

НУГ “ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ГОРОДСКИХ ПРОЦЕССОВ”



# Сеточные данные по численности/плотности населения

Семинар, 19 марта 2024 г.

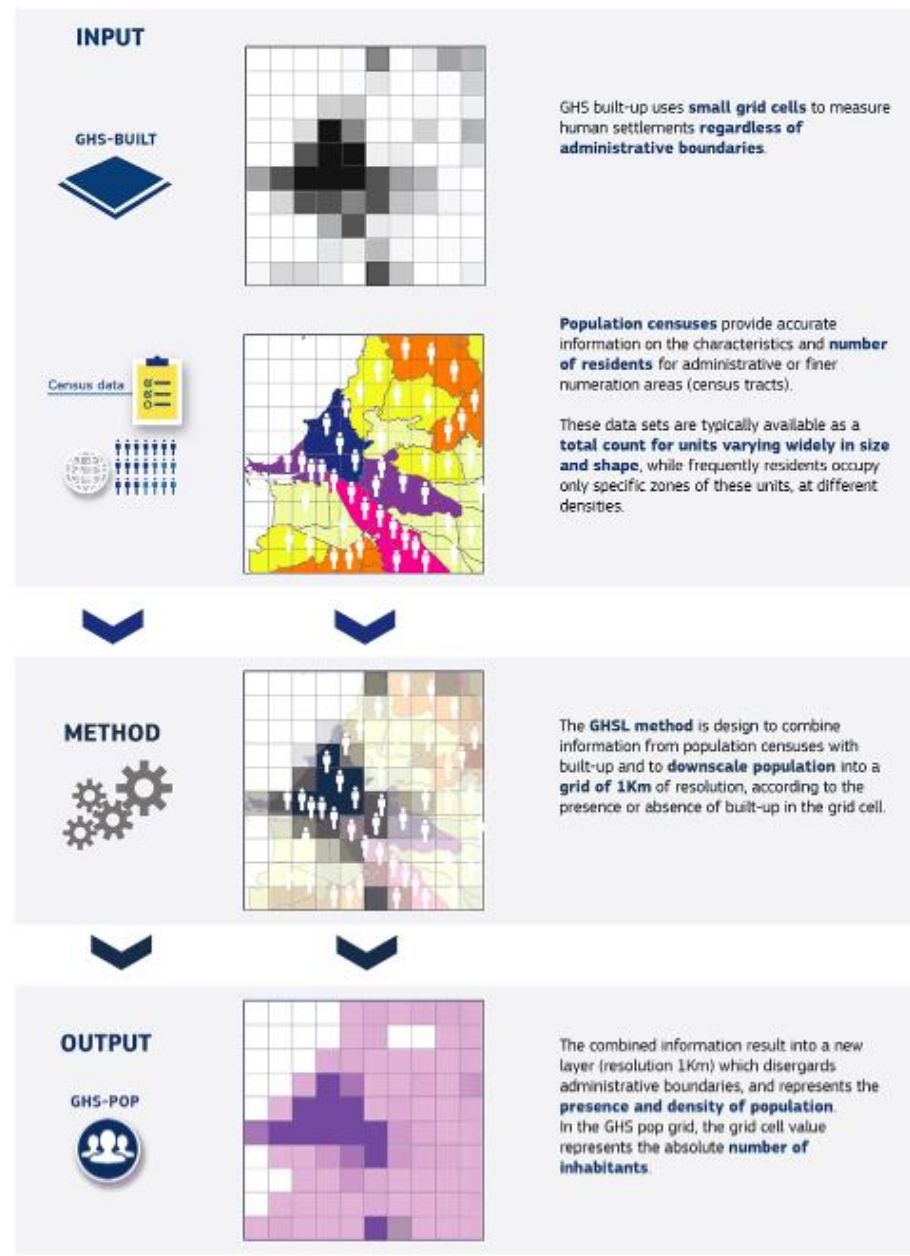


# Глобальные продукты сеточных данных о численности/плотности населения

- Существует порядка десятка открытых глобальных продуктов по плотности населения (см. обзор: Leyk, S. et al. (2019). The spatial allocation of population: a review of large-scale gridded population data products and their fitness for use. *Earth System Science Data*, 11(3), 1385-1409).
- В основе - данные переписей населения, которые дезагрегируются на сетку разного разрешения
- GHS-POP (European Commission Joint Research Center)
- WorldPop (based at the University of Southampton, UK)
- Оба датасета даны в 100 м разрешении и используют для дезагрегации дополнительные переменные (ancillary data), которые отражают *вероятность* проживания человека в данном месте (т.н. дазиметрический подход)

# GHS-POP - R2023A

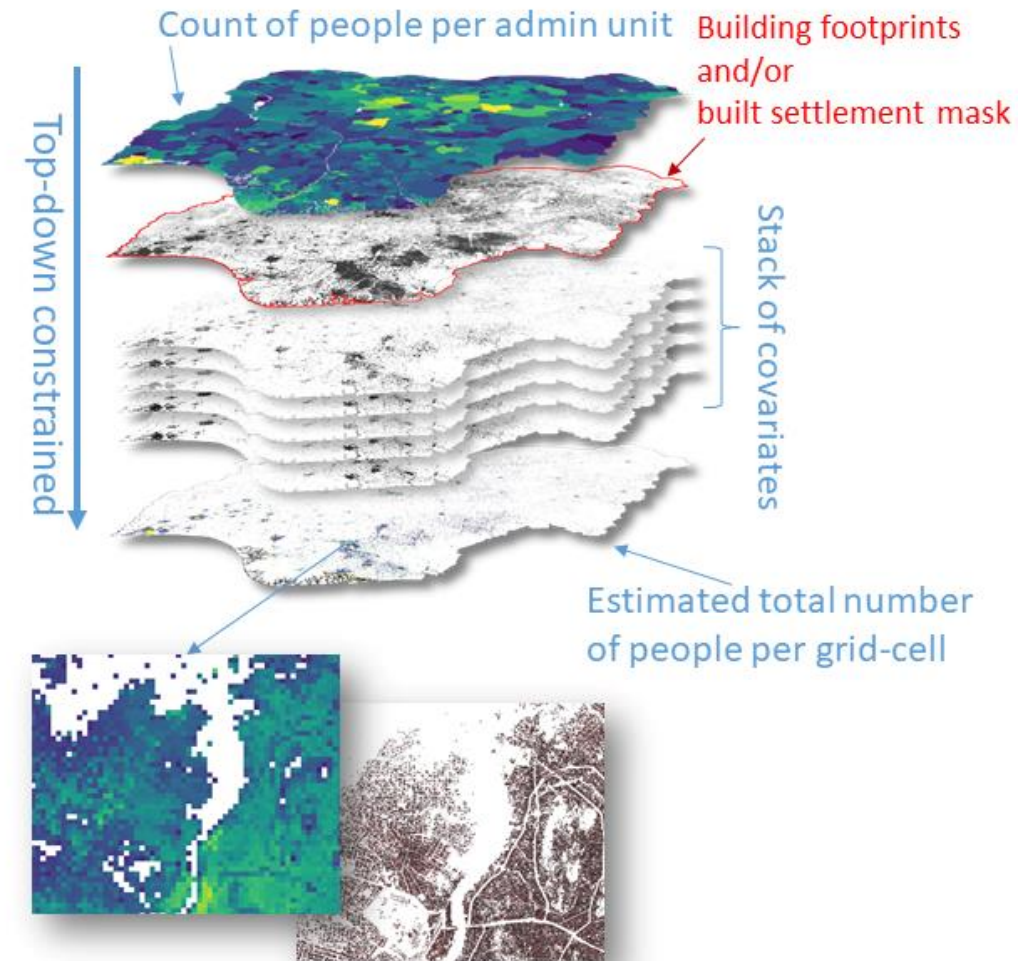
- В последней версии GHS-POP для дезагрегации используется одна переменная - built-up volume (GHS-BUILT-V)
- $\text{built-up volume} = \text{surface} * \text{height (residential)}$ ; оригинальная классификация в 10-м разрешении по снимкам Sentinel
- валидация с использованием “эталонных” данных только по странам ЕС
- три варианта ошибок: классификация застроенных территорий, высоты зданий и жилая/нежилая застройка
- Input population data для России:
  - геометрия: <https://gis-lab.info/qa/osm-adm.html> (2532 units, 2013)
  - перепись населения (2010)



# WorldPop



- около 20 дополнительных переменных (расстояние до дорог, водных объектов, высота, ночное излучение и пр., <https://hub.worldpop.org/project/categories?id=14>)
- слой с застройкой как маска (`Built-Settlement Growth Model (BSGM)`)
- алгоритм классификации: RF (есть R scripts (Bondarenko et al., 2020))
- валидация?
- Input population data для России:
  - геометрия: 2532 units, 2013?
  - перепись населения (2010)



Source:

[https://www.worldpop.org/methods/top\\_down\\_constrained\\_vs\\_unconstrained/](https://www.worldpop.org/methods/top_down_constrained_vs_unconstrained/)

# Привязка данных переписи 2020 к границам 2021 по городским округам и муниципальным районам

## Итоги ВПН-2020. Том 1 Численность и размещение населения



Таблица 5. Численность населения России, федеральных округов, субъектов Российской Федерации, городских округов, муниципальных районов, муниципальных округов, городских и сельских поселений, городских населенных пунктов, сельских населенных пунктов с населением 3000 человек и более  
1.58 Мб, 31.12.2022

