



ІТМО

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОТКРЫТОЙ БИБЛИОТЕКИ BLOCKSNET В ЗАДАЧАХ ГЕНЕРАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ К ПРЕОБРАЗОВАНИЮ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Стариков В.А., Чурякова Т.А.
Научный руководитель – к.т.н. Митягин С.А.

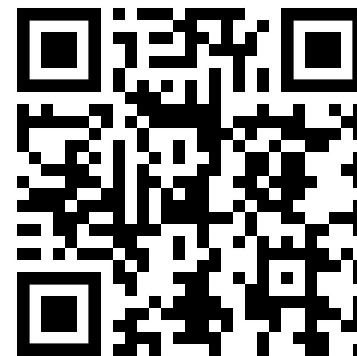
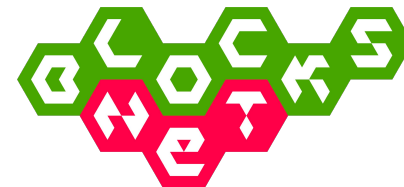
О проекте

BlocksNet – open-source библиотека, предназначенная для моделирования урбанизированных территорий в задачах анализа городской среды и разработки мастер-планов.

Основные инструменты:

- Метод генерации слоя городских **кварталов**;
- Метод генерации **интермодального** графа;
- Квартально-сетевая **модель** города;
- Методы оценки **обеспеченности** городскими сервисами;
- Метод генерации **оптимальных проектов застройки** для мастер-планирования.

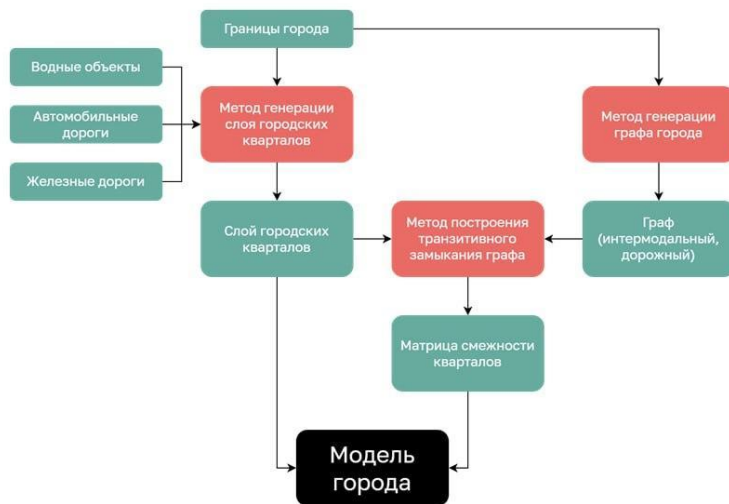
Библиотека доступна для установки с помощью **PIP**.



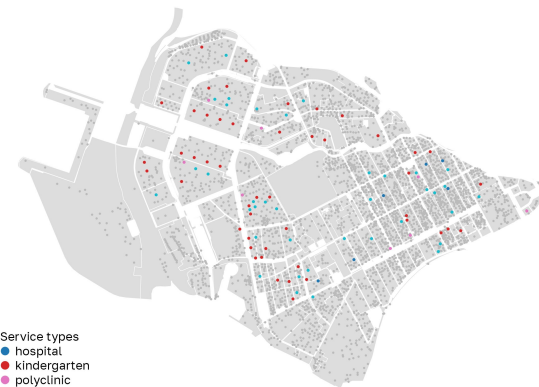
github.com/aimclub/blocksnet

Модель города

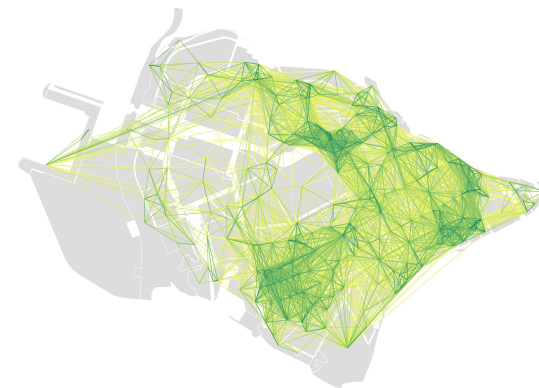
- Методы библиотеки базируются на **квартально-сетевой модели** города.
- Город представляется в виде **полносвязного** графа.
- **Кварталы** представлены вершинами графа.
- Веса на рёбрах отражают **кратчайшее время** пути между двумя кварталами.
- Каждый квартал хранит информацию о содержащихся в нем городских **сервисах** и **зданиях**.



