



PostgreSQL в задачах транспортной аналитики при проектировании мастер-плана для ЧМ-2018 в Екатеринбурге

Сикерин Антон

ООО «Транспортная интеграция»



Чемпионат мира 2018. Задачи



- Екатеринбург – один из городов-организаторов ЧМ 2018
- Население агломерации – более 2 млн человек
- Один из самых загруженных городов России
- Привлечёт в город более 30'000 человек
- При чём тут Postgres?



Инструментарий



QGIS



PyCharm



PostgreSQL

TEX

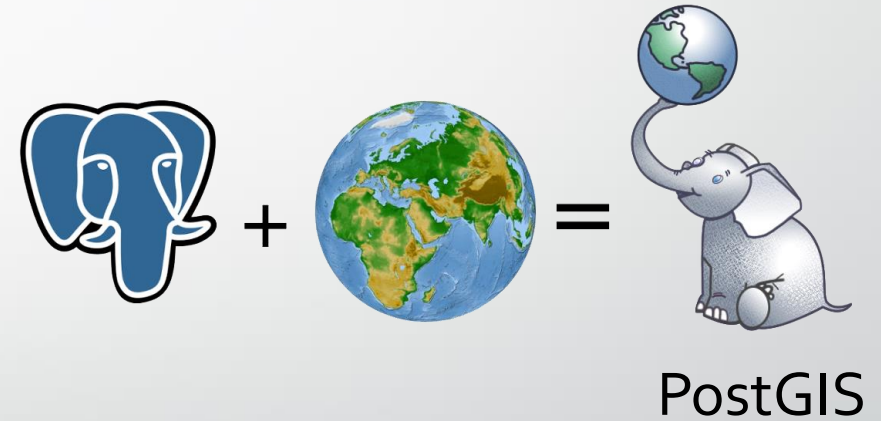




Причины выбора PostgreSQL



- PostGIS – работа с геоданными
- Опыт
- Кроссплатформенность
- Свободное ПО



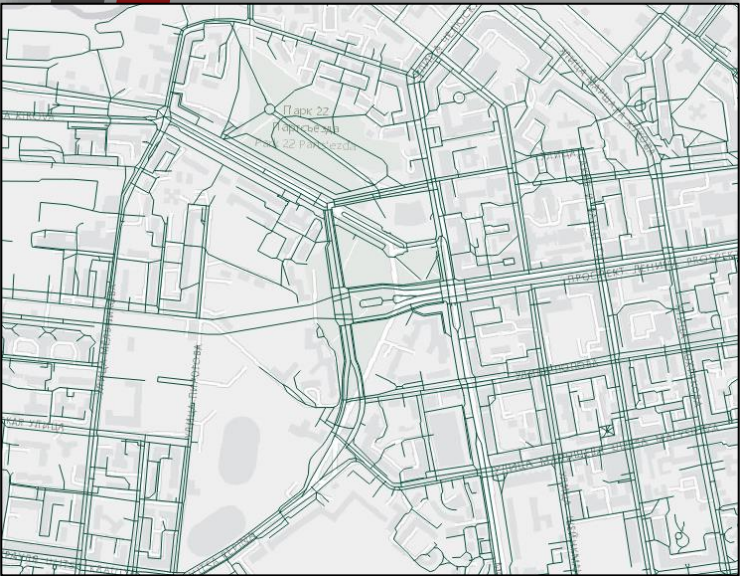
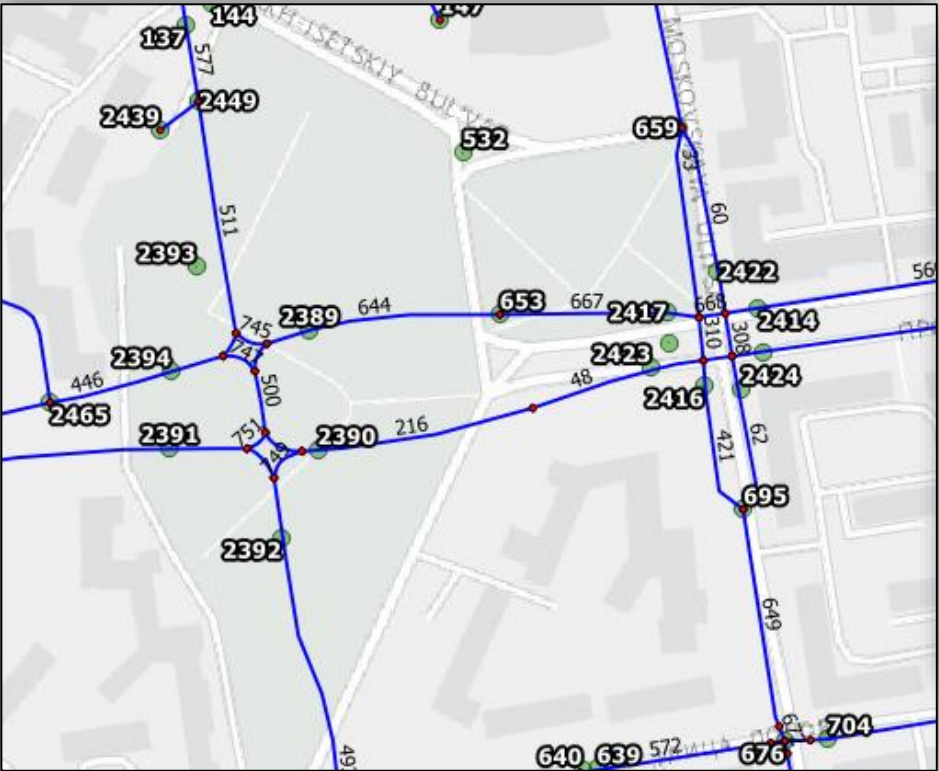
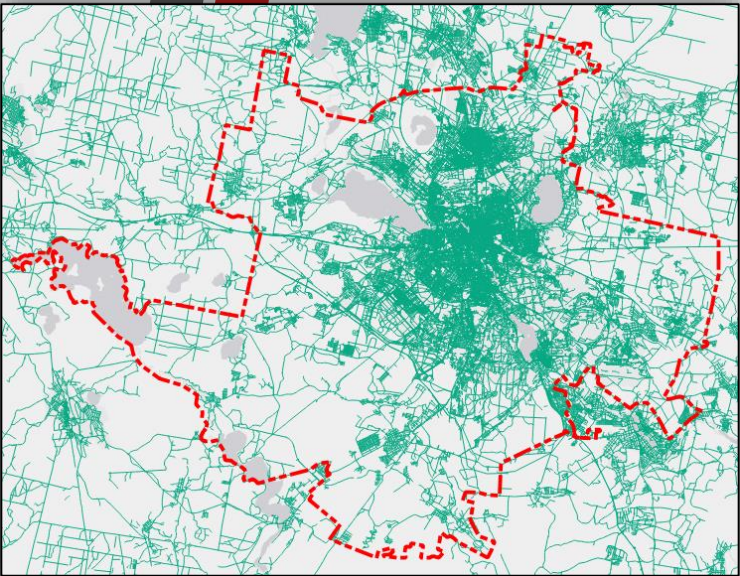


Анализ населённости и занятости населения

- Фоновые потоки:
 - поездки дом-работа / работа-дом
 - рекреационные поездки
 - иные поездки
- Потоки, сгенерированные ЧМ 2018:
 - от Аэропорта;
 - от Ж/Д вокзала;
 - от автобусных вокзалов;
 - от отелей.



Анализ дорожной сети



osm_highway_2017_01_31	
id	#
geom	
osm_id	#
name	..
ref	..
highway	..
oneway	..
bridge	..
tunnel	..
maxspeed	..
lanes	..
width	..
surface	..