### Структура административно – территориального деления

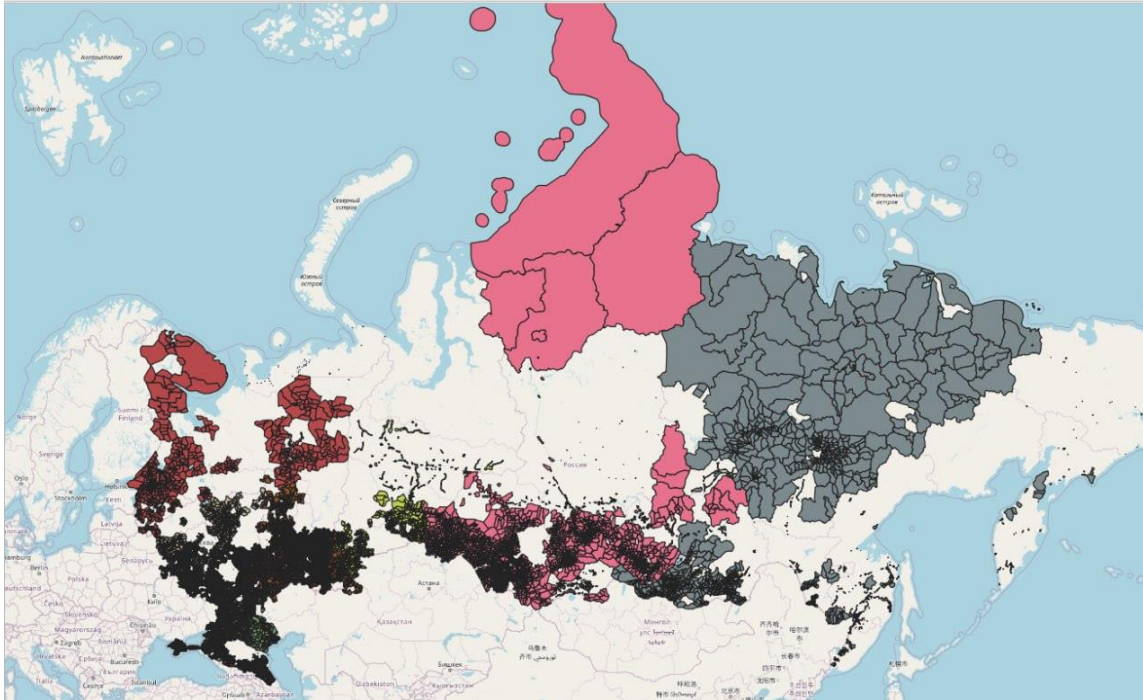


### 5. ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ, ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ, СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ГОРОДСКИХ ОКРУГОВ, МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНОВ, МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОКРУГОВ, ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ, ГОРОДСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ, СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ С НАСЕЛЕНИЕМ 3000 ЧЕЛОВЕК И БОЛЕЕ

1		
2		
3		Мужчины и женщины
4		
5	<b>Российская Федерация</b>	<b>147 182 123</b>
6	Городское население	110 075 322
7	Сельское население	37 106 801
8	<b>Центральный федеральный округ</b>	<b>40 334 532</b>
9	Городское население	33 118 003
10	Сельское население	7 216 529
11	<b>Белгородская область</b>	<b>1 540 486</b>
12	Городское население	1 005 116
13	Сельское население	535 370
14	Городской округ город Белгород - городское население - г. Белгород	339 978
15	внутригородские округа	
16	Восточный округ	130 246
17	Западный округ	209 732
18	Алексеевский городской округ	59 360
19	Городское население - г. Алексеевка	36 578
20	Сельское население	22 782
21	Валуйский городской округ	65 953
22	Городское население	39 602
23	г. Валуйки	33 032
24	пгт Уразово	6 570
25	Сельское население	26 351



# Привязка данных переписи 2020 к границам 2021 по городским округам и муниципальным районам



покрытие данными из OSM



покрытие данными с геопортала ФГГТ

Варианты решений:

1. Не использовать данные переписи на низких уровнях (городские и сельские поселения), оставить самым низким муниципальные районы и городские округа

Задача: порезать данные переписи

1. Не брать регионы / федеральные округа, где нет данных по низким уровням

# Привязка данных переписи 2020 к границам 2021 по городским округам и муниципальным районам

Проблема: в данных переписи нет ОКТМО, значит сразу удобно привязать не получится

Поэтому если названия в таблицах не совпадают, будет нужна таблица муниципальных образований с ОКТМО (вероятно с Росстата), где названия соответствуют названиям в переписи

таблица  
переписи с  
названиями



таблица с  
названиями как  
в переписи и  
ОКТМО



таблица  
атрибутов  
шейп-файла с  
границами с  
ОКТМО



# Альтернативные данные о населении: Реформа ЖКХ

Петр Гонюхов, 19.03.24





# Данные

Данные Фонда Развития Территорий (ранее - Реформа ЖКХ) о многоквартирных домах включают в себя информацию о:

- адресе,
  - количестве квартир,
  - площади жилых помещений,
  - где постройки,
- ... и других характеристиках жилых зданий.

## Реестр домов по Саратовской области

Представлена информация о домах Саратовской области, которая раскрывается в рамках постановления Правительства РФ от 23 сентября 2010 года № 731. Выгрузка содержит по каждому дому адрес в соответствии с ФИАС, технические характеристики, идентификатор обслуживающей организации (если на дату формирования выгрузки дом находится в управлении).

- ПАСПОРТ НАБОРА
- СТРУКТУРА НАБОРА
- ЭКСПОРТ

Актуальная версия: 01.03.2024

### Структура набора

built_year	Год постройки
exploitation_start_year	Год ввода в эксплуатацию
project_type	Серия, тип постройки здания
house_type	Тип дома
is_alarm	Факт признания дома аварийным
method_of_forming_overhaul_fund	Способ формирования фонда капитального ремонта
floor_count_max	Наибольшее количество этажей, ед.
floor_count_min	Наименьшее количество этажей, ед.
entrance_count	Количество подъездов, ед.
elevators_count	Количество лифтов, ед.
energy_efficiency	Класс энергетической эффективности
quarters_count	Количество помещений, всего, ед.
living_quarters_count	Количество жилых помещений, ед.
unliving_quarters_count	Количество нежилых помещений, ед.
area_total	Общая площадь дома, всего, кв.м
area_residential	Общая площадь жилых помещений, кв.м
area_non_residential	Общая площадь нежилых помещений, кв.м

### Структура набора


other_beautification	Элементы благоустройства (другое)
foundation_type	Тип фундамента
floor_type	Тип перекрытий
wall_material	Материал несущих стен
basement_area	Площадь подвала по полу, кв.м
chute_type	Тип мусоропровода
chute_count	Количество мусоропроводов, ед.
electrical_type	Тип системы электроснабжения
electrical_entries_count	Количество вводов в МКД, ед.
heating_type	Тип системы теплоснабжения
hot_water_type	Тип системы горячего водоснабжения
cold_water_type	Тип системы холодного водоснабжения
sewerage_type	Тип системы водоотведения
sewerage_cesspools_volume	Объем выгребных ям, куб.м
gas_type	Тип системы газоснабжения
ventilation_type	Тип системы вентиляции
firefighting_type	Тип системы пожаротушения
drainage_type	Тип системы водостоков

# Геокодирование

Вариант с наименьшим количеством ошибок: геокодирование с помощью инструмента “Геокодировать адреса” в ArcGIS Pro, но нужен доступ к сетевым ресурсам и токенам.

Самый оптимальный вариант: геокодирование с помощью плагина для Google Таблиц “Geocode by Awesome Table”, работает на API Google Maps, позволяет геокодировать до 1000 адресов в сутки (можно обходить лимит с помощью создания новых аккаунтов Google), но в данном геокодере большой процент ошибок (в некоторых городах - до 20%).

Видео с объяснением работы




### Geocode by Aweso...

Geocode is a tool that helps you get latitudes & longitudes from addresses in a Google Sheet to display them on a map you can share.

Разработчик: [Talarian](#)  
Данные обновлены: 10 января 2023 г.

