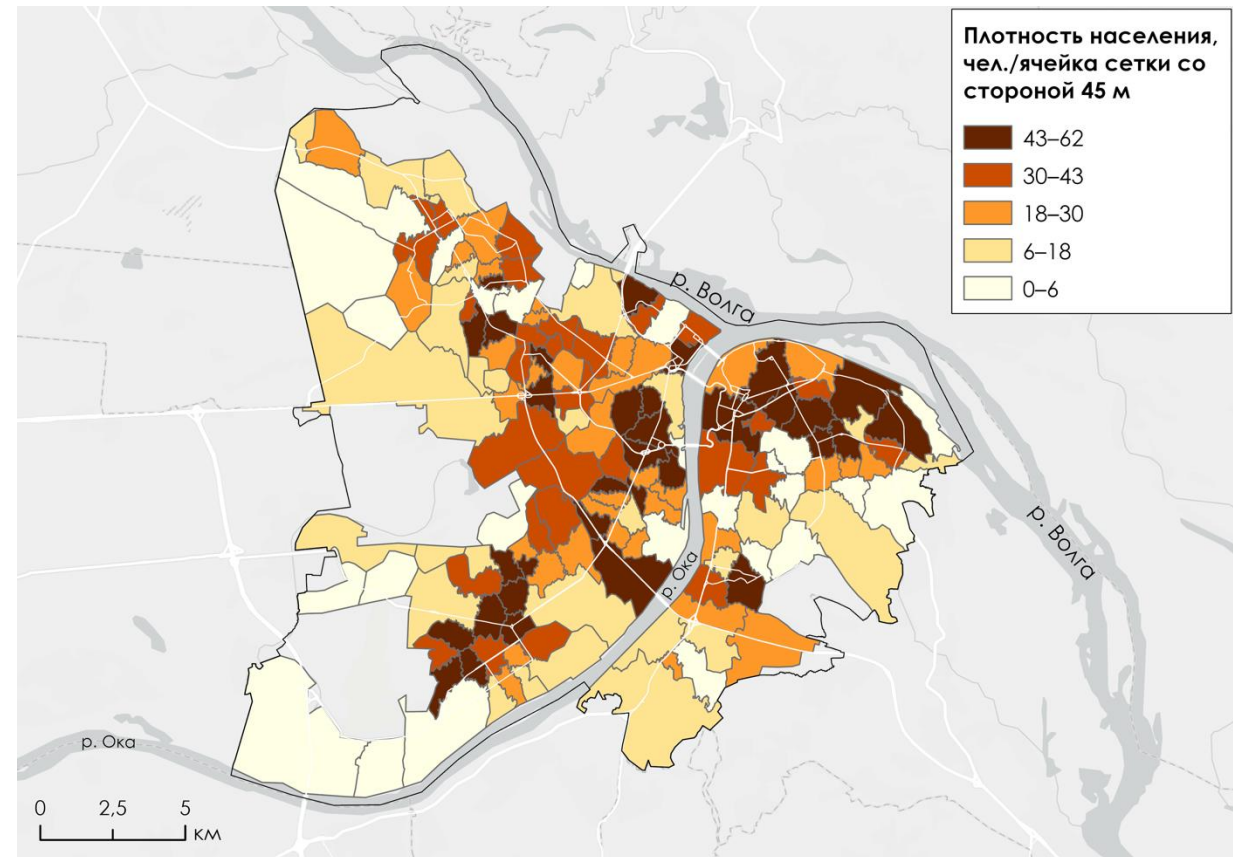
- 158 точек общеобразовательных школ для построения полигонов Тиссена-Вороного
- Причина выбора школ — их равномерное пространственное распространение
- Учёт железных дорог, водных объектов и промышленных зон в качестве барьеров
- Итог — 152 полигона после корректировок границ и укладок полигонов в границы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