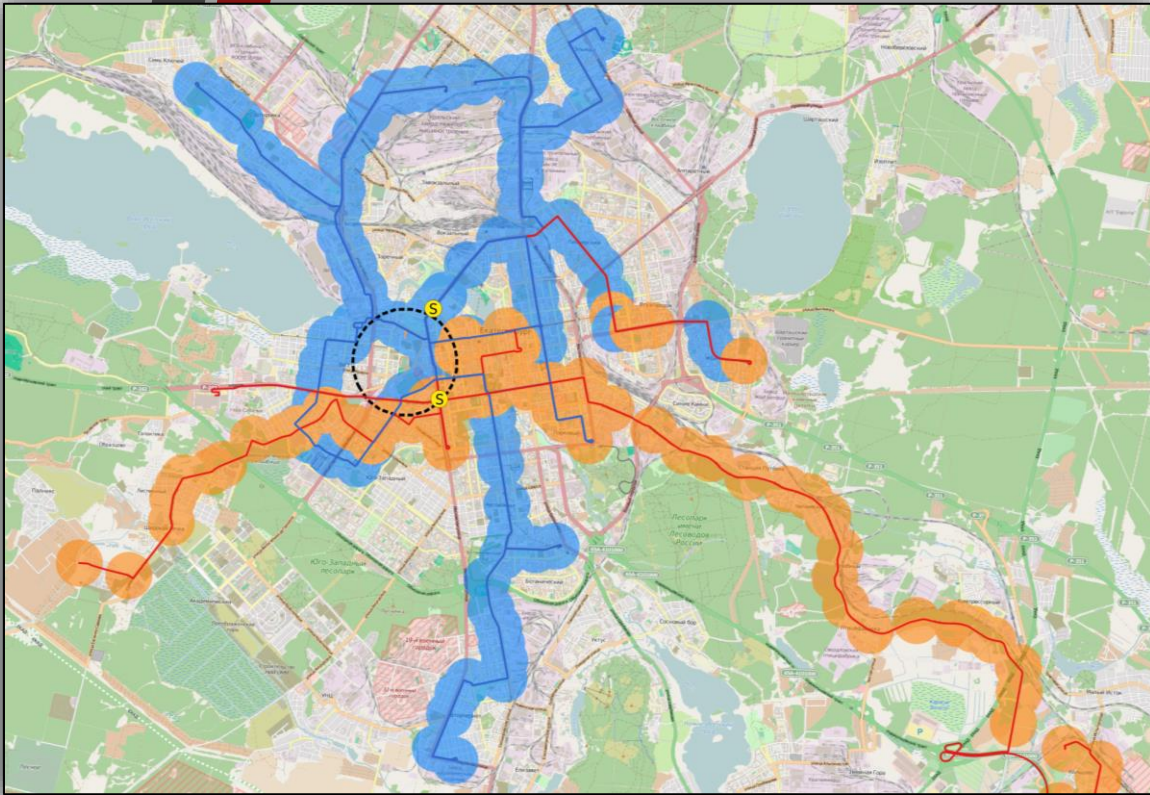
crossings_name_a	
id	#
geom	
name_1	..
name_2	..
walkthrough	01

crossings_name_a

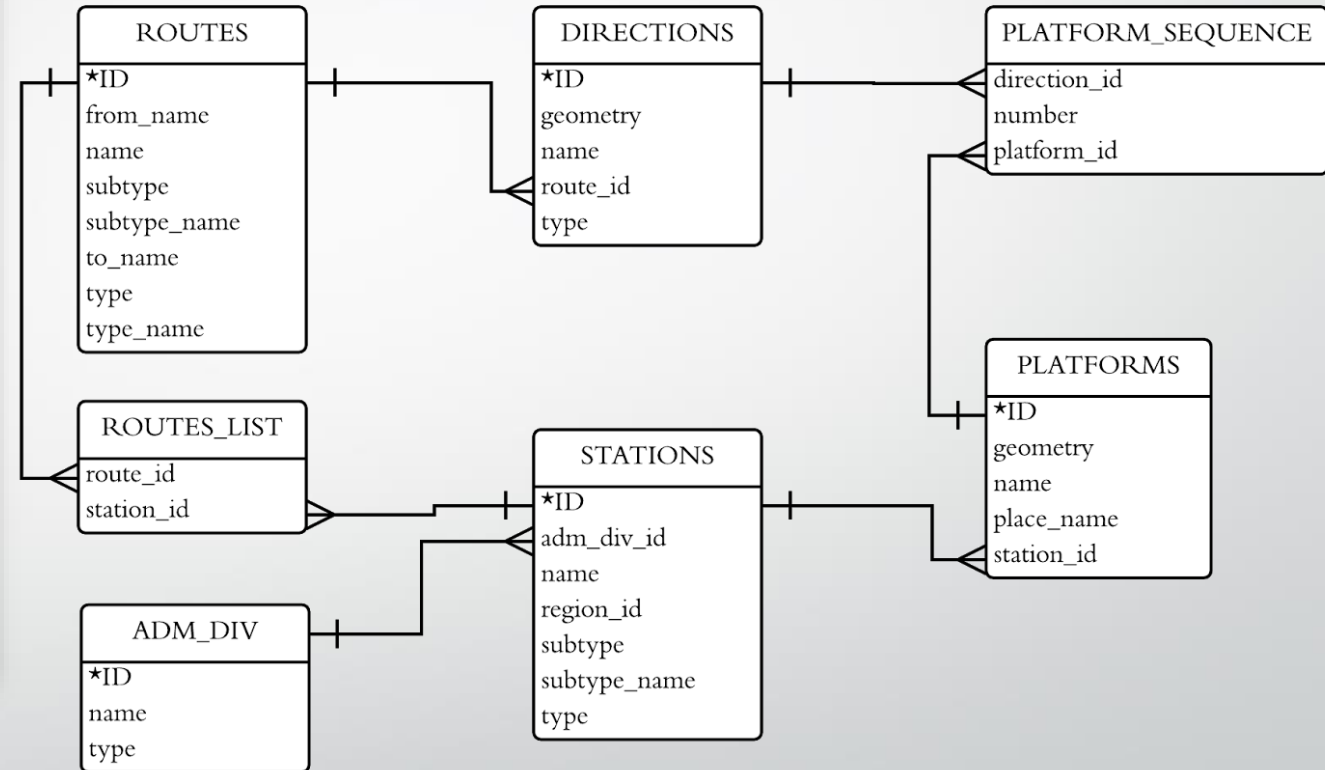
id	geom	name_1	name_2	walkthrough
integer	geometry(MultiPoint,32641)	character varying(141)	character varying(141)	boolean
2376	0104000020817F00000010000	Кольцовский тракт	улица Альпинистов	t
2377	0104000020817F00000010000	улица Альпинистов	улица Альпинистов, Чи	t
2378	0104000020817F00000010000	Кольцовский тракт	улица Альпинистов, Чи	t
2379	0104000020817F00000010000	Чистая улица	улица Альпинистов, Чи	t
93	0104000020817F00000010000	улица Розы Люксембург	улица Карла Либкнехта	t
1157	0104000020817F00000010000	улица Мальшева	улица Карла Либкнехта	t
2454	0104000020817F00000010000	улица Мальшева	улица Мальшева	t