Удалить

---

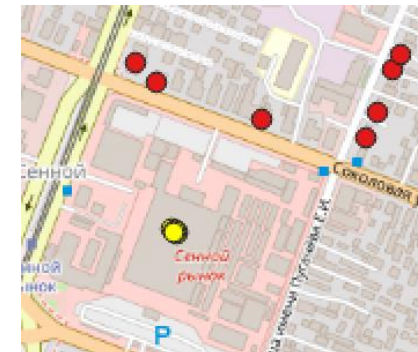
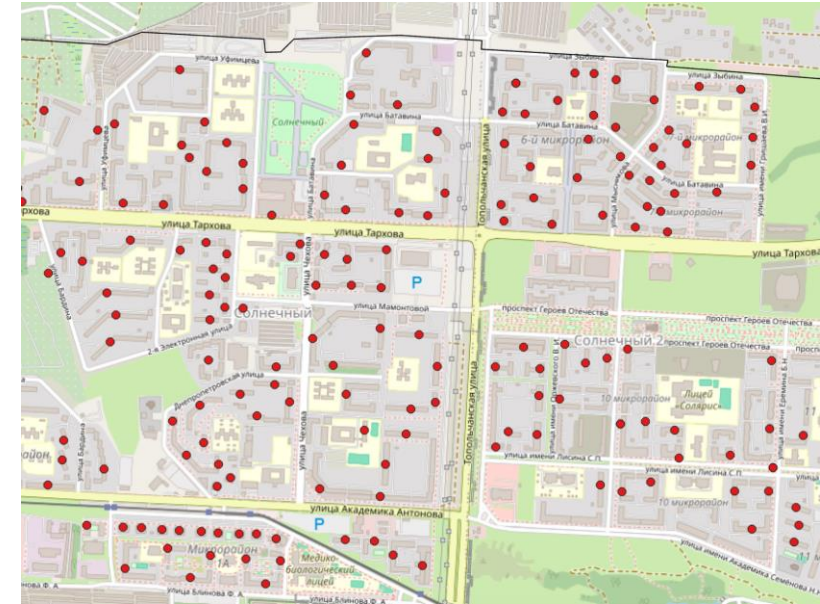
Совместимо с: 
★★★★☆ 420 🗨️ 📄 1 млн+

address	Latitude	Longitude
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 3	51.5974733	45.9543994
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 3а	51.5965137	45.9559563
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 4	51.5974733	45.9543994
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 5	51.5974733	45.9543994
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 7	51.5974733	45.9543994
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 8	51.5974733	45.9543994
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 9	51.5965137	45.9559563
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 11	51.5974733	45.9543994
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 13	51.5974733	45.9543994
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 14	51.5965137	45.9559563
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 14А	51.5965137	45.9559563
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 15	51.5974733	45.9543994
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 16	51.5974733	45.9543994
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 17	51.5974733	45.9543994
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 17а	51.5965137	45.9559563
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 18	51.5974733	45.9543994
обл. Саратовская, г. Саратов, ул. Прокатная 2-я, д. 19	51.5965137	45.9559563

# Преобразование данных

Результат работы геокодера: csv-таблица, с помощью инструмента “Создать точечный слой из таблицы” в QGIS ее можно преобразовать в пространственный слой.

Далее необходима ручная проверка точности привязки данных: наиболее распространенная ошибка - здания с одной улицы привязываются к одной точке.



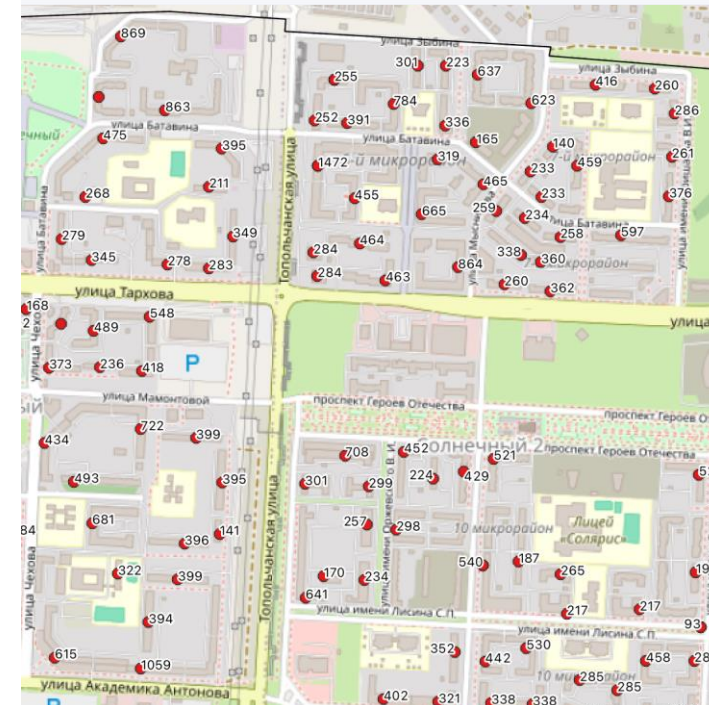
# Переход к населению

У каждого дома есть информация о жилой площади (атрибут - `area_residential`), ее можно преобразовать в население, разделив на среднюю обеспеченность жилой площадью на человека (обычно - около 30 м<sup>2</sup>/чел).

Информация о средней обеспеченности: обычно предоставляется муниципалитетами в нормативах местного градостроительства, либо есть общие данные от Росстата по регионам ([ссылка](#)).

Данные всегда можно дополнить вручную - в Яндекс.Картах есть информация о жилых квартирах, либо можно рассчитать жилую площадь исходя из общей площади дома и его этажности.

Наименование	Фактические отчетные показатели, м2/чел.	Показатели на расчетные периоды, м2/чел.	
		01.01.2019	2025 год
Расчетная минимальная обеспеченность общей площадью жилых помещений в многоквартирной застройке	27,5	32,0	38,7



# ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРОДСКИХ СИСТЕМ

Морфотипы: обзор исследований





# СТАТЬИ

Кто: общественные географы и городские климатологи

Что интересного:

1. *«Morphology from imagery: detecting and measuring the density of urban land use»*, 1995

- Исследуют возможность использования ДЗЗ для определения землепользования на основе фрактальной теории;
- Показывают, что фрактальное измерение коррелирует с плотностью освоения земли/типом землепользования;
- Hard-математика;
- Сложность для сплошной автоматизации по территории всей страны.

2. *«Urban Building Density Estimation From High-Resolution Imagery Using Multiple Features and Support Vector Regression»*, 2017

- По данным ДЗЗ детектируют спектральные характеристики и ищут плотность застройки;
- Сложный математический аппарат.

# СТАТЬИ

Что интересного:

- 3. Для работы с климатическими моделями. *«Urban morphology detection and computation for urban climate research»*, 2017
- Модификация Локальных Климатических Зон (ЛКЗ) и создание трехмерного датасета для моделирования городского климата с достоверностью 70-90%;
- 4. Для работы с климатическими моделями. *«Urban morphology in China: Dataset development and spatial pattern characterization»*, 2021
- Процесс создания датасета для работы с городским климатом.

**Table 1**

The information of datasets used in this study.

Data	Source	Format	Usage
Building	Baidu Maps	Vector	Extract building information
Land use	MODIS	Raster	Identify urban area boundary
Urbanization	EULUC	Raster	Extract urbanized year
Urban population	China Urban Construction Statistical Yearbook	Excel	Quantify city size

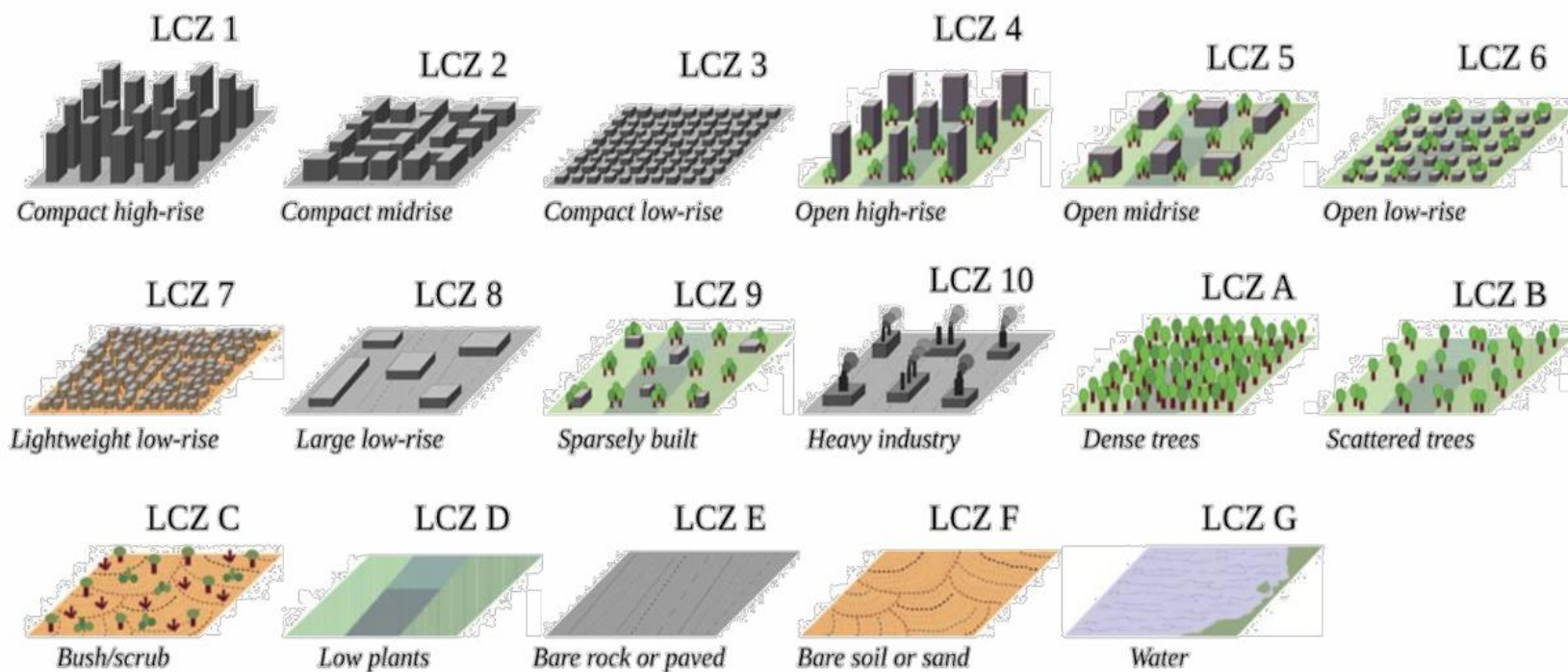
Источники для создания датасета в статье №4 (Li et al, 2021)

# СТАТЬИ

Что интересного:

## 5. «A Quantitative Morphological Method for Mapping Local Climate Types», 2021

- Придумали свои Локальные Климатические Зоны (Типы) и показали, как их делать.