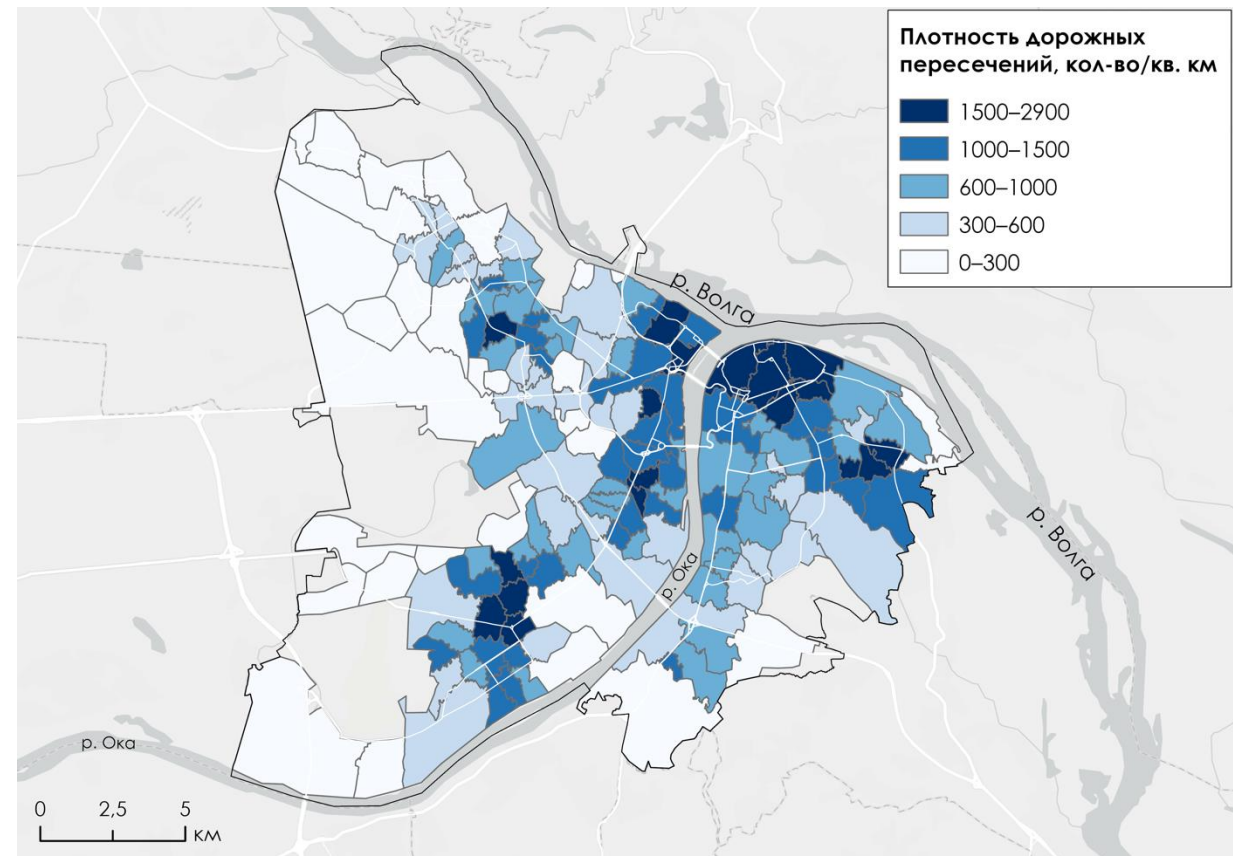
(1) Рождественская улица,
Нагорная часть. Фото А.
Костюка



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

Связность улиц: плотность дорожных пересечений

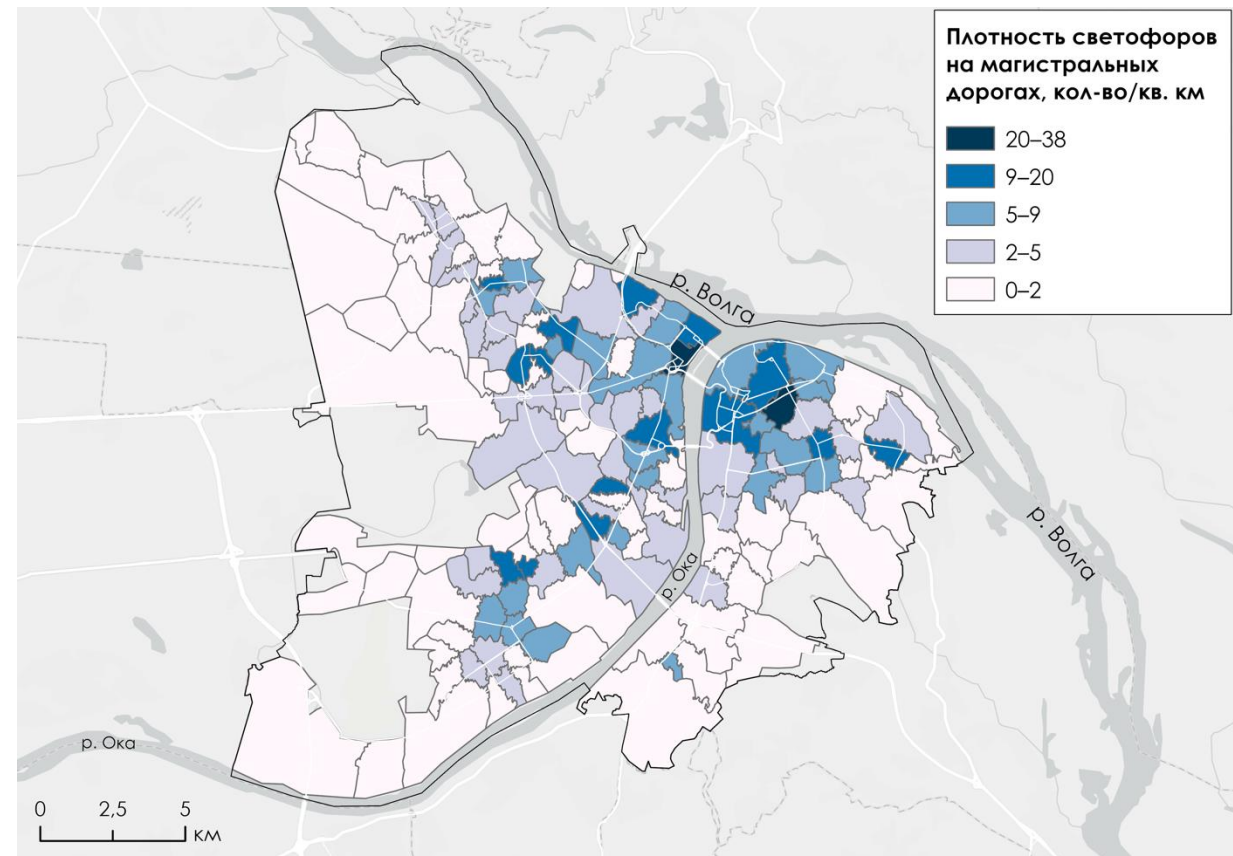
- Наибольшие значения наблюдаются в исторической части и жилых массивах Заречной части
- Малые значения, наоборот, — в периферийных частях города и на территории заводов
- Вдоль Оки на обоих берегах и в Нагорной части в целом высокие значения плотности дорожных пересечений