Анализ пассажирского транспорта



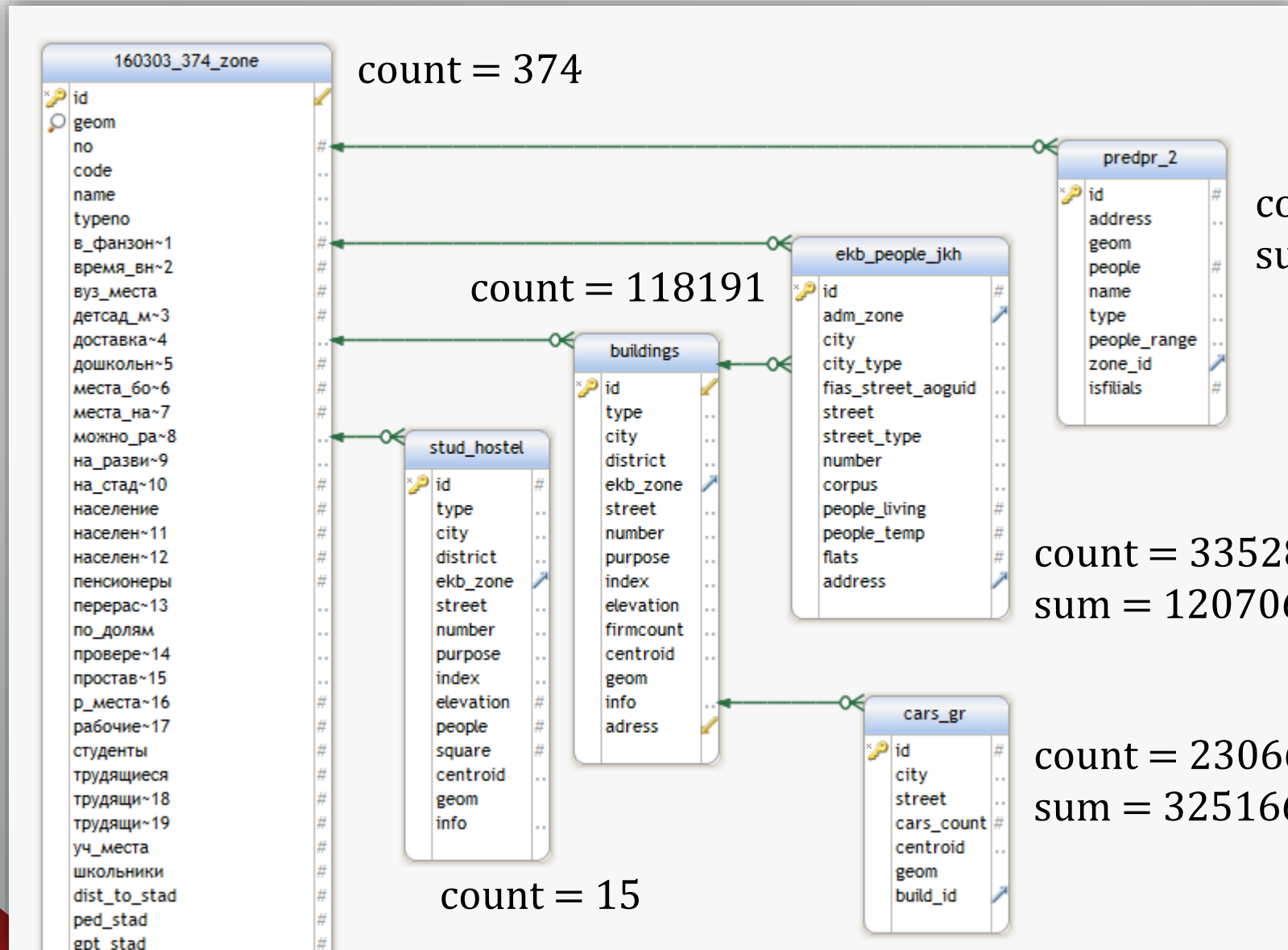
Маршруты ГПТ и охват



ER-модель маршрутной сети городского пассажирского транспорта

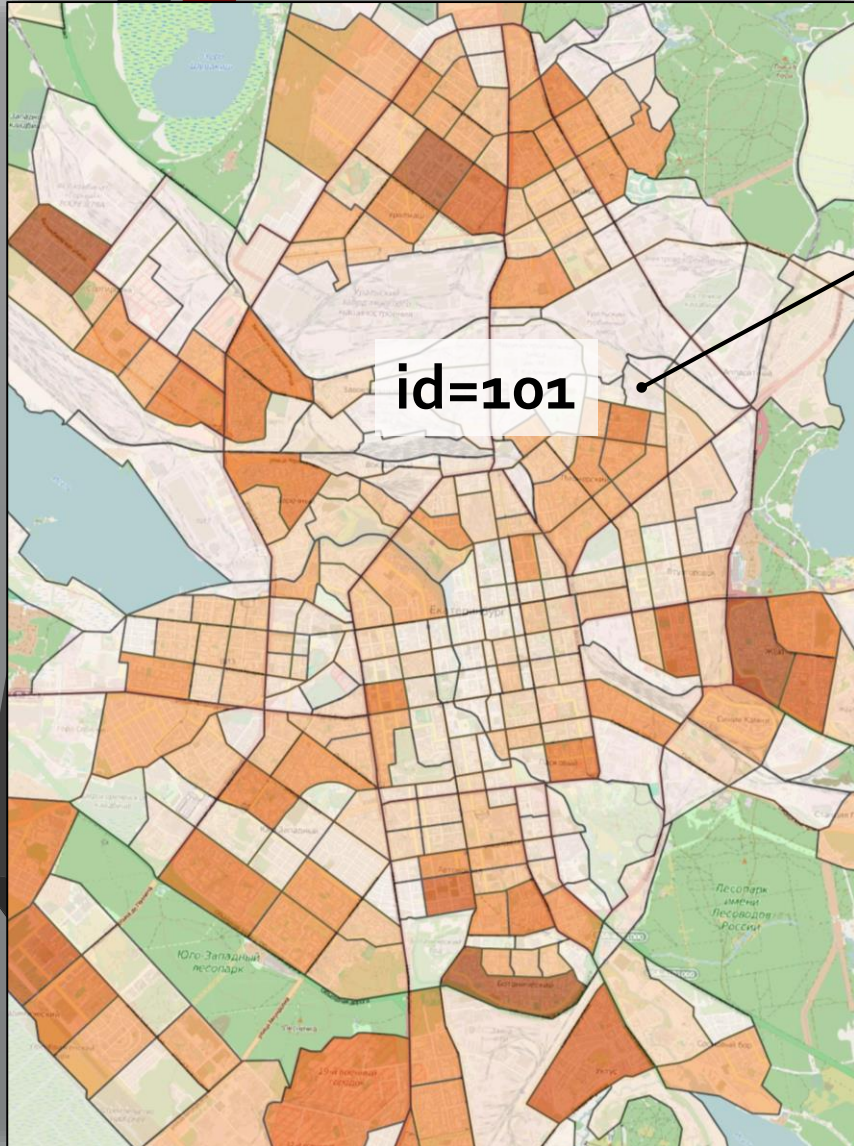


Анализ населённости и занятости



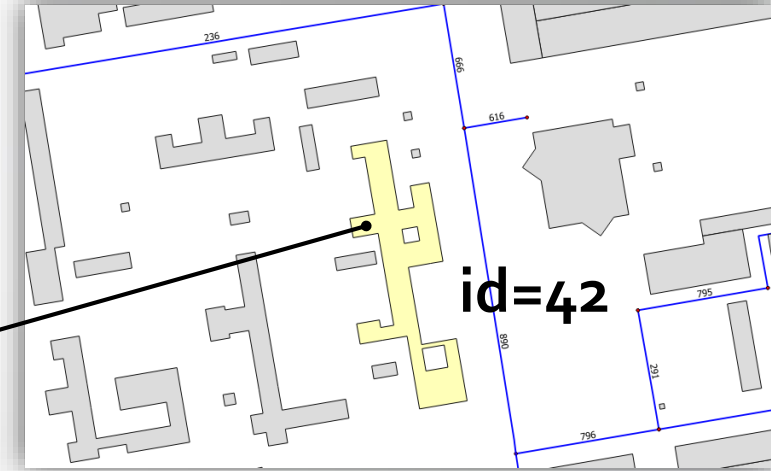


Анализ населённости и занятости



Geometry(Polygon, <SRID>)

Geometry(Polygon, <SRID>)



```
SELECT z.id, b.id, b.type
FROM zones z
JOIN buildings b
      ON st_contains(z.geom, b.geom)
WHERE b.id = 42
```