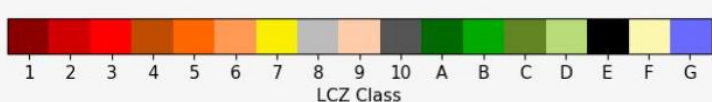
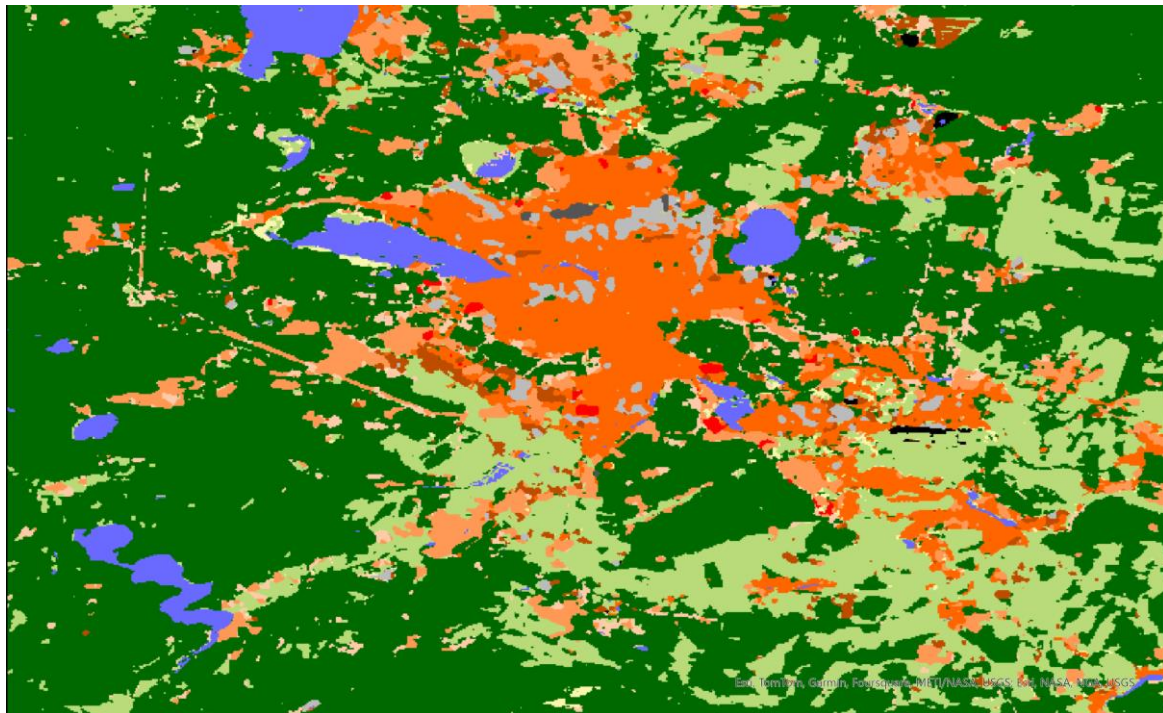


Концепт  
Stewart and Oke (2012)

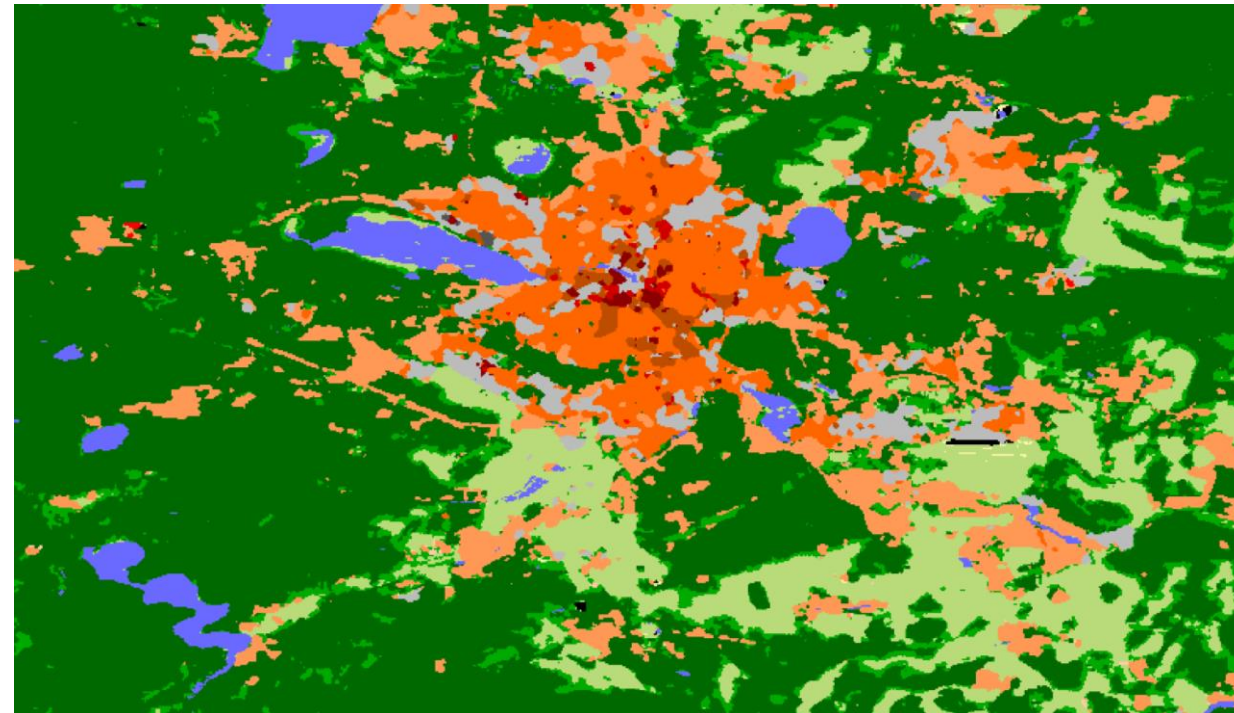
# СТАТЬИ



Что уже есть готовое:



Ignatenko, Polina (2024). WUDAPT Level 0 training data for Ekaterinburg (Russian Federation), submitted to the LCZ Generator. This dataset is licensed under CC BY-NC-SA, and more information is available at [https://lcz-generator.rub.de/factsheets/9b0854bd4255dfdde58b47e5642a323de5775e8a/9b0854bd4255dfdde58b47e5642a323de5775e8a\\_factsheet.html](https://lcz-generator.rub.de/factsheets/9b0854bd4255dfdde58b47e5642a323de5775e8a/9b0854bd4255dfdde58b47e5642a323de5775e8a_factsheet.html)

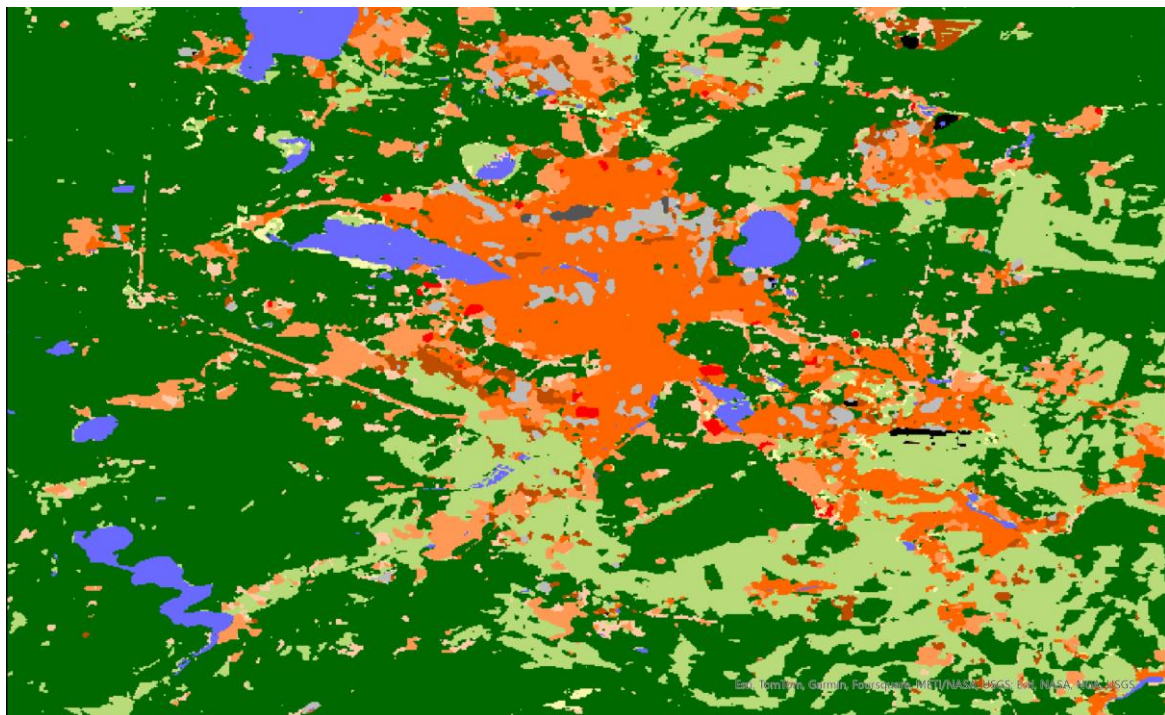


Demuzere, M., Kittner, J., Martilli, A., Mills, G., Moede, C., Stewart, I. D., ... & Bechtel, B. (2022). A global map of Local Climate Zones to support earth system modelling and urban scale environmental science. *Earth System Science Data Discussions*, 2022, 1-57.