Основной пайплайн инициализации модели города



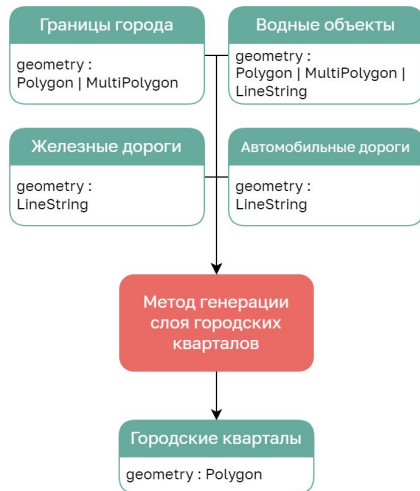
Service types
● hospital
● kindergarten
● polyclinic
● school



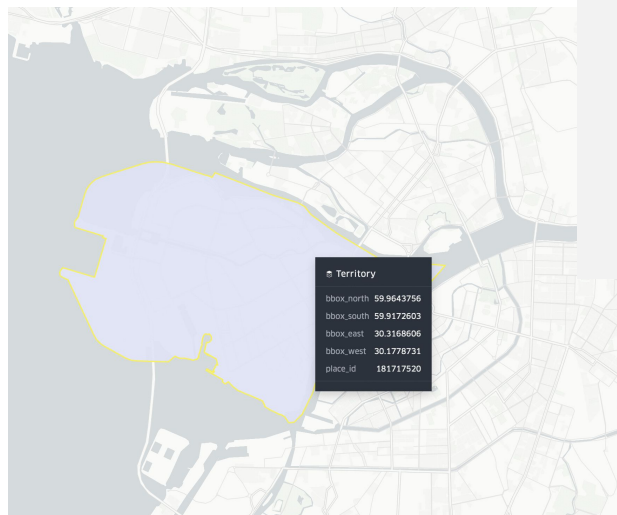
Визуализация модели города

Генерация слоя городских кварталов

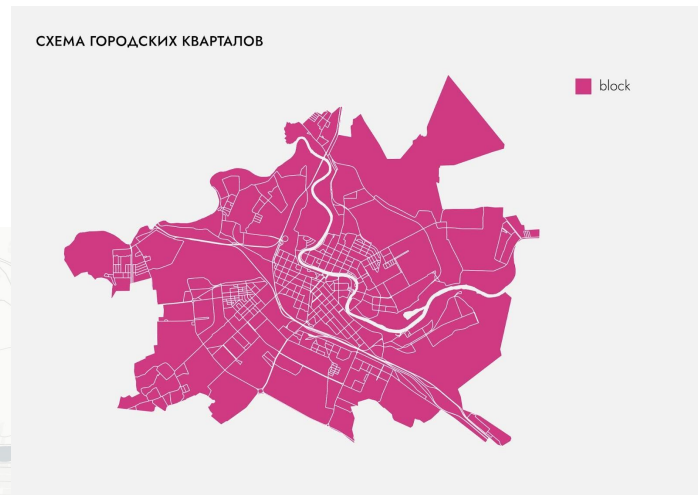
- Наименьшей единицей оценки является **квартал**.
- Пространственный слой кварталов может быть получен с помощью генератора кварталов **BlocksGenerator** или может быть предоставлен пользователем.