z.id	b.id	type
101	42	house

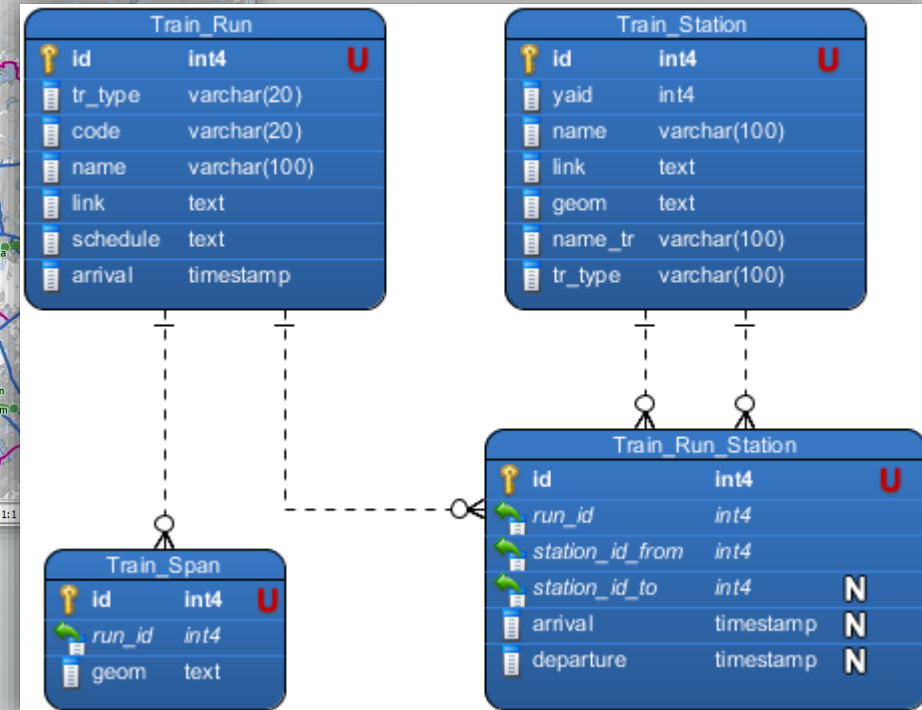
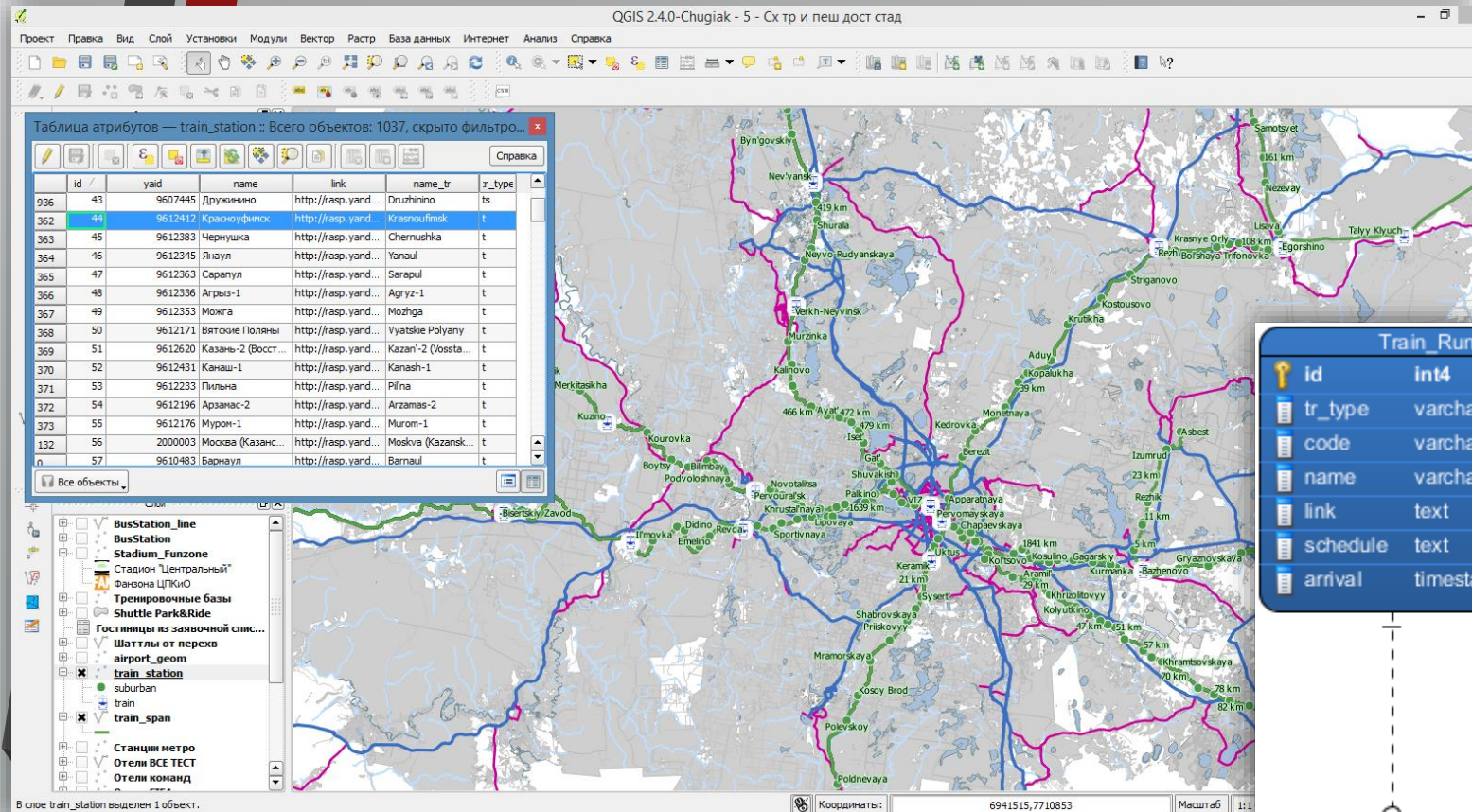