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.

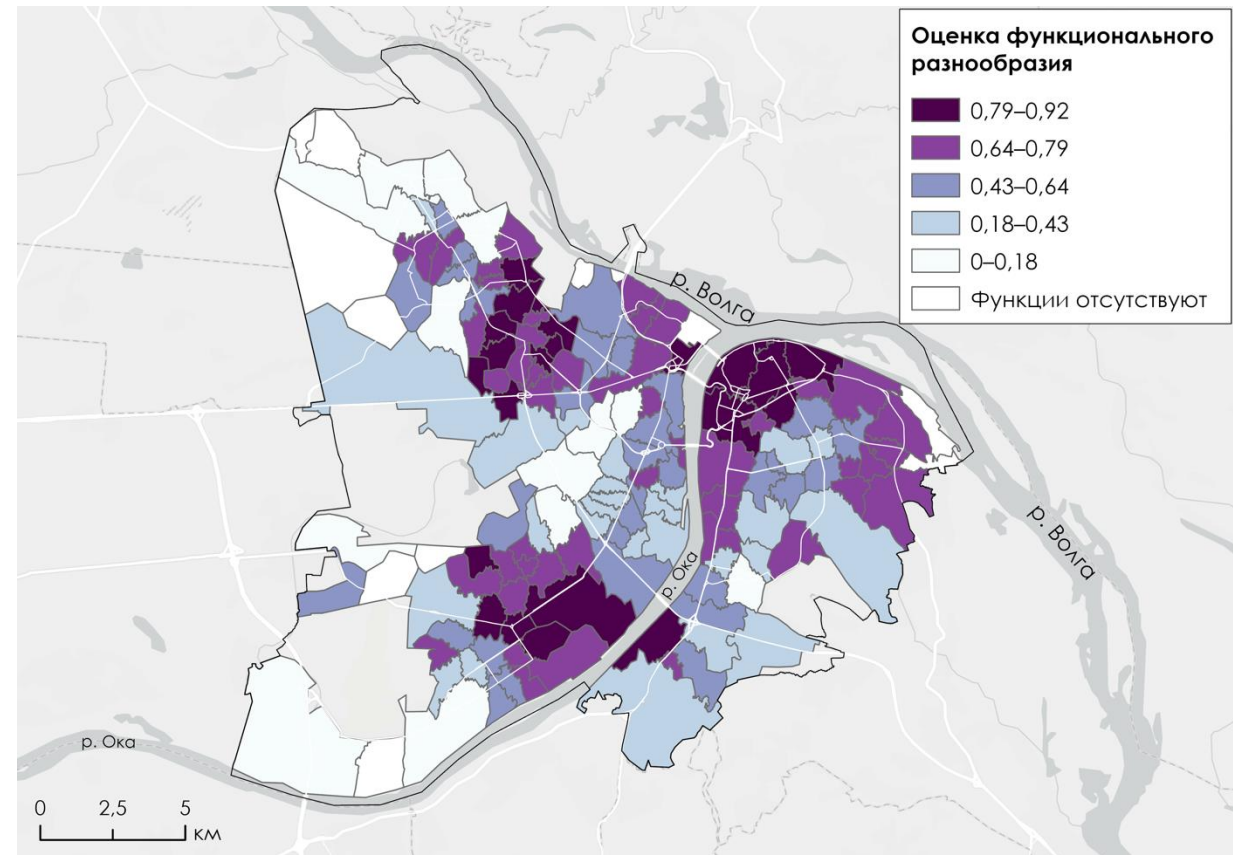
Уравнение расчёта:

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

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

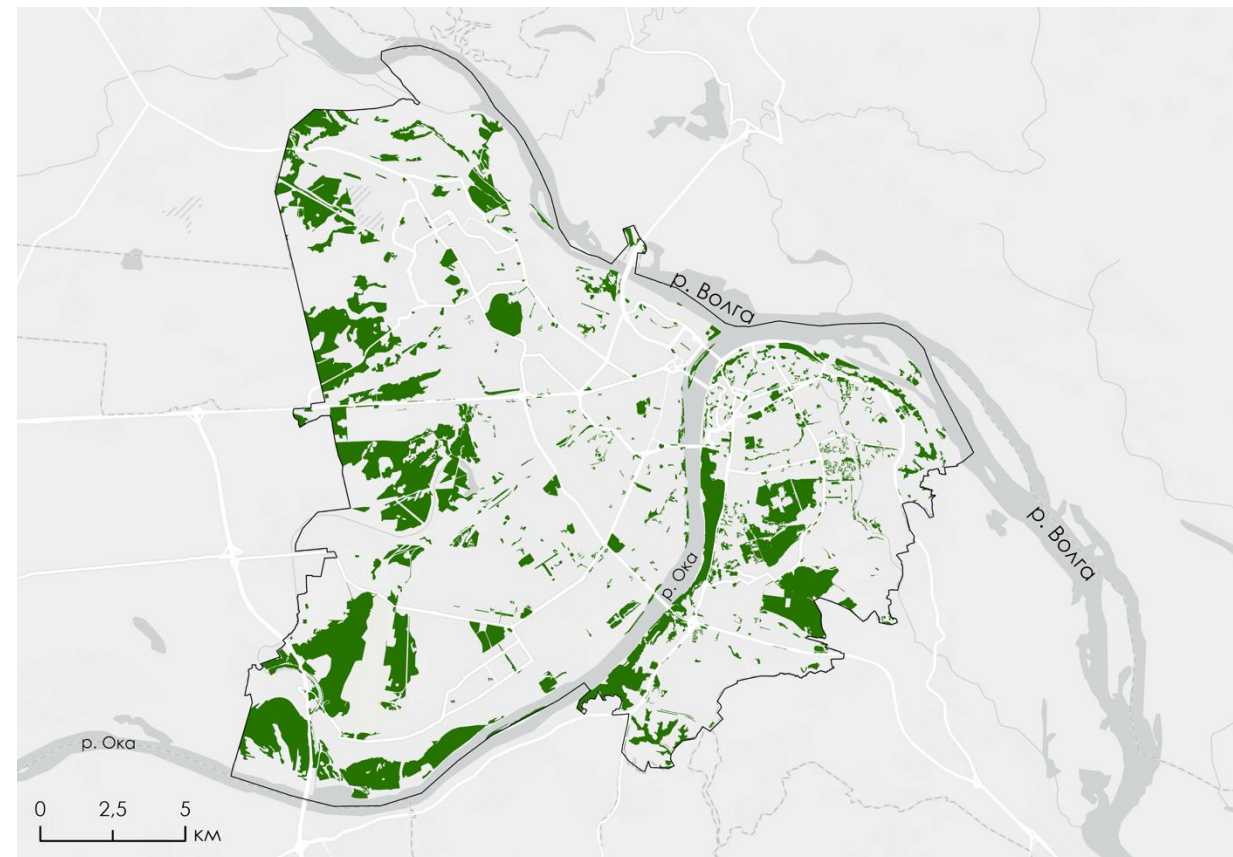
- Учёт плотности объектов разных категорий с буферным радиусом 800 м
- Наиболее функционально разнообразные территории находятся в историческом центре и жилых массивах Заречной части («капитализм первых этажей» [Sarmany-Parsons, 1998])
- Значение индекса снижается в периферийных районах с индивидуальной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



Оценка функционального разнообразия Нижнего Новгорода по полигонам Тиссена-Вороного