# СТАТЬИ

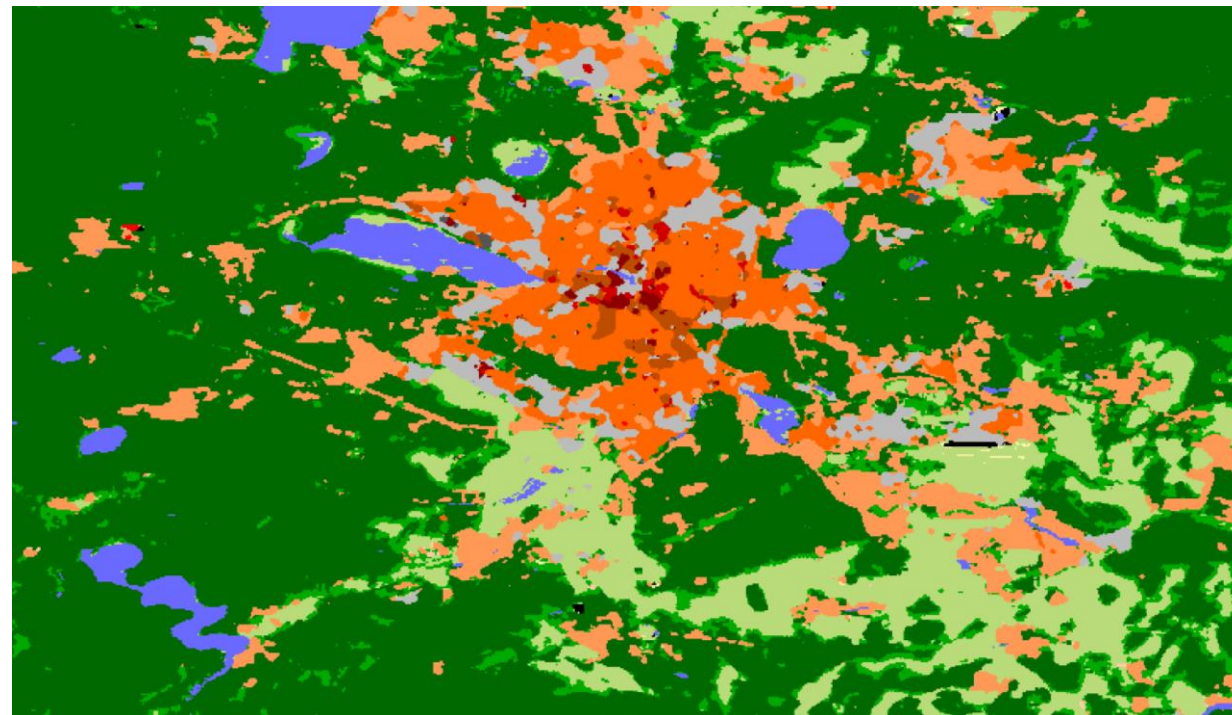
Что уже есть готовое:



Ignatenko, Polina (2024). WUDAPT Level 0 training data for Ekaterinburg (Russian Federation), submitted to the LCZ Generator. This dataset is licensed under CC BY-NC-SA, and more information is available at [https://lcz-generator.rub.de/factsheets/9b0854bd4255dfdde58b47e5642a323de5775e8a/9b0854bd4255dfdde58b47e5642a323de5775e8a\\_factsheet.html](https://lcz-generator.rub.de/factsheets/9b0854bd4255dfdde58b47e5642a323de5775e8a/9b0854bd4255dfdde58b47e5642a323de5775e8a_factsheet.html)



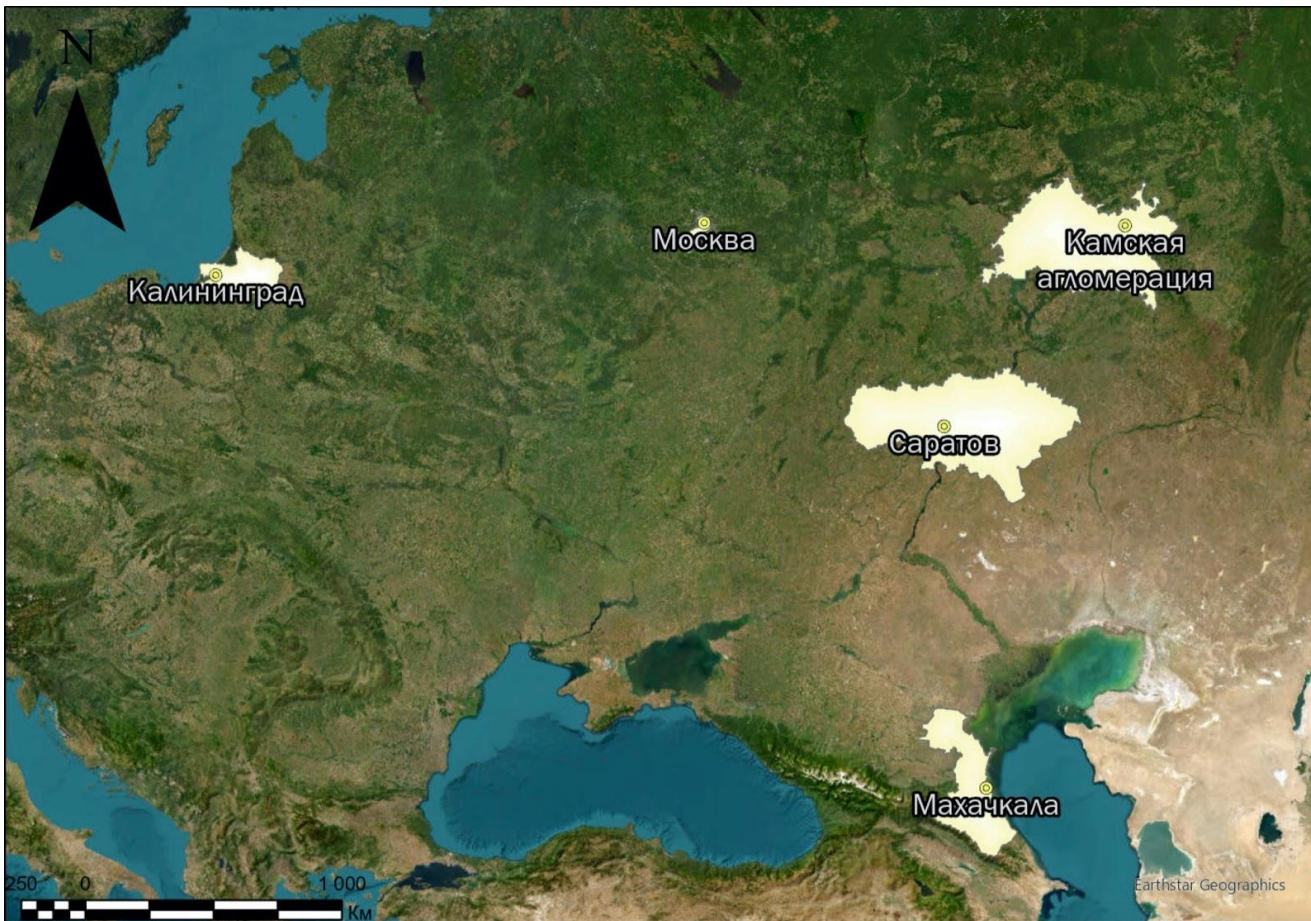
Вопрос - как сопоставить современные ЛКЗ и плотность населения за 2010 год?



Demuzere, M., Kittner, J., Martilli, A., Mills, G., Moede, C., Stewart, I. D., ... & Bechtel, B. (2022). A global map of Local Climate Zones to support earth system modelling and urban scale environmental science. Earth System Science Data Discussions, 2022, 1-57.