Спецификация входных и выходных данных генератора слоя городских кварталов



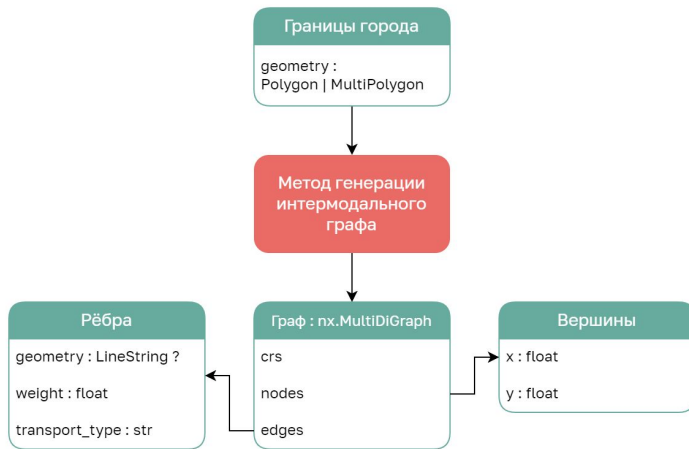
Визуализация этапов генерации слоя городских кварталов



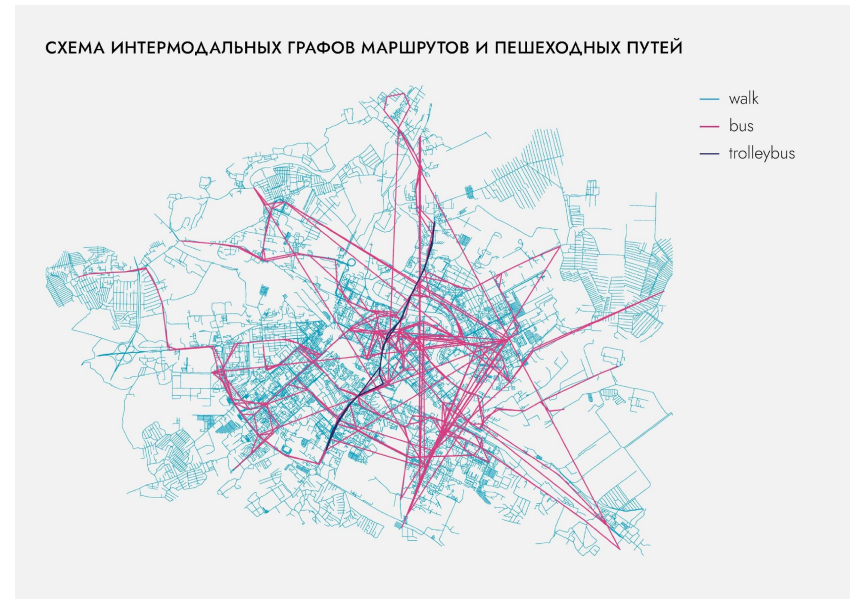
Полученные кварталы города Вологды

Генерация интермодального графа

- **Интермодальный граф** позволяет моделировать доступность городских территорий с учетом передвижений на общественном транспорте.
- Для каждого вида транспорта задается СВОЯ скорость перемещения, исходя из которой рассчитывается вес ребра (**время пути**).
- **GraphGenerator** работает на открытых данных из OpenStreetMap.



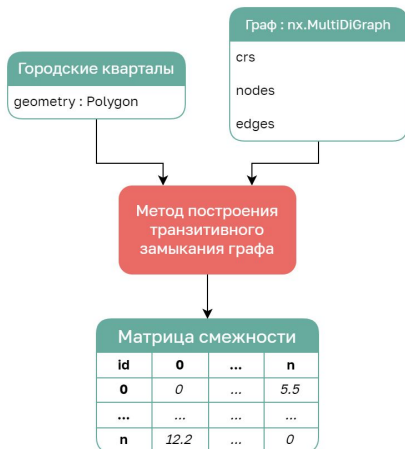
Спецификация входных и выходных данных генератора интермодальных графов