Доступность зелёных зон: критерии отбора

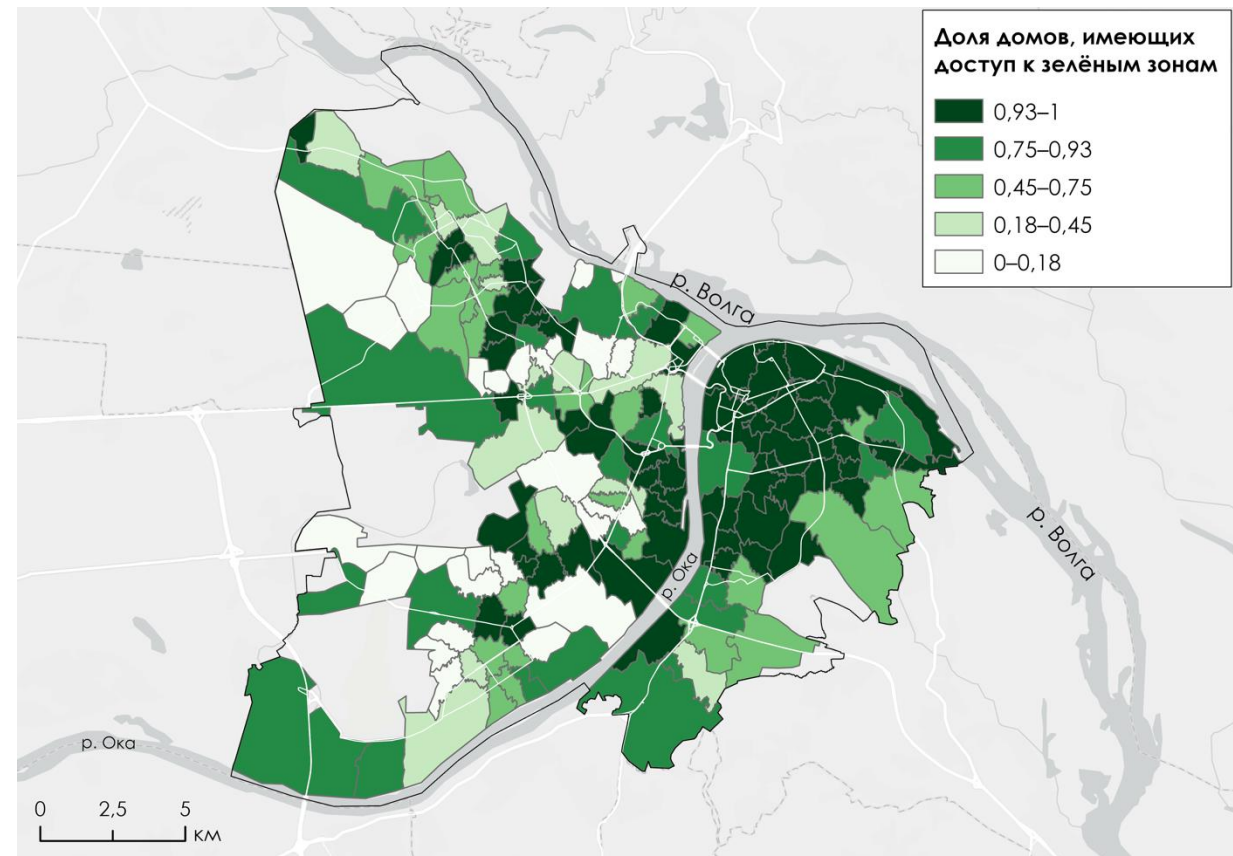
- Пригодная для использования в качестве рекреационной инфраструктуры
- Площадь зелёной территории — не менее 0,5 га по рекомендации ВОЗ [World Health Organization, 2016]
- Построение 400-метровых зон доступности объектов зелёной инфраструктуры
- Результат — доля жилых домов в полигонах, попадающих в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



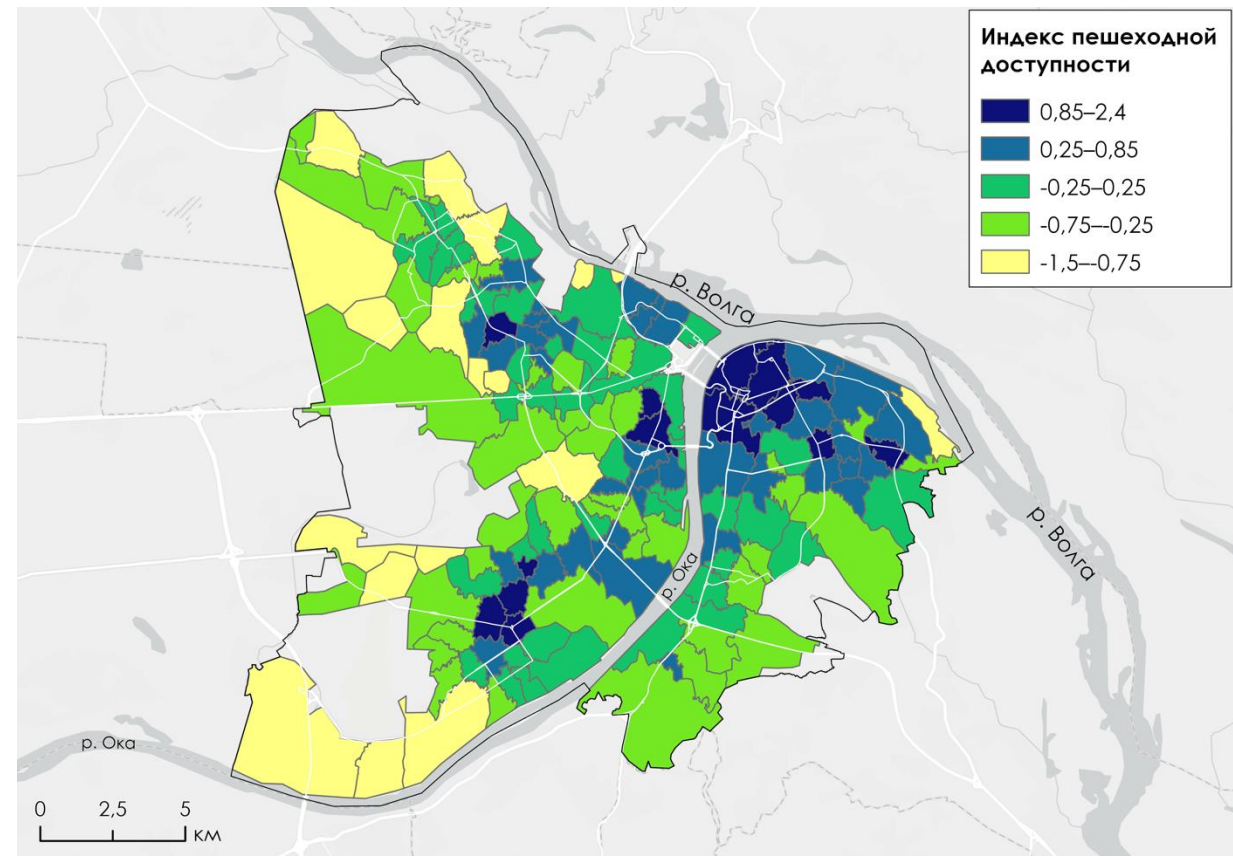
Индекс пешеходной доступности: описательные характеристики