Типичные  
морфотипы  
застройки в  
городах  
Центральной  
России



- Частный сектор – историческая деревянная усадебная застройка
- Частный сектор – дачные участки в черте города
- Деревянная застройка жилых заводских поселков 1930-х гг.
- Заводские бараки конца 1930-х – начала 1950-х гг.
- Кварталы ценной «купеческой» застройки в историческом центре
- «Улучшенные» жилые поселки конца 1930-х годов («краснокирпичная архитектура»)
- Малоэтажная каменная послевоенная застройка («немецкие кварталы»)
- Кварталы «сталинских» домов постройки до 1950-х гг.
- Кварталы «хрущевок» и «брежневок» (1960–1985-е гг.)
- Современное многоэтажное домостроение



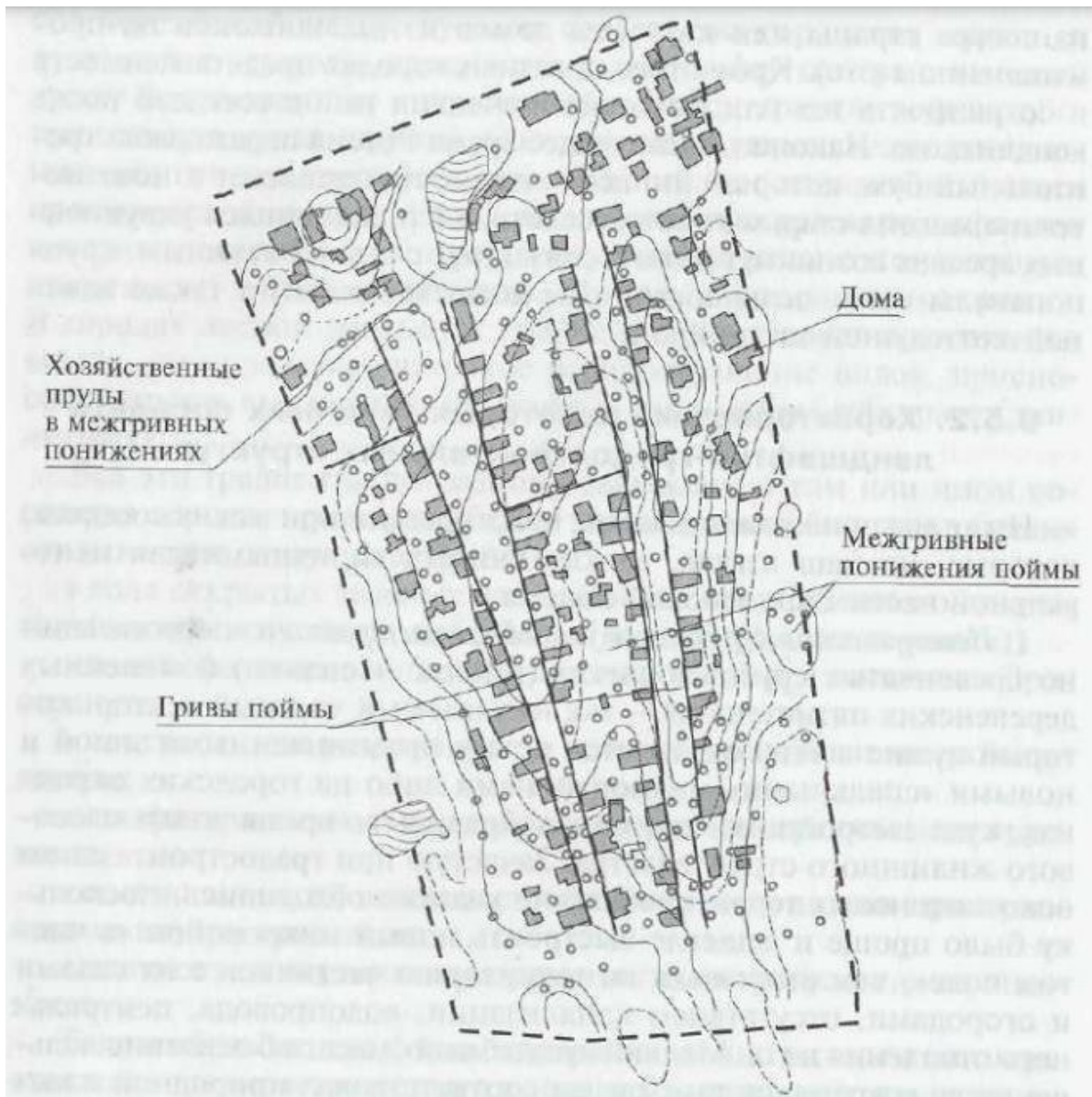


Рис. 9.3. Частная усадебная застройка:

район Тверицы — старинная слобода, возникшая на левом низком пойменном берегу р. Волги в Ярославле. Улицы вытянуты вдоль пойменных грив; межгривные понижения отведены под огороды, сенокосы и выпасы

- **Частный сектор** – историческая деревянная усадебная застройка
- **Частный сектор** – дачные участки в черте города





## Кварталы ценной «купеческой» застройки в историческом центре

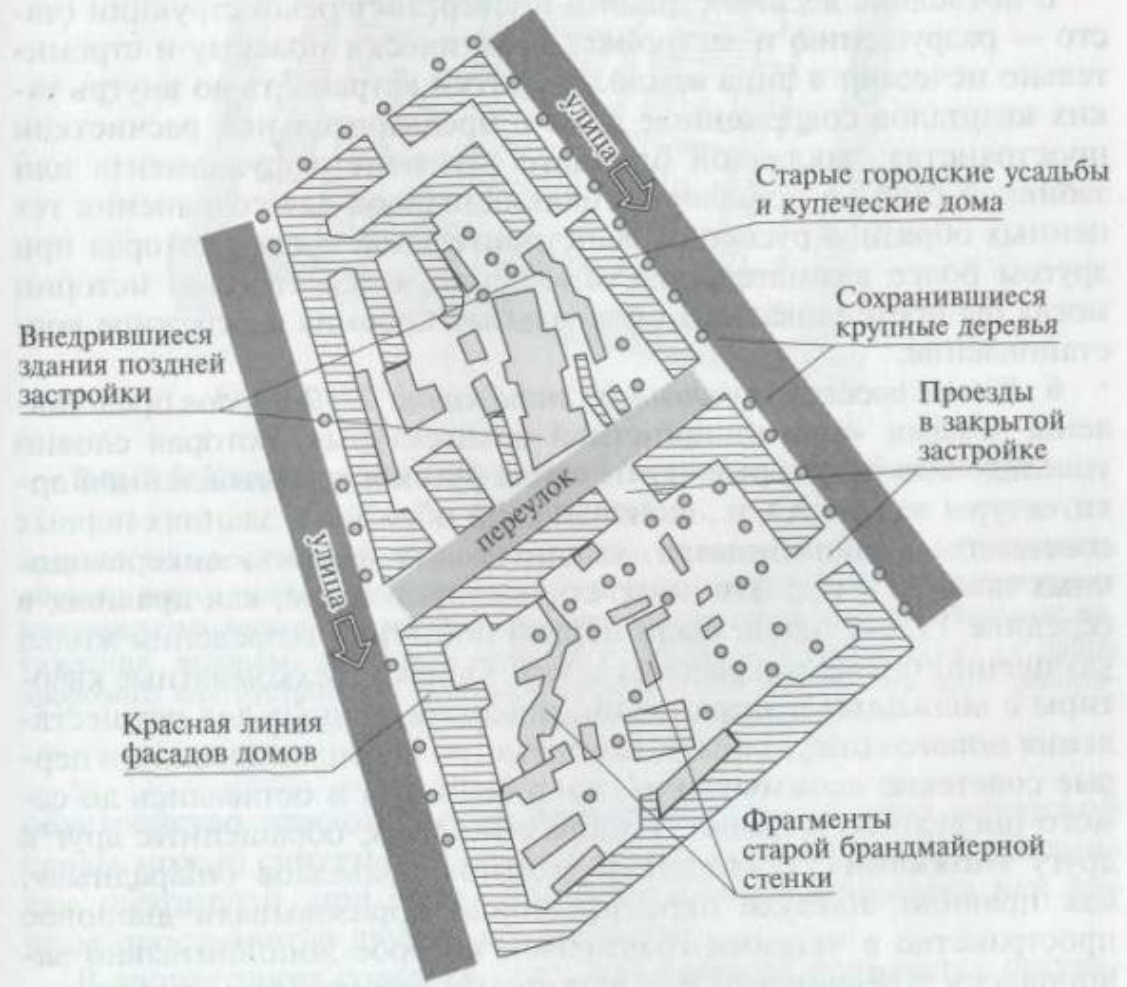


Рис. 9.4. Кварталы исторической застройки центра старого города:

двух-, трехэтажные купеческие дома и городские усадьбы формируют закрытые кварталы с проездами для карет. Фасады домов, выстроенных по красной линии старой улицы, формируют сплошную стену, полностью закрывающую внутреннее пространство структуры. Большая часть проездов выходила в переулки, имевшие подчиненное значение и соединявшие между собой улицы, лучами отходящие от центральной площади города, в результате кварталы приобретали не совсем правильную трапециевидную форму





Рис. 9.5. Квартал жилой образцовой застройки для рабочих 1929 г. (Ярославль):

квартал четырехэтажных домов возведен по проекту инженера Бутусова как образец жилья нового соцкультбыта. Планировка предполагала формирование полузакрытых дворов, включенных в общее пространство поселка. Зеленые насаждения, веранды, песочницы, качели и вешала для сушки белья — набор дворового благоустройства, который впоследствии поучил широкое распространение во дворах так называемых хрущевок