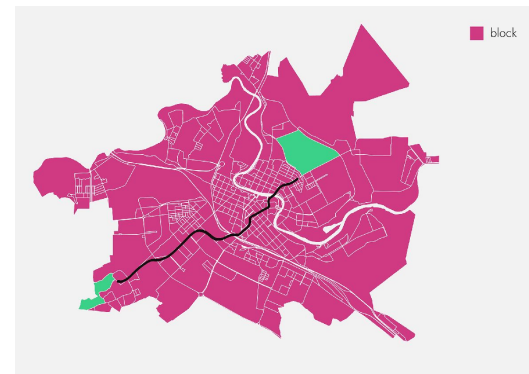
Визуализация полученного интермодального графа для города Волгоды

Вычисление матрицы смежности

- **Матрица смежности** (матрица доступности) получается в результате транзитивного замыкания графа на городских кварталах.
- Каждая ячейка a_{ij} матрицы означает, за какое наименьшее время можно добраться из квартала i в квартал j на интермодальном графе.



Спецификация входных и выходных данных метода генерации матрицы смежности



Поиск наименьшего пути производится для каждой пары кварталов в обе стороны – туда и обратно

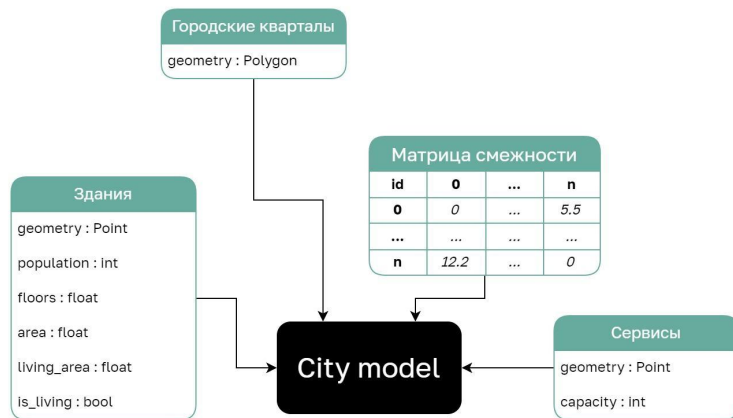
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679
0	0.0	5.8	63.8	69.2	67.1	52.3	63.5	63.3	61.0	63.4	...	29.8	32.2	35.3	22.4	28.2	29.6	36.8	27.8	37.4	24.1
1	5.8	0.0	66.0	71.4	69.3	54.5	65.7	65.5	63.2	65.6	...	32.0	30.9	33.3	20.4	26.2	27.6	39.0	25.8	39.6	26.3
2	53.4	55.6	0.0	48.8	46.7	76.6	45.7	47.1	49.4	51.8	...	70.1	70.3	65.1	59.8	63.8	66.6	79.9	65.2	79.1	66.3
3	46.2	48.4	48.5	0.0	2.1	39.6	8.7	10.1	12.4	14.8	...	58.0	59.7	57.9	52.6	51.7	54.5	63.0	58.0	71.9	59.1
4	44.1	46.3	46.4	2.1	0.0	37.5	6.6	8.0	10.3	12.7	...	55.9	57.6	55.8	50.5	49.6	52.4	60.9	55.9	69.8	57.0

5 rows x 680 columns

Матрица смежности, полученная для кварталов города Вологды на интермодальном графе

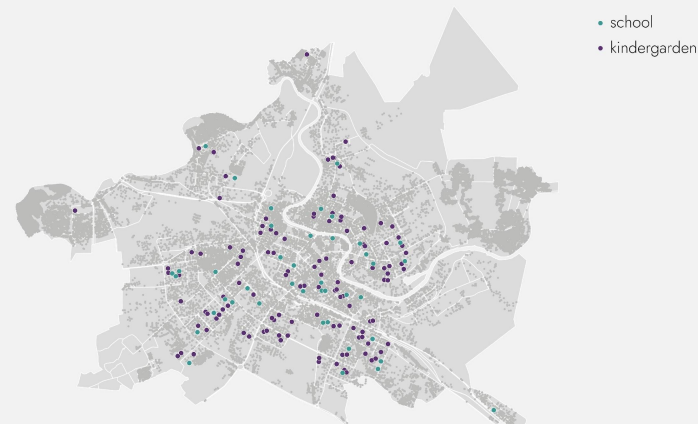
Инициализация модели города

На основе полученной **квартально-сетевой модели города** работают другие методы анализа городской среды библиотеки **BlocksNet**.