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, σ	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

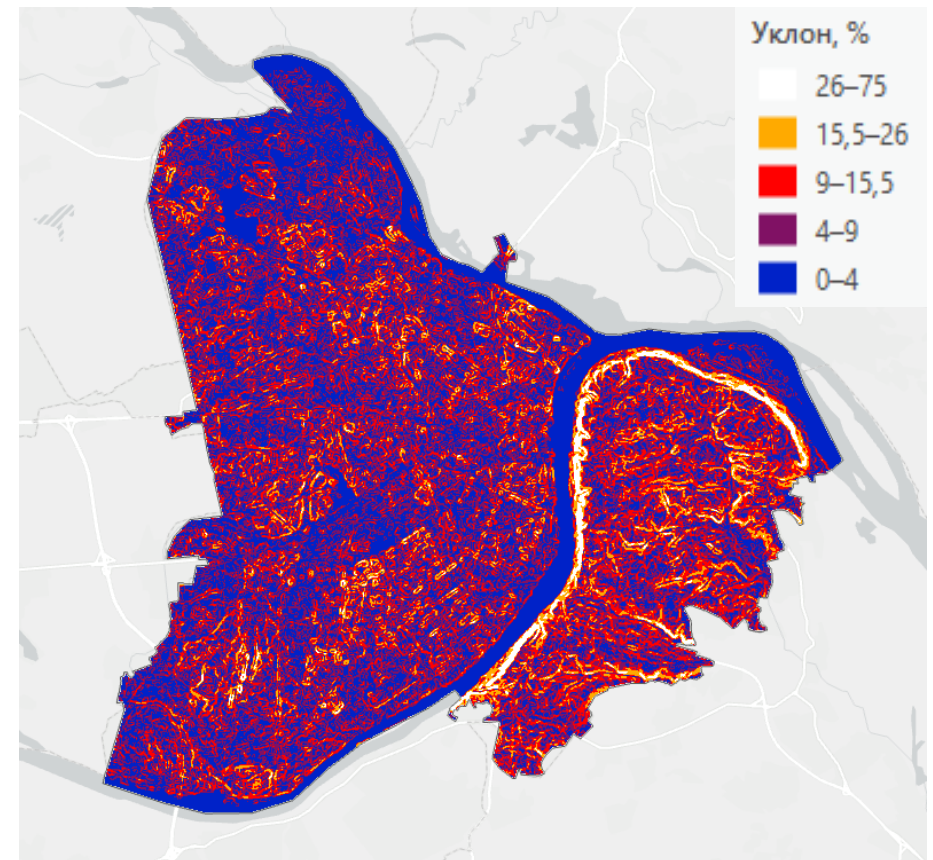
- Не все парки удобны с т. з. доступа к ним (например, парк 800-летия) и использования в контексте здоровья (к примеру, парк им. 1 Мая)
- Сложная мобильность с Нижне-Волжской набережной на Дятловы горы
- Низкая связность двух частей города пешком из-за длинных мостов и агрессивной среды;
- Гетерогенность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