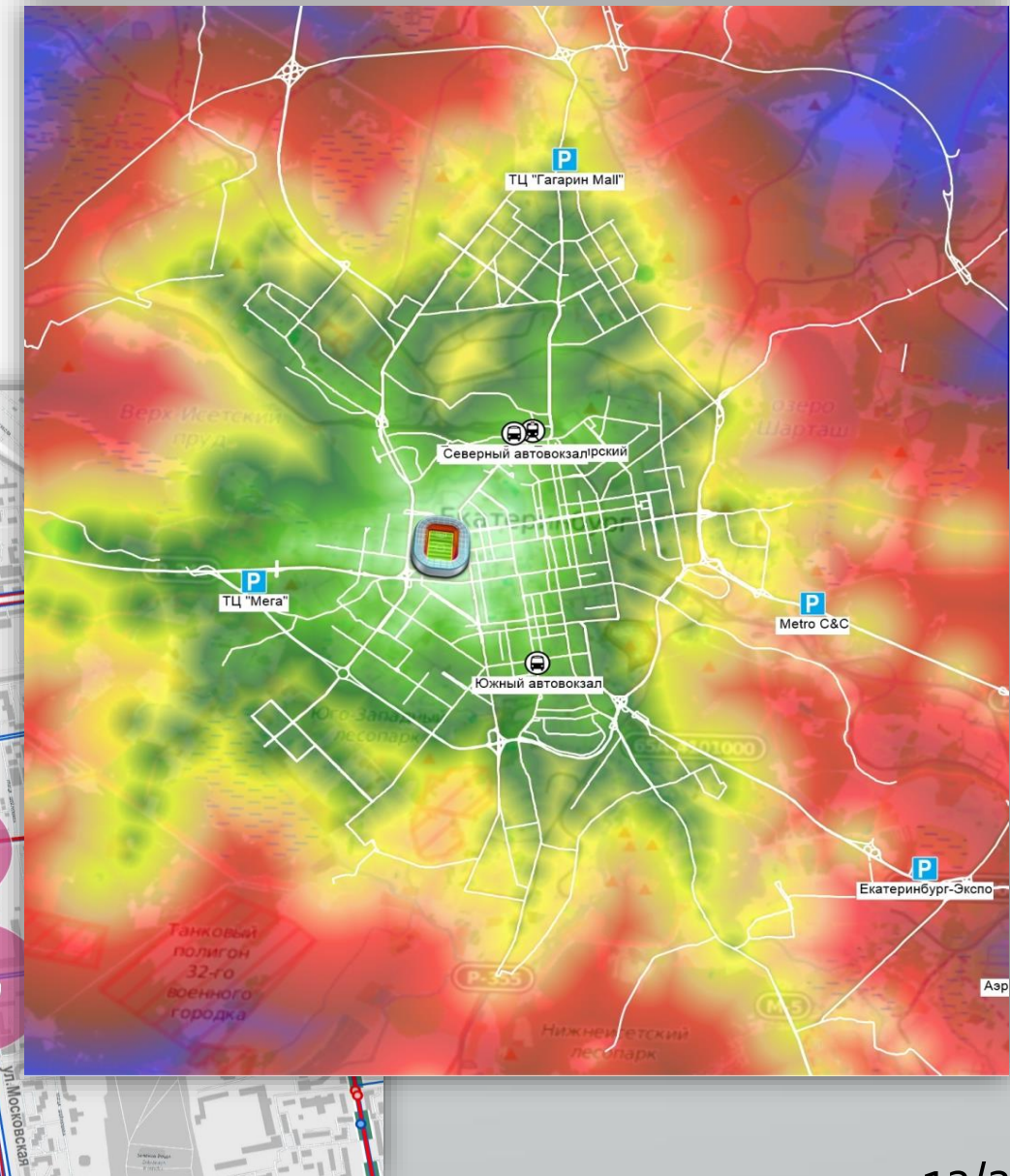
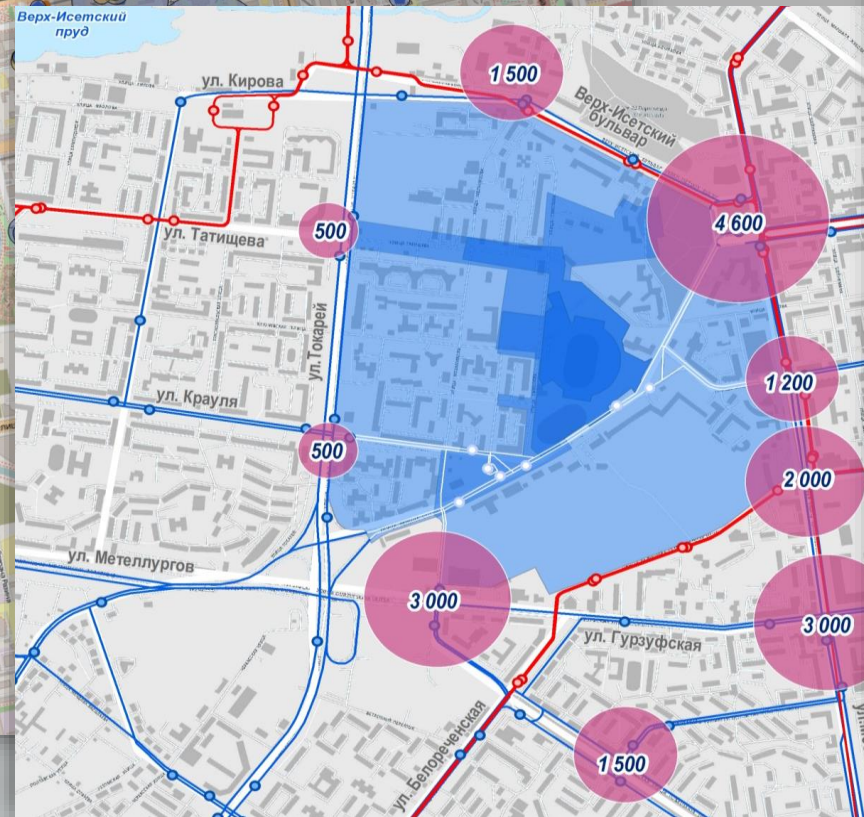
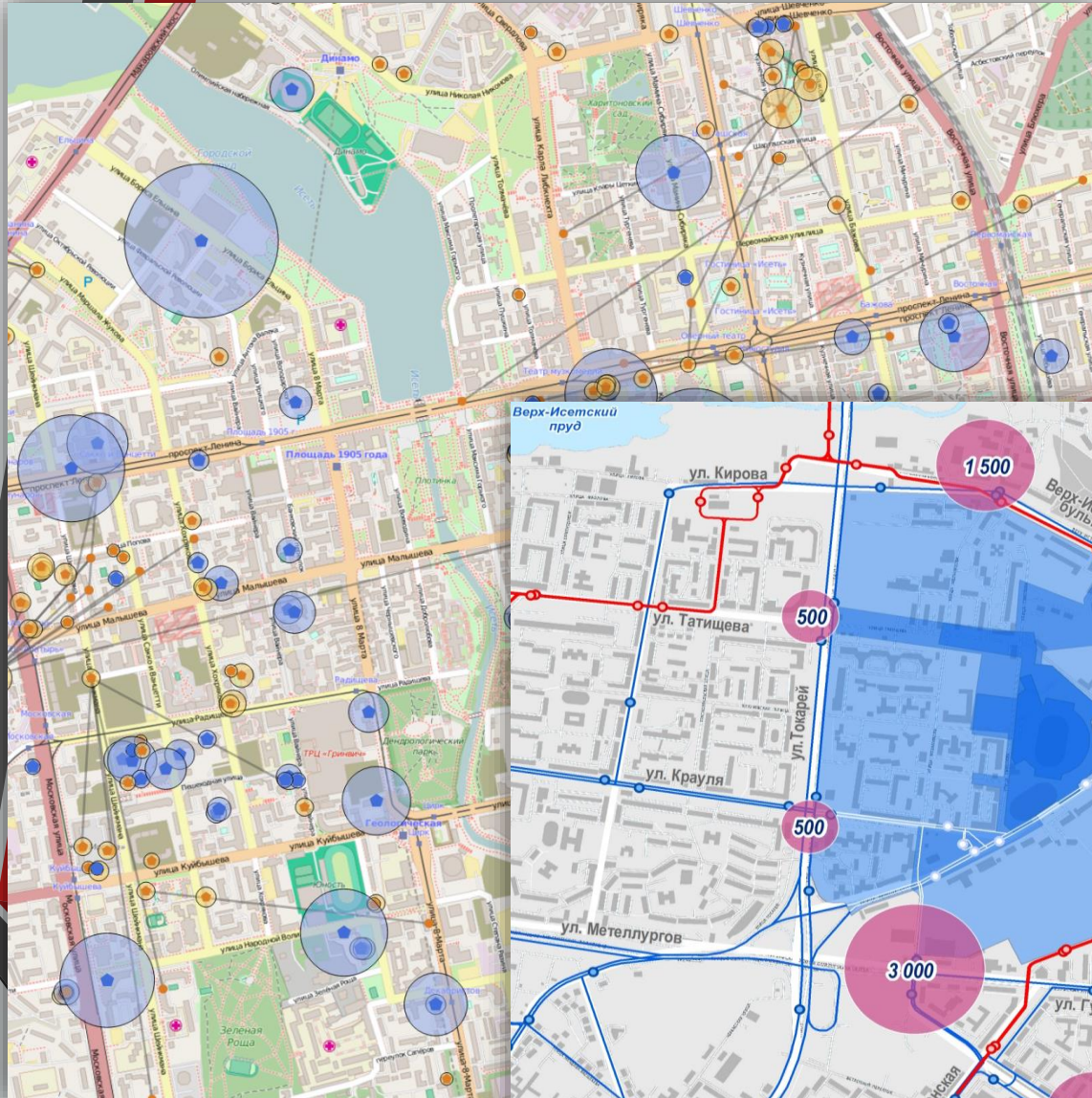
Анализ ж/д сообщения