Спецификация входных данных для инициализации квартально-сетевой модели города

СХЕМА КВАРТАЛОВ И АГРЕГИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ СЕРВИСОВ



Визуализация модели города в разрезе
Городских сервисов и здания

Доступность городских кварталов

СХЕМА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ КВАРТАЛОВ

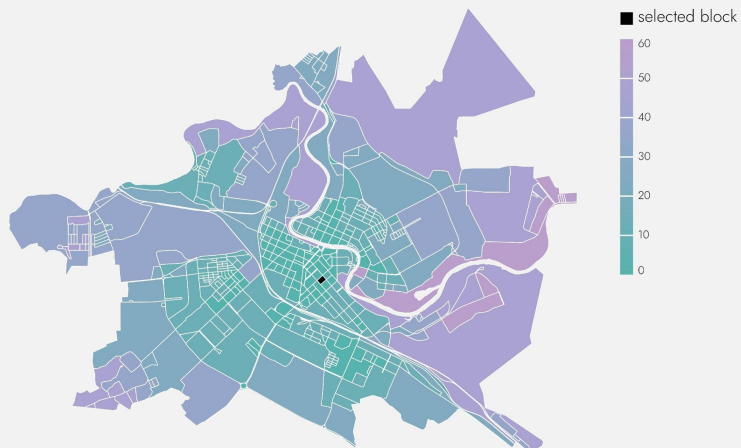
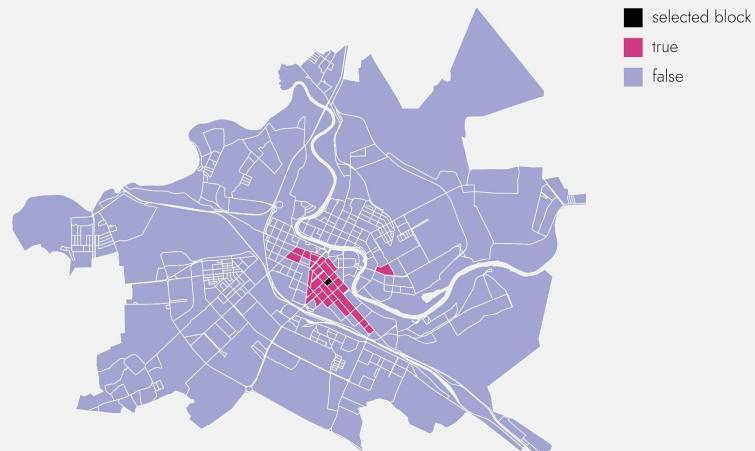
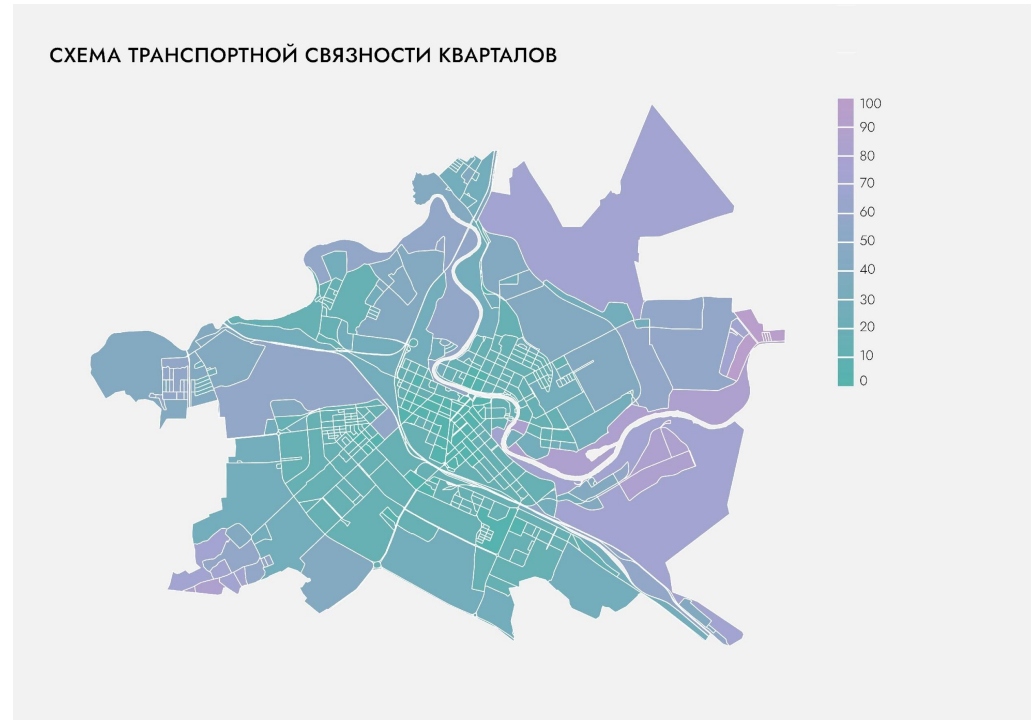