Зеленский съезд. Фото А. Костюка

Ограничения и проблемы

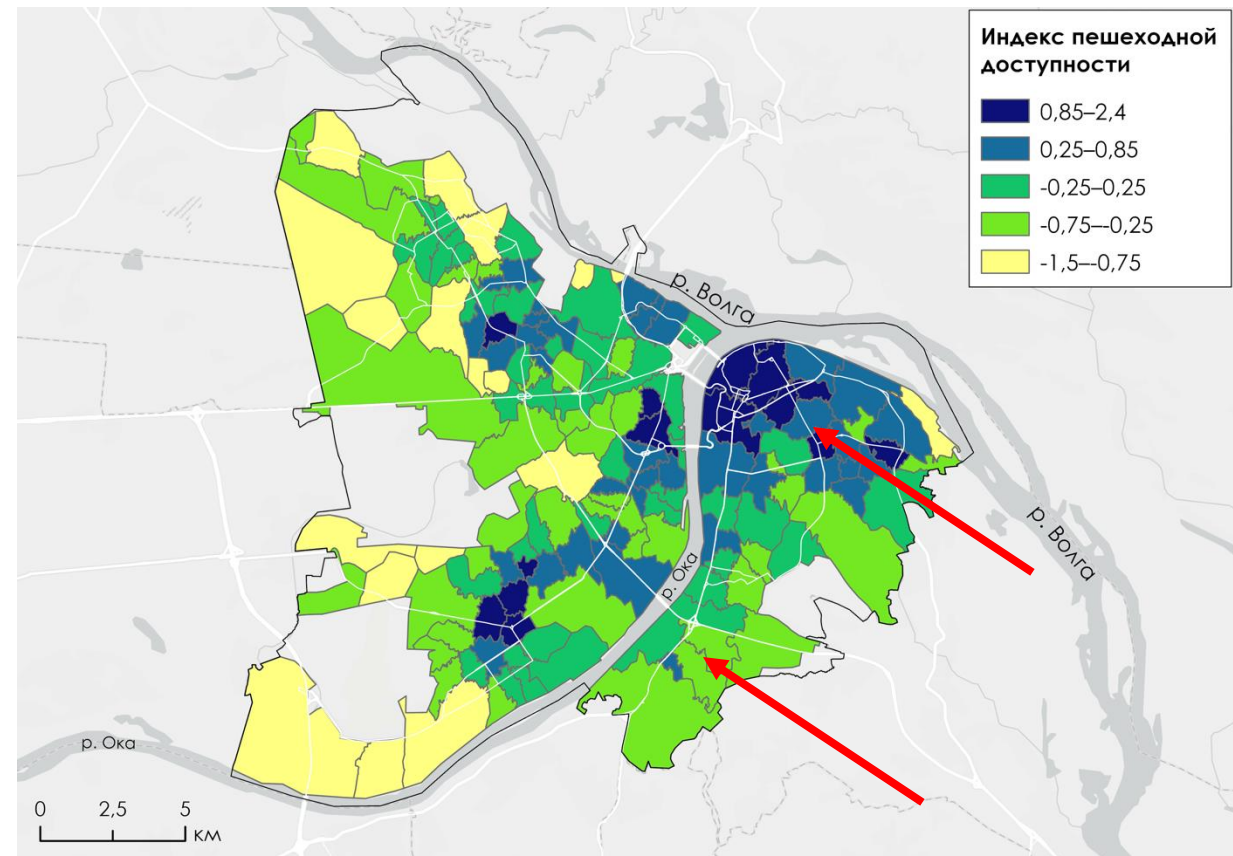
- Адаптация европейских и американских методик изучения пешеходной доступности к постсоциалистическим городам
- Выбор операционной единицы: полигоны Тиссена-Вороного vs стандартизированная сетка
- Геоданные OSM не отражают полную картину дифференциации городского пространства из-за неполноты / неточности 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?

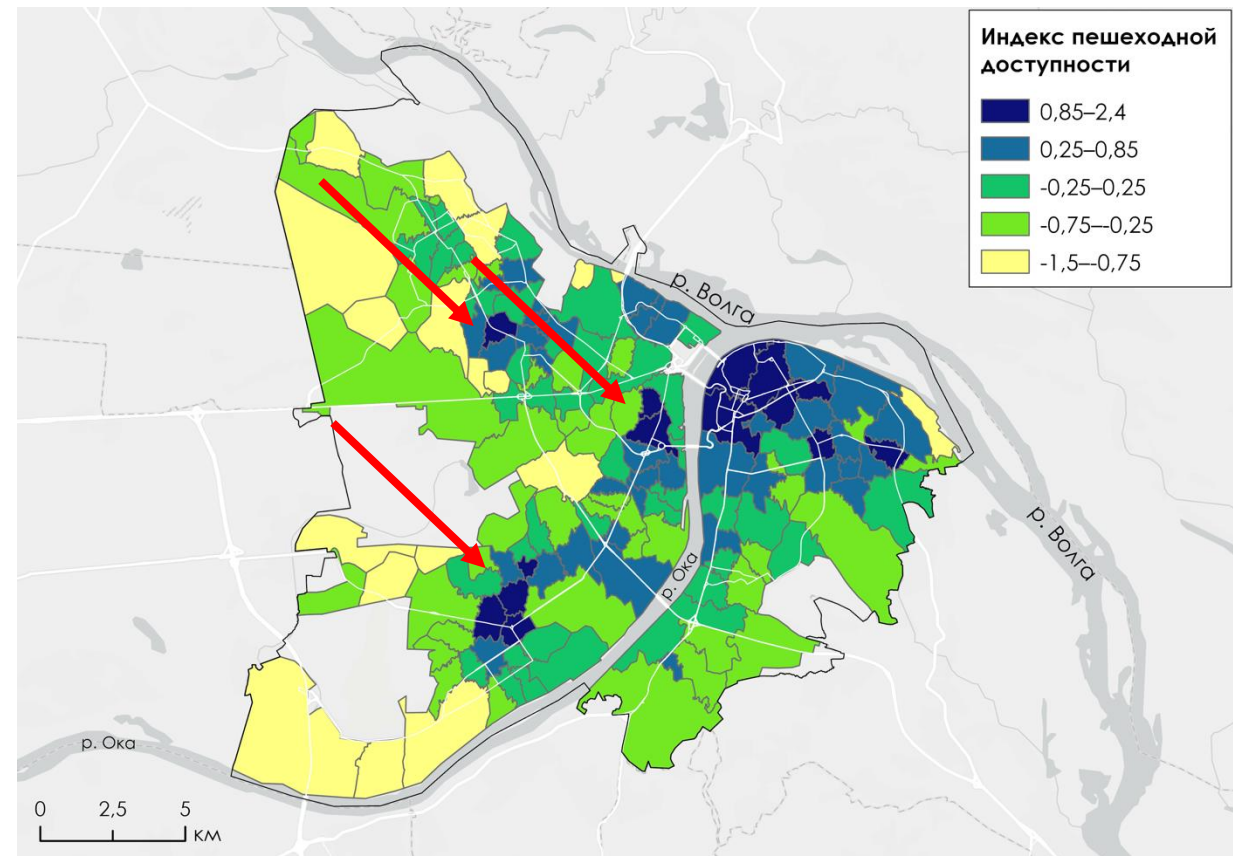
- Нагорная часть — центр-периферийная модель: высоким индексом пешеходной доступности обладают полигоны в центре Нижнего Новгорода, по мере приближения к периферии значение индекса снижается