ж/д сообщение:

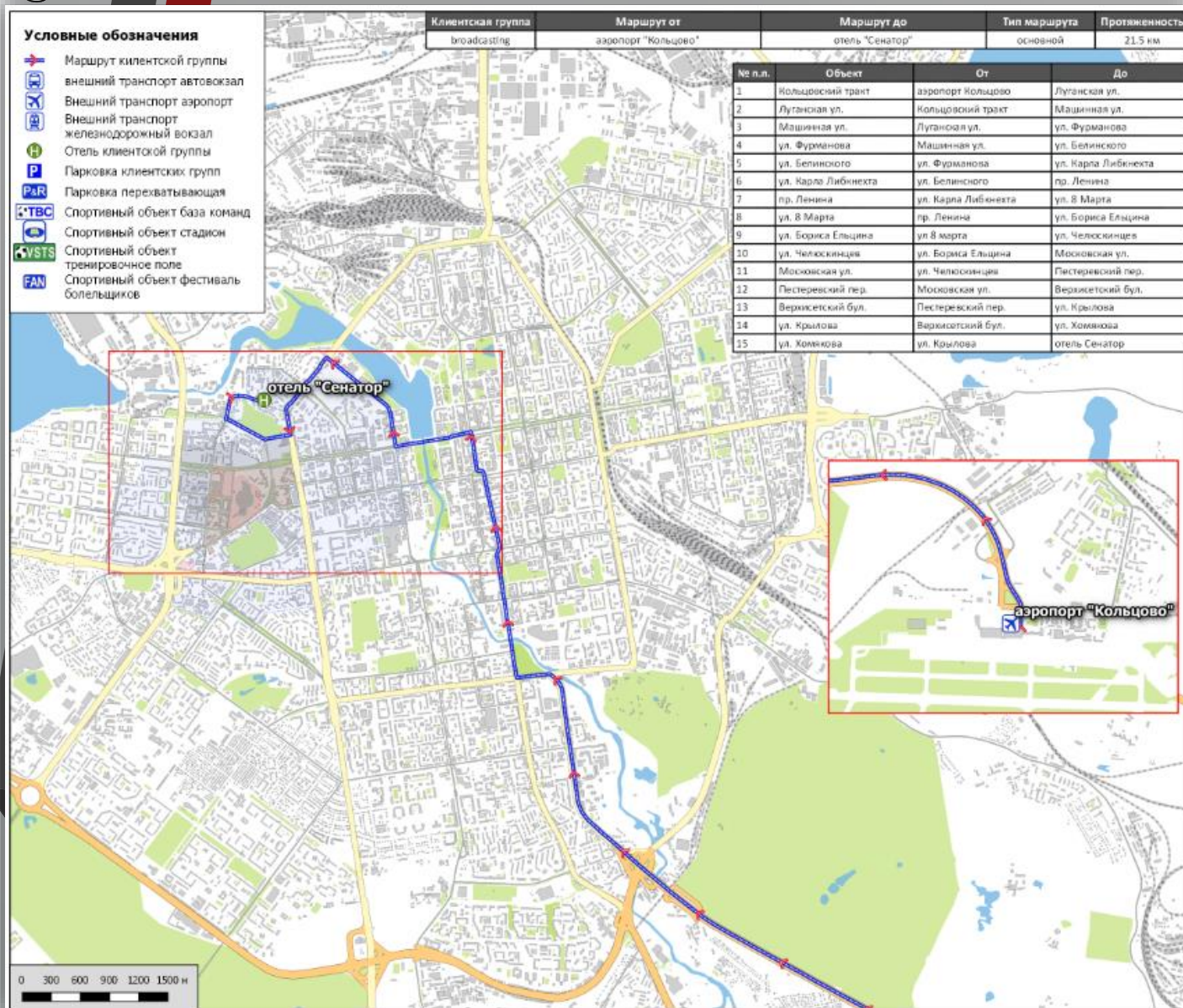
- 223 направления
- 8389 станций







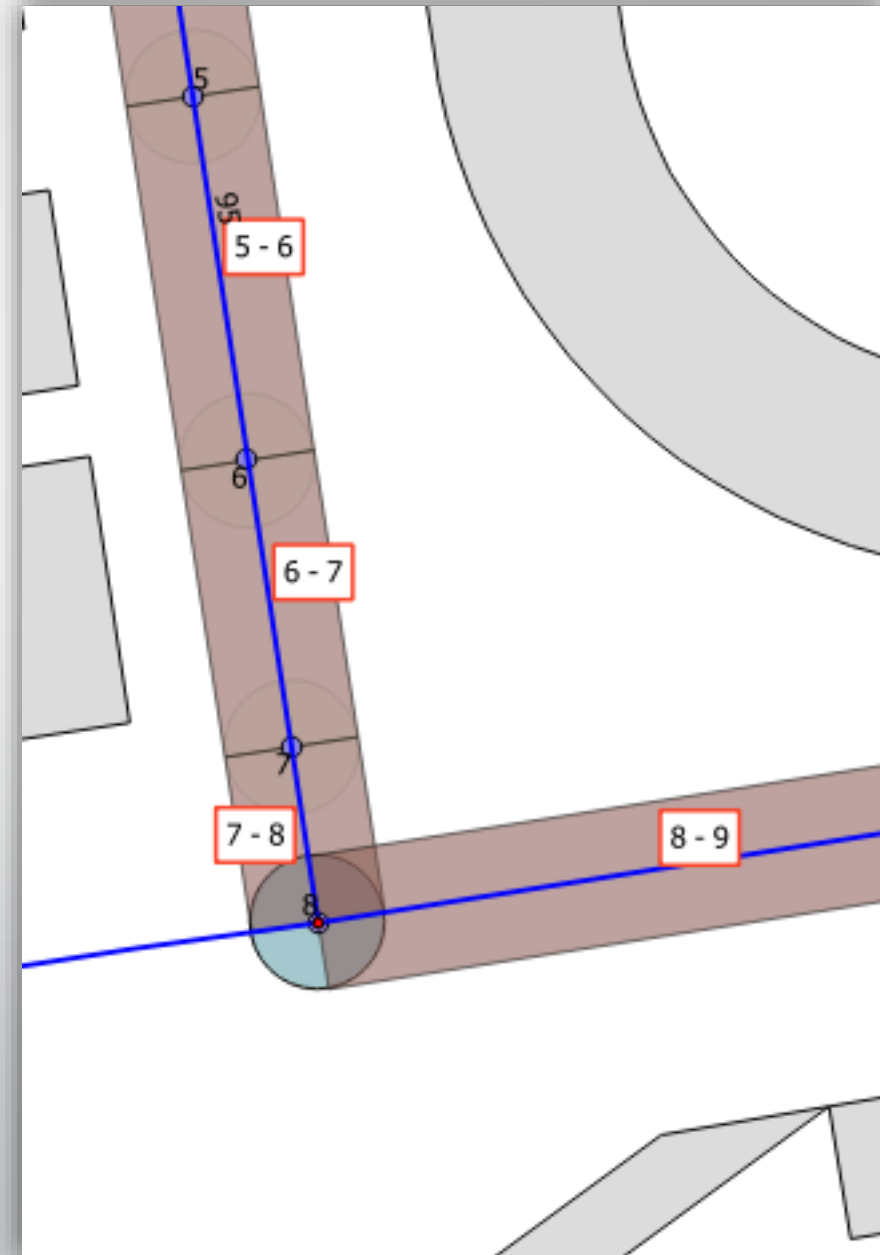
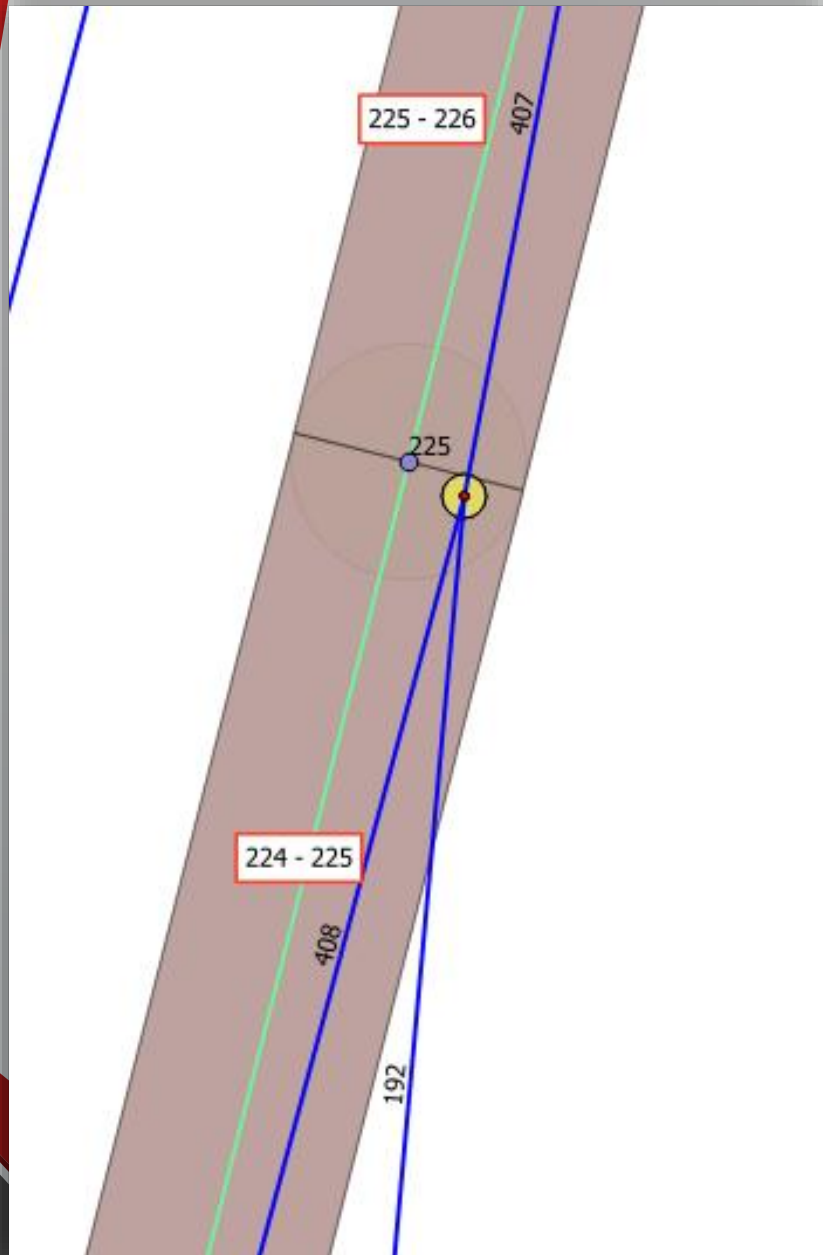
Маршруты клиентских групп



```
4
5 CREATE TABLE last_mile.routes_for_mvd_mls_1
6 (
7     id INTEGER NOT NULL DEFAULT nextval('last_
8     geom geometry(LineString,32641),
9     c_group CHARACTER VARYING(20),
10    r_from CHARACTER VARYING(255),
11    r_to CHARACTER VARYING(255),
12    r_type CHARACTER VARYING(20),
13    length CHARACTER VARYING(10),
14    schemename CHARACTER VARYING(254),
15    r_family CHARACTER VARYING(7),
16    split TEXT,
17    slew BOOLEAN,
18    img INTEGER,
19    "2015_12_01" BOOLEAN,
20    "2016_04_01" BOOLEAN,
21    "2016_09_01" BOOLEAN,
22    r_cars INTEGER,
23    r_vans INTEGER,
24    r_buses INTEGER,
```