СХЕМА НОРМАТИВНОЙ ДОСТУПНОСТИ СЕРВИСА



Связность городских кварталов

Связность отражает взаимную доступность кварталов. В общем виде, значение связности отвечает на вопрос, за сколько времени в среднем из этого квартала можно добраться до других.

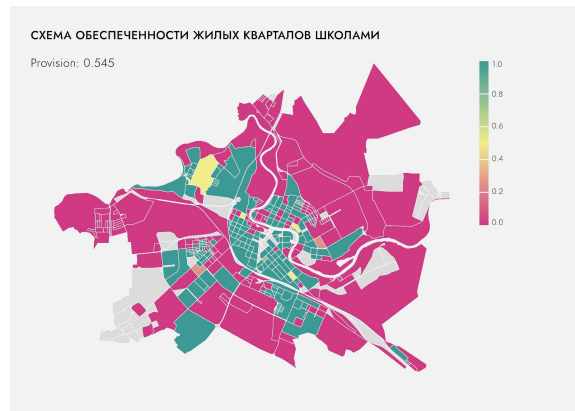
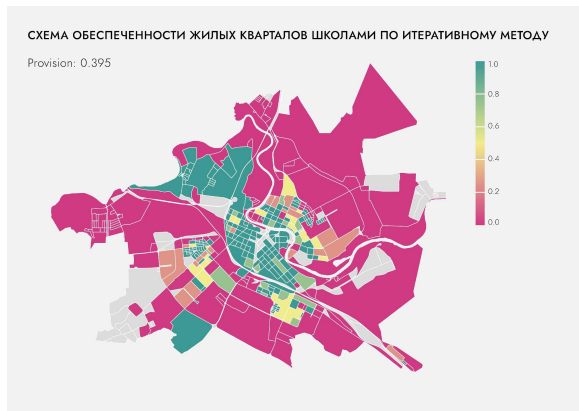
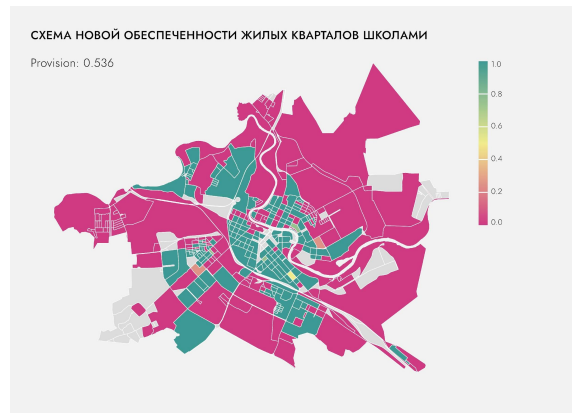


Обеспеченность городскими сервисами

Задача оценки обеспеченности сводится к **распределению людей** из жилых кварталов между сервисами определенной ёмкости с последующим вычислением отношения:

$$P = \frac{demand_within}{demand}$$

Где *demand_within* – это количество обеспеченных людей в зоне доступности данного типа сервиса, а *demand* – общее количество нуждающихся.