- Заводские бараки конца 1930-х – начала 1950-х гг.
- «Улучшенные» жилые поселки конца 1930-х годов («краснокирпичная архитектура»)







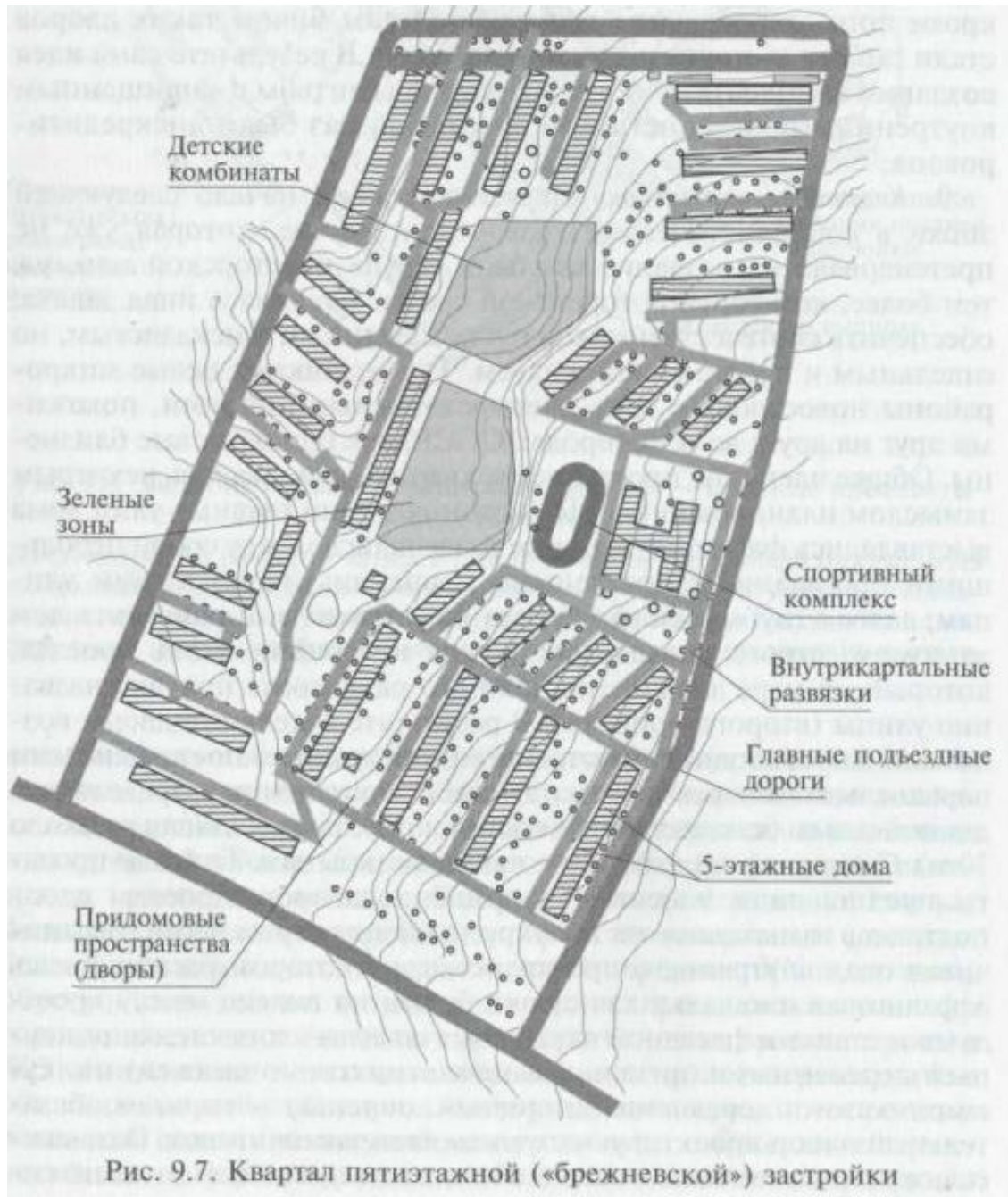
Рис. 9.6. Застройка эпохи «сталинского ампира» — крупные проспекты 50—60-х годов XX в.:

значительные по размерам четырех-, пяти-, а в столице и шестизэтажные дома выстраивались вдоль крупных улиц и проспектов, прикрывая довольно свободно распланированное внутреннее пространство с элементами соцкультбыта (детские сады, школы, клубы, прачечные), рекреации (спортплощадки) и озеленения

## Кварталы «сталинских» домов постройки до 1950-х гг.







## Кварталы «хрущевок» и «брежневок» (1960–1985-е гг.)





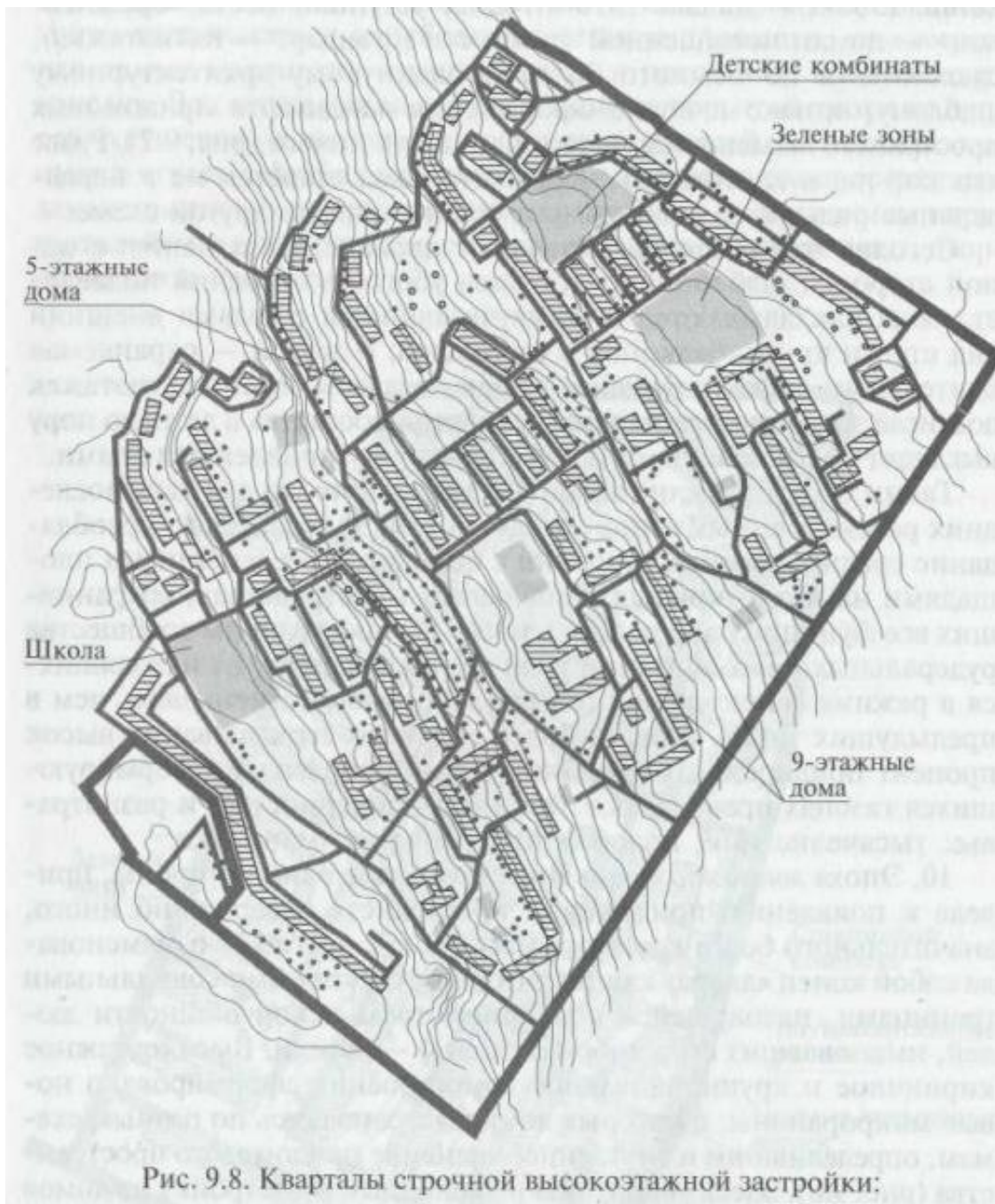
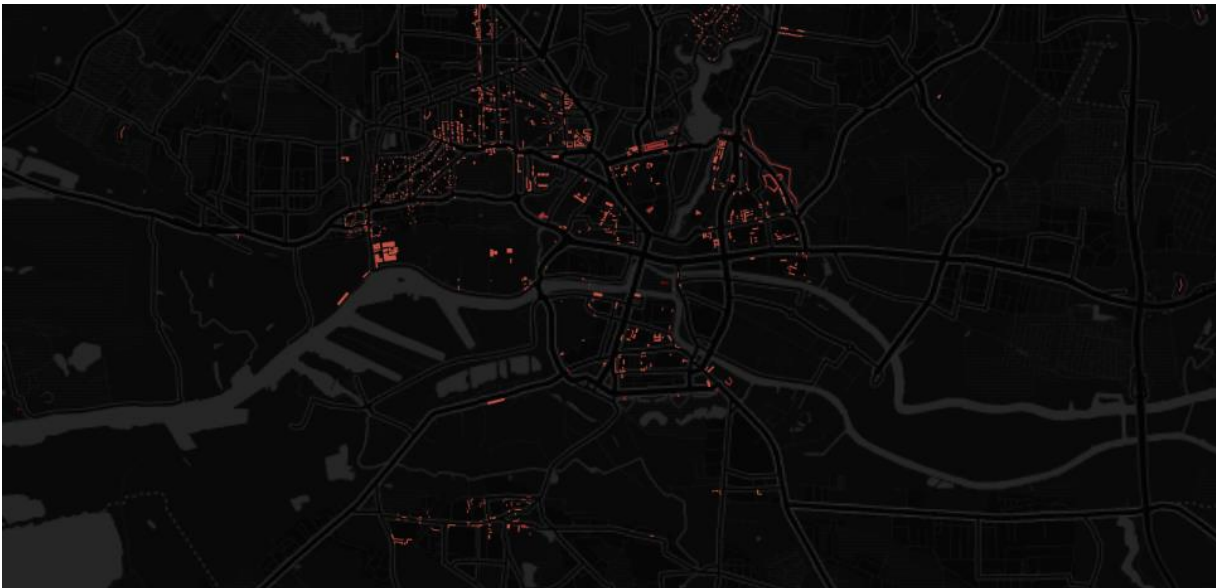