Индекс пешеходной доступности Нижнего Новгорода по полигонам Тиссена-Вороного

Выводы: доступен ли Нижний Новгород?

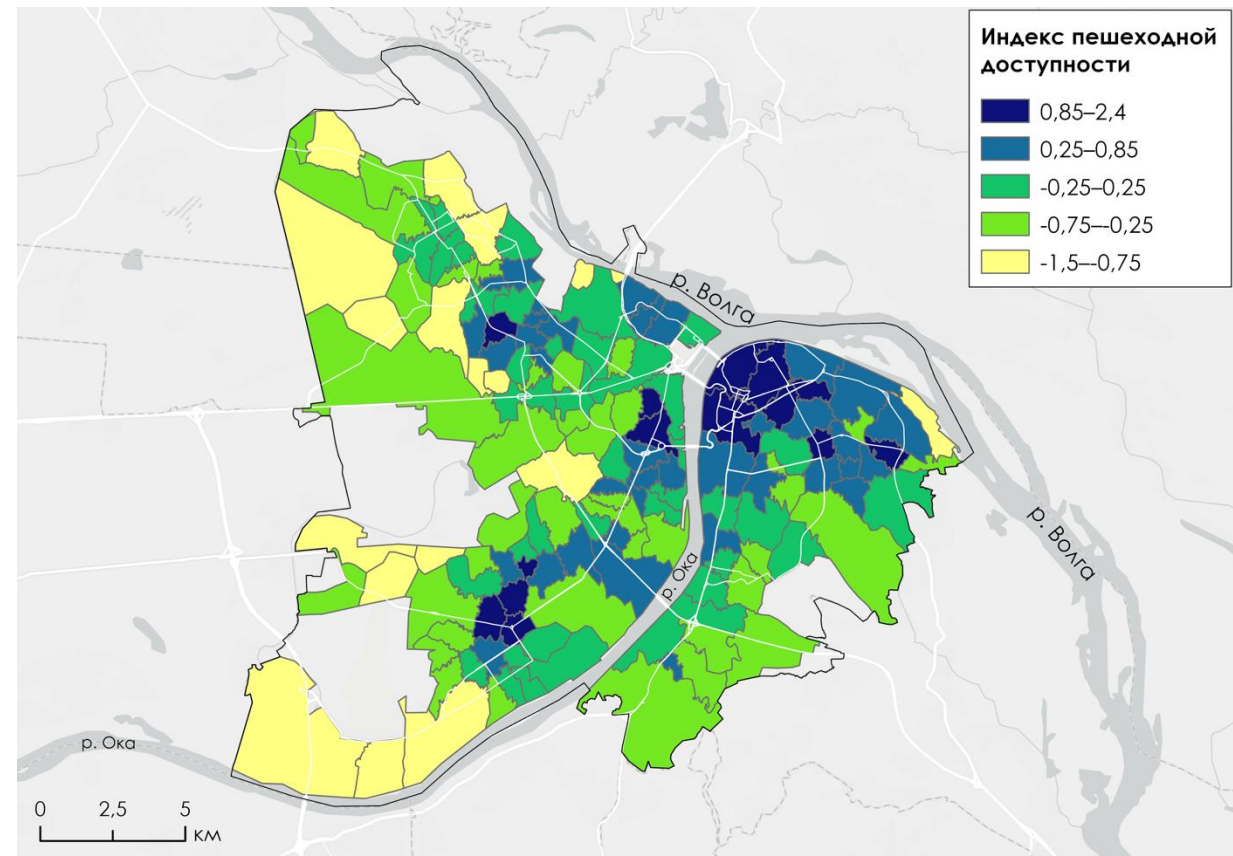
- Нагорная часть — центр-периферийная модель: высоким индексом пешеходной доступности обладают полигоны в центре Нижнего Новгорода, по мере приближения к периферии значение индекса снижается
- Заречная часть — кластеры полигонов высокой пешеходной доступности в ядрах микрорайонов советской застройки. 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.