Добавление жилого дома на 1000 человек и повторная оценка обеспеченности

Метод оптимизации показателей застройки ИТМО

- **Сценарий** развития территории определяет, в какую сторону пользователь библиотеки желает развивать город.
- Сценарий определяется списком типов **сервисов** и **весами**, определяющими их значимость в данном сценарии.
- Оценка сценарной обеспеченности складывается из нескольких оценок с учетом весовых коэффициентов.

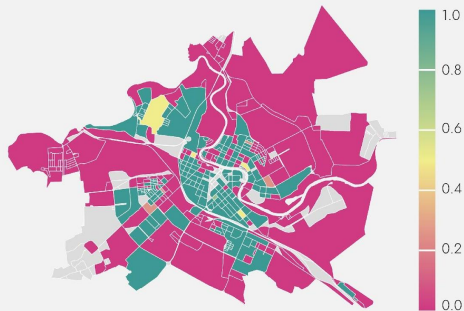
```
[ ] gdfs, total = prov.calculate_scenario(scenario)
print(total)
```

0.5961190137320266

СХЕМА СЦЕНАРНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЖИЛЫХ КВАРТАЛОВ СЕРВИСАМИ

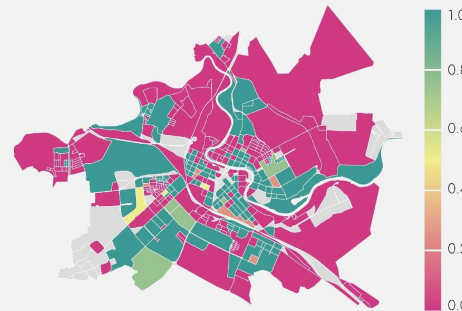
Школы

Provision: 0.545



Детские сады

Provision: 0.673



Метод оптимизации показателей застройки ИТМО

- Оптимизация показателей застройки подразумевает такое размещение новых сервисов, что оценка сценарной обеспеченности примет **наибольшее значение**.
- В качестве ограничения выступают площадь **свободной территории** выбранных кварталов.
- Метод оптимизации основан на генетическом алгоритме.