Погрешность не проблема





Погрешность не проблема

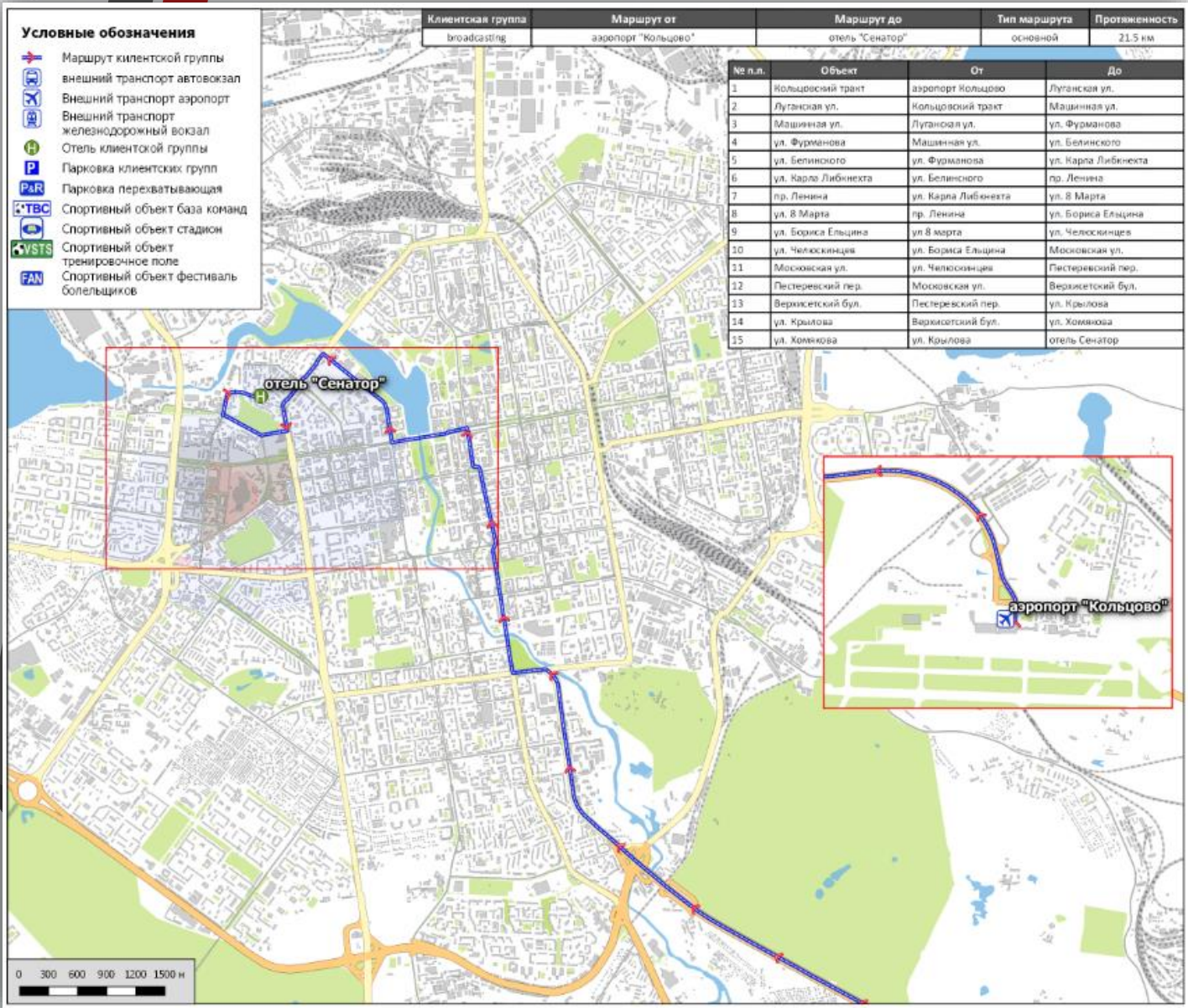


```
1 with s as (  
2   with s02 as (  
3     WITH s01_1 as (  
4       -- пересечение буффером точек small_graph  
5       with s01 as (  
6         -- пары точек откуда-куда для роута, с сегментами и  
7         -- бкффером 5 метров  
8         with s0 as (  
9           -- разбиение роута на точки-вертексы  
10          select (st_dumpoints(geom)).path[1]  
11            , (st_dumpoints(geom)).geom  
12            , geom line_geom, id  
13          from last_mile.routes_for_mvd_mls_16022016  
14          where id = 2  
15            and "2016_09_01" = true  
16        )  
17        select s1.path node_from, s1.geom geom_from,  
18              s2.path node_to, s2.geom geom_to, s1.line_geom  
19              , ST_Buffer(ST_LineSubstring(  
20                s1.line_geom,  
21                ST_LineLocatePoint(s1.line_geom, s1.geom),  
22                ST_LineLocatePoint(s1.line_geom, s2.geom)  
23              ), 5) geom, s1.id route_id  
24        from s0 s1  
25        join s0 s2 on s1.path+1 = s2.path  
26      )  
27      select --row_number() over(order by min(s.node_from)) id0,  
28            route_id,  
29            s01.node_from n1,  
30            s01.node_to n2,  
31            p.id,  
32            s01.node_from - row_number()  
33              over(partition by p.id order by s01.node_from) att,  
34            st_distance(s01.geom_from, p.geom) dist,  
35            p.geom  
36        from s01  
37        join for_drawings.small_graph_points p on ST_INTERSECTS(p.  
38          geom, s01.geom)  
39        --group by id, p.geom, route_id  
40        order by n1, dist  
41      ),  
42      s01_2 as (  
43        select  
44          route_id,  
45          min(n1) n1,  
46          min(n2) n2,  
47          id,  
48          geom  
49        from s01_1  
50        group by id, att, geom, route_id  
51      )  
52      select  
53        row_number() over() id0,  
54        s01_2.*, s01_1.dist  
55      from s01_2  
56      join s01_1 on s01_2.id = s01_1.id  
57      where s01_2.n1 = s01_1.n1  
58      order by s01_2.n1, s01_1.dist  
59    )  
60    SELECT s1.id0, s1.route_id, s1.id p_from, s2.id p_to  
61    from s02 s1  
62    join s02 s2 on s1.id0 + 1 = s2.id0  
63    order by s1.id0  
64  ),  
65  sg as (  
66    select s.id link_id  
67    --, s.geom  
68    , p1.id node_from, p2.id node_to  
69    from for_drawings.smallgraf_for_routes_line s  
70    join for_drawings.small_graph_points p1 on st_startpoint(s.geom) =  
71    p1.geom  
72    join for_drawings.small_graph_points p2 on st_endpoint(s.geom) = p2  
73    .geom  
74  )  
75  select s1.*, sg.*  
76    , r.r_cars, r.r_vans, r.r_buses  
77  from s s1  
78  left join sg sg on (s1.p_from = sg.node_from and s1.p_to = sg.node_to)  
79  or ((s1.p_from = sg.node_to and s1.p_to = sg.node_from))  
80  join last_mile.routes_for_mvd_mls_16022016 r on s1.route_id = r.id
```

```
37      geom, s01.geom)  
38      --group by id, p.geom, route_id  
39      order by n1, dist  
40    ),  
41    s01_2 as (  
42      select  
43        route_id,  
44        min(n1) n1,  
45        min(n2) n2,  
46        id,  
47        geom  
48      from s01_1  
49      group by id, att, geom, route_id  
50    )  
51    select  
52      row_number() over() id0,  
53      s01_2.*, s01_1.dist  
54    from s01_2  
55    join s01_1 on s01_2.id = s01_1.id  
56    where s01_2.n1 = s01_1.n1  
57    order by s01_2.n1, s01_1.dist  
58  )  
59  SELECT s1.id0, s1.route_id, s1.id p_from, s2.id p_to  
60  from s02 s1  
61  join s02 s2 on s1.id0 + 1 = s2.id0  
62  order by s1.id0  
63  ),  
64  sg as (  
65    select s.id link_id  
66    --, s.geom  
67    , p1.id node_from, p2.id node_to  
68    from for_drawings.smallgraf_for_routes_line s  
69    join for_drawings.small_graph_points p1 on st_startpoint(s.geom) =  
70    p1.geom  
71    join for_drawings.small_graph_points p2 on st_endpoint(s.geom) = p2  
72    .geom  
73  )  
74  select s1.*, sg.*  
75    , r.r_cars, r.r_vans, r.r_buses  
76  from s s1  
77  left join sg sg on (s1.p_from = sg.node_from and s1.p_to = sg.node_to)  
78  or ((s1.p_from = sg.node_to and s1.p_to = sg.node_from))  
79  join last_mile.routes_for_mvd_mls_16022016 r on s1.route_id = r.id
```



Трассировка маршрутов



№ п.п.	Объект	От	До
1	Кольцовский тракт	аэропорт Кольцово	Луганская ул.
2	Луганская ул.	Кольцовский тракт	Машинная ул.
3	Машинная ул.	Луганская ул.	ул. Фурманова
4	ул. Фурманова	Машинная ул.	ул. Белинского
5	ул. Белинского	ул. Фурманова	ул. Карла Либкнехта
6	ул. Карла Либкнехта	ул. Белинского	пр. Ленина
7	пр. Ленина	ул. Карла Либкнехта	ул. 8 Марта
8	ул. 8 Марта	пр. Ленина	ул. Бориса Ельцина
9	ул. Бориса Ельцина	ул 8 марта	ул. Челюскинцев
10	ул. Челюскинцев	ул. Бориса Ельцина	Московская ул.
11	Московская ул.	ул. Челюскинцев	Пестеревский пер.
12	Пестеревский пер.	Московская ул.	Верхисетский бул.
13	Верхисетский бул.	Пестеревский пер.	ул. Крылова
14	ул. Крылова	Верхисетский бул.	ул. Хомякова
15	ул. Хомякова	ул. Крылова	отель Сенатор



Трассировка маршрутов



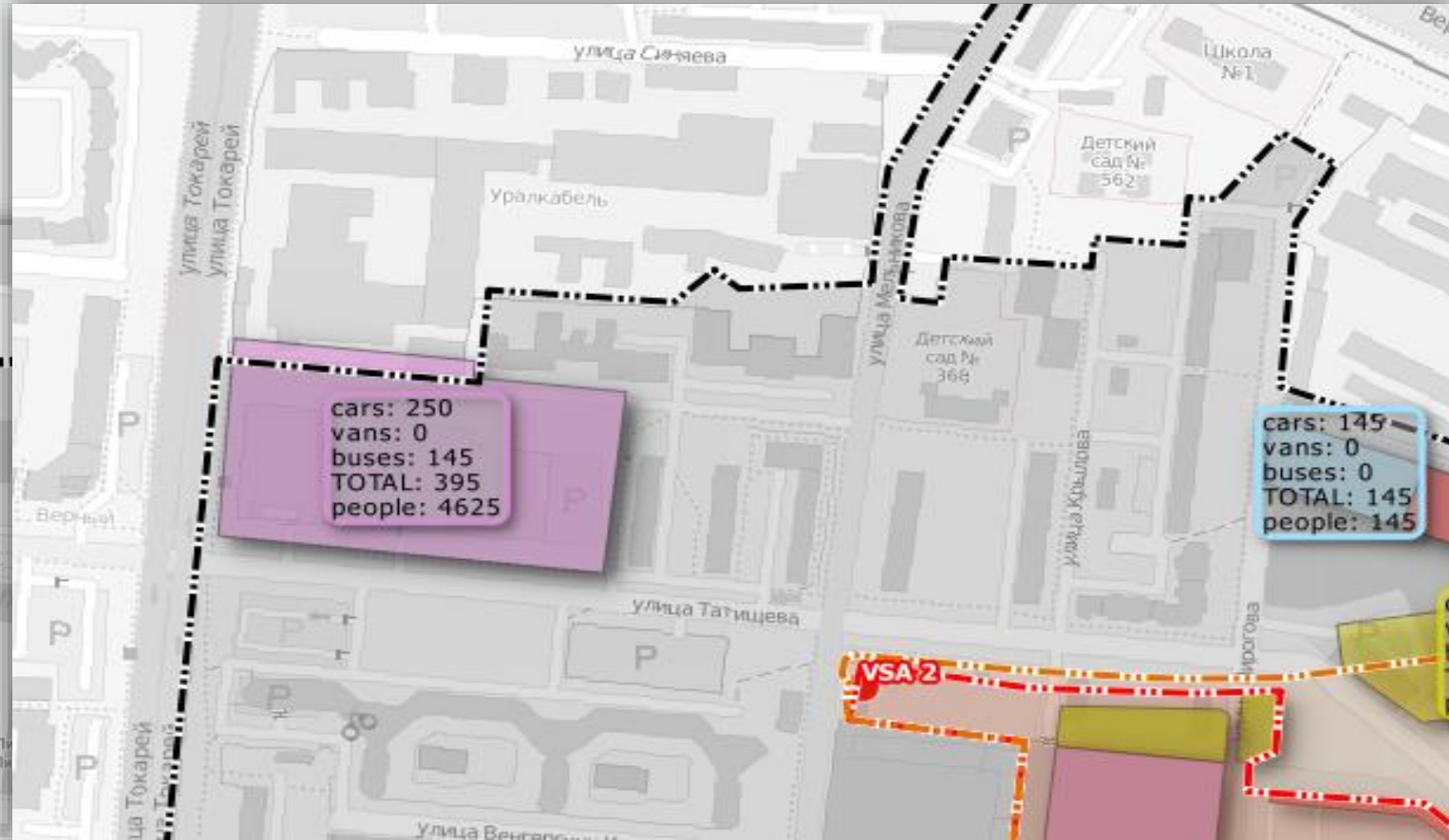
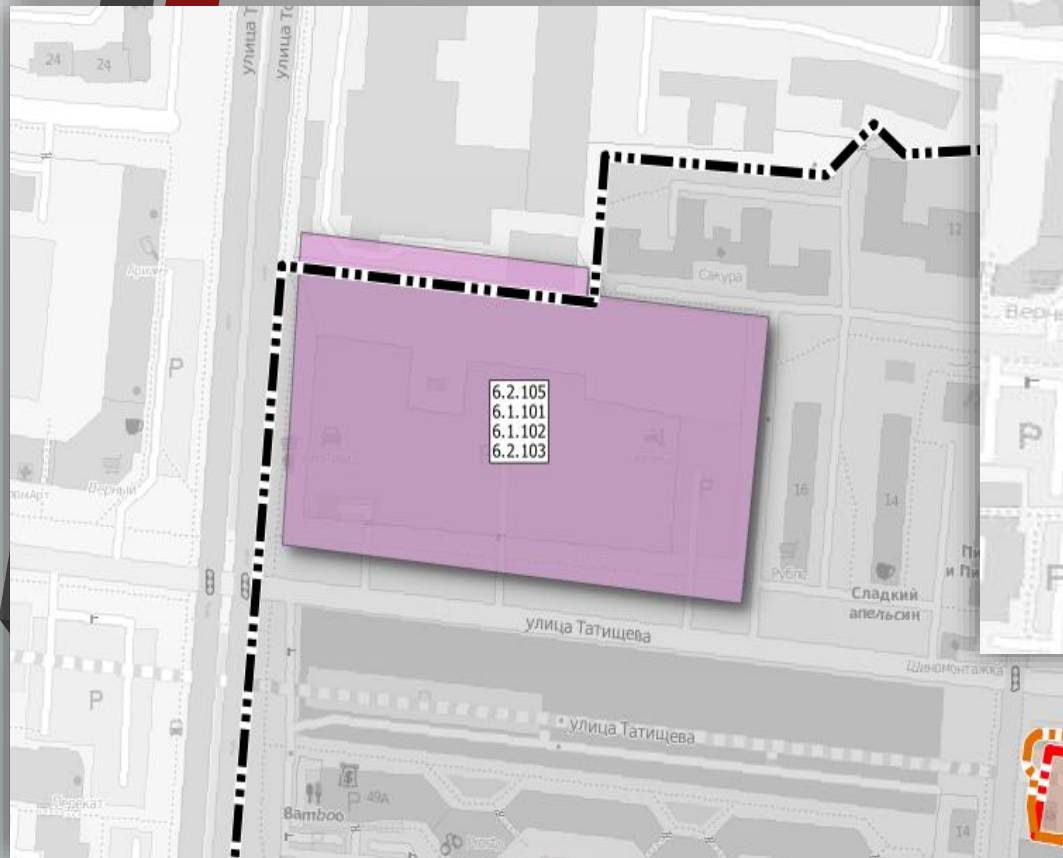
```
1 with s as (  
2   with x as (  
3     with p as (  
4       -- path[1] for linestring and [2] for multiline  
5       select (st_dumpoints(geom)).path[1], (st_dumpoints(  
6         geom)).geom from last_mile.routes_for_mvd_mls_16022016  
7       )  
8     )  
9     c as (  
10      with r as (  
11        select *, st_buffer(geom, 6) geom_buf from last_mile  
12        .routes_for_mvd_mls_16022016  
13        where id = $1  
14      )  
15      select r.id r_id, c.id, c.name_1, c.name_2, c.geom from  
16      last_mile.crossings_name_a c, r  
17      where st_intersects(c.geom, r.geom_buf) and c.  
18      walkthrough is true  
19    )  
20    select *, min(st_distance(c.geom, p.geom)) over (partition  
21      by id) min, st_distance(c.geom, p.geom) dst from c, p  
22  )  
23  select r_id, id, name_1, name_2, path, row_number() over (order  
24    by path) rown from x  
25  where min = dst  
26  order by path  
27  ),  
28  s0 as (  
29    SELECT s1.r_id, s1.name_1 name_1_1, s1.name_2 name_1_2, s1.rown  
30    rown_1, s2.name_1 name_2_1, s2.name_2 name_2_2, s2.rown rown_2,  
31    case when (s1.name_1 = s2.name_1 or s1.name_1 = s2.  
32      name_2)  
33      and not(position(',', ' in s1.name_2) > 0 and  
34        position(',', ' in s2.name_2) > 0) -- {C}{C,D,E} |  
35        {E}{C,D,E}  
36      and NOT(s1.name_1 = s2.name_1 and s1.name_2 = s2  
37        .name_2 AND NOT(s1.name_1 = s1.name_2)) -- {A}{B  
38        } | {A}{B}  
39      AND NOT(s1.name_1 = s2.name_2 and s1.name_2 = s2  
40        .name_1 AND NOT(s1.name_1 = s1.name_2)) -- {A}{B  
41        } | {B}{A} (мосты в т.ч)  
42    then s1.name_1  
43    WHEN (s1.name_2 = s2.name_1 or s1.name_2 = s2.name_2)  
44      and NOT(position(',', ' in s1.name_2) > 0 and  
45        position(',', ' in s2.name_2) > 0) -- {C}{C,D,E} |  
46        {E}{C,D,E}  
47      and NOT(s1.name_1 = s2.name_1 and s1.name_2 = s2  
48        .name_2 AND NOT(s1.name_1 = s1.name_2)) -- {A