Рис. 9.8. Кварталы строчной высокоэтажной застройки:

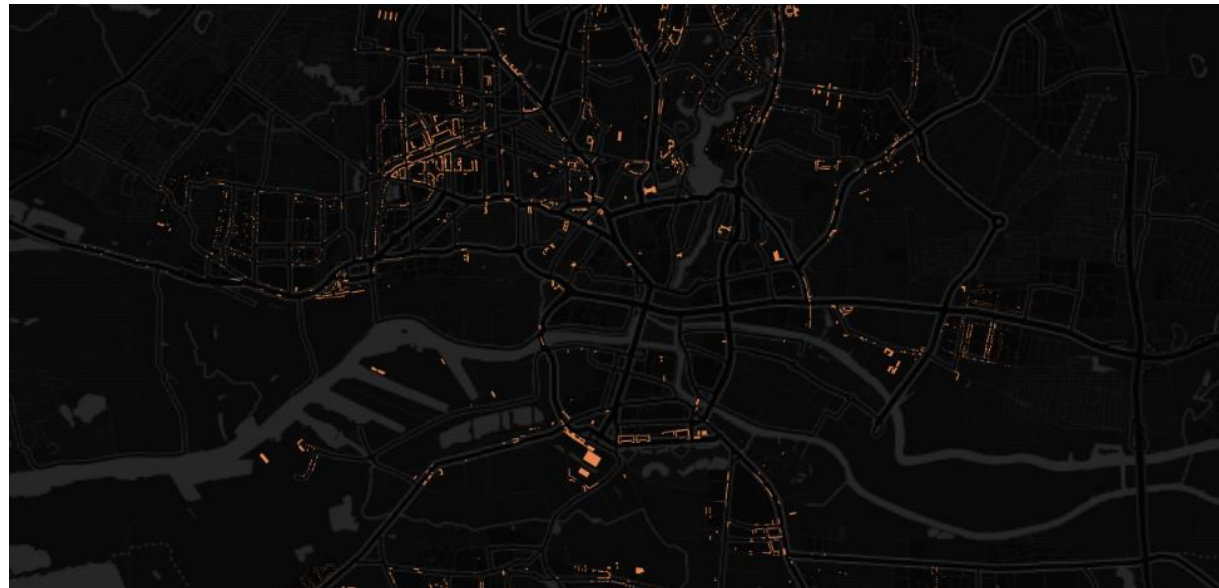
## Современное многоэтажное домостроение



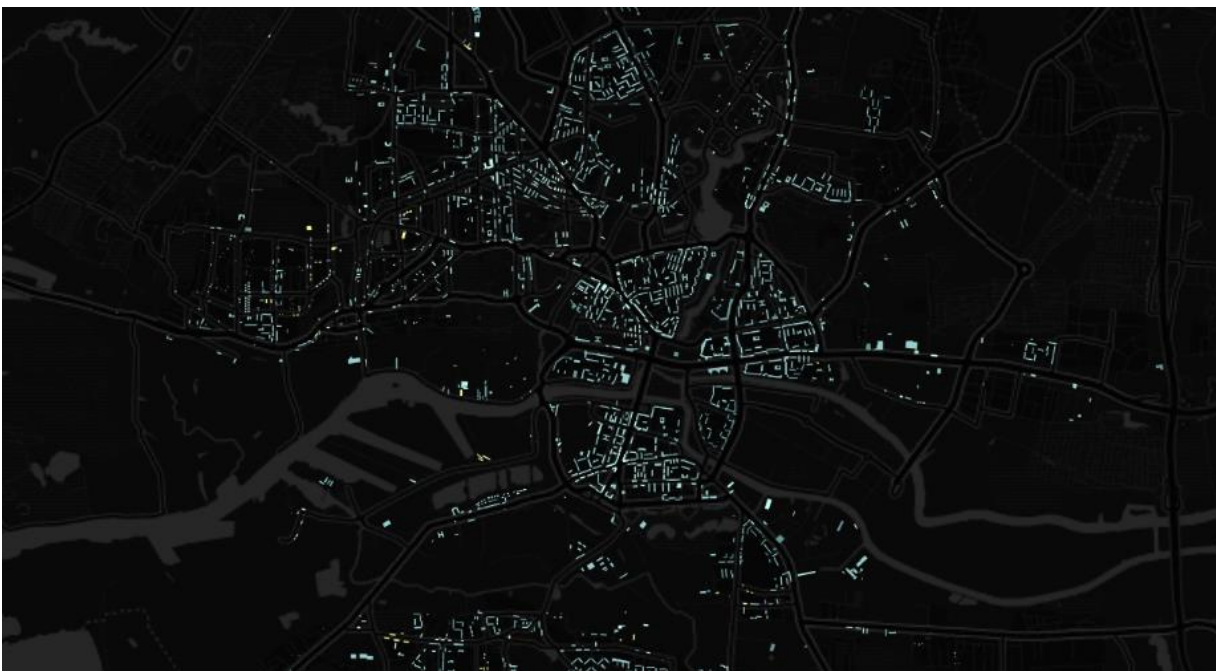




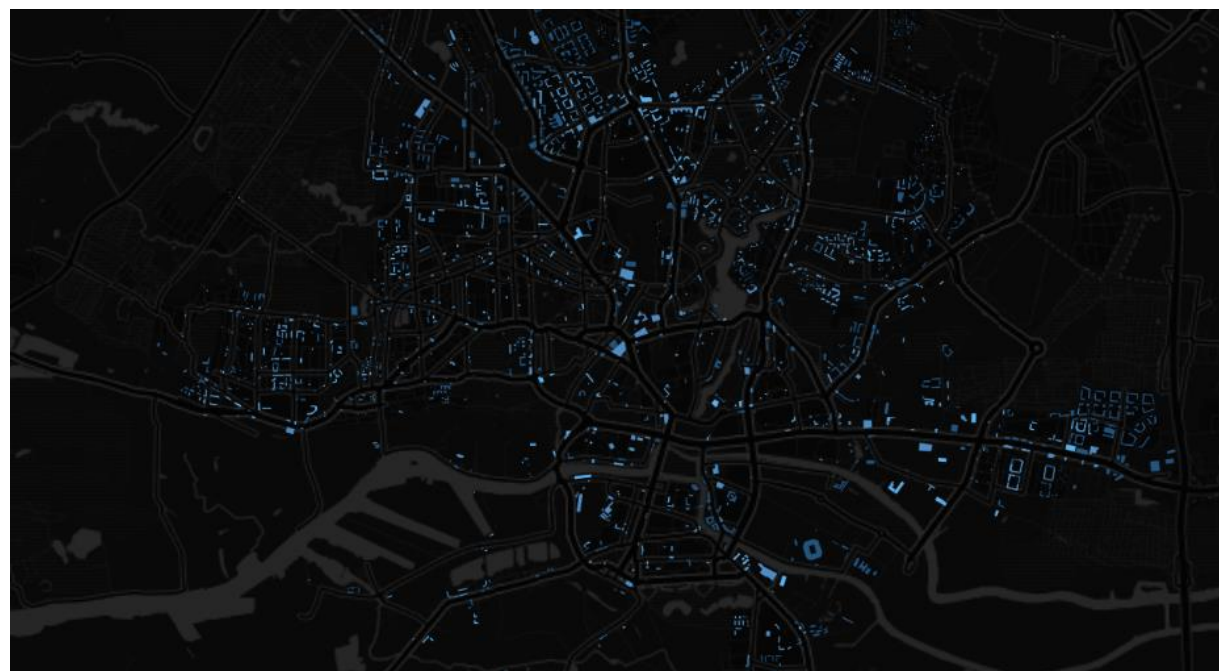
**До 1919 г.**



**1919 – 1945 гг.**



**1946 – 1991 гг.**



**1992 – н.в.**