	school	kindergarten
360	1350	250
380	550	0
5	900	250
65	550	180
561	250	0

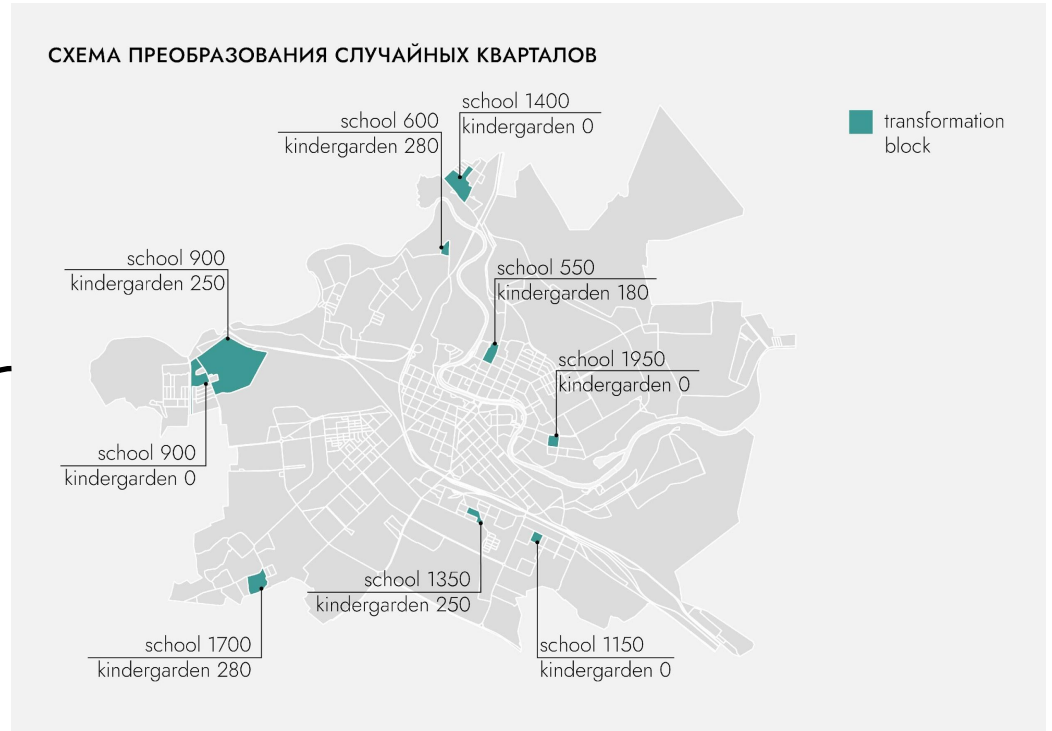
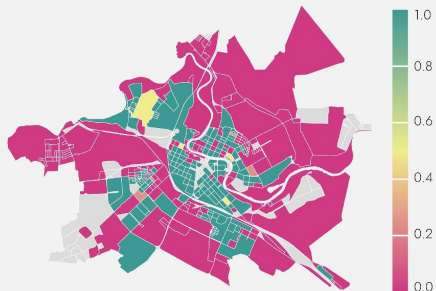


СХЕМА СЦЕНАРНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЖИЛЫХ КВАРТАЛОВ СЕРВИСАМИ

Школы

Provision: 0.545



Детские сады

Provision: 0.673

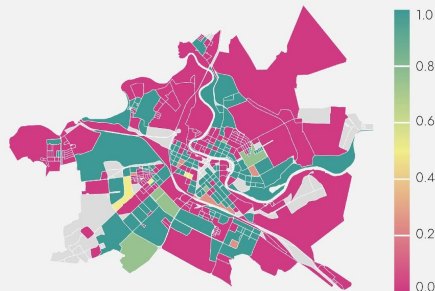
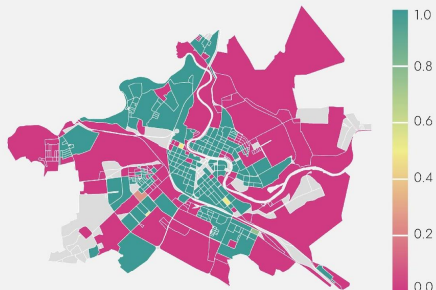


СХЕМА ИТОГОВОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЖИЛЫХ КВАРТАЛОВ СЕРВИСАМИ

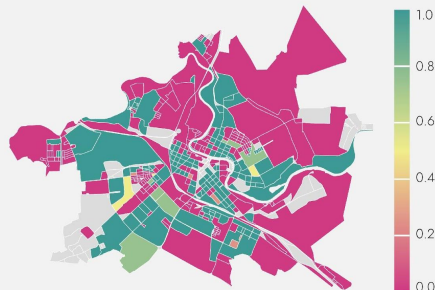
Школы

Provision: 0.618



Детские сады

Provision: 0.697



```
[ ] gdfs, total = prov.calculate_scenario(scenario)
    print(total)
```

0.5961190137320266



```
[ ] gdfs, total = prov.calculate_scenario(scenario, res_df)
    print(total)
```

0.6492021778309691

ИТМО

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОТКРЫТОЙ БИБЛИОТЕКИ BLOCKSNET В ЗАДАЧАХ ГЕНЕРАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ К ПРЕОБРАЗОВАНИЮ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

github.com/aimclub/blocksnet



Стариков В.А., Чурякова Т.А.
Научный руководитель – к.т.н. Митягин С.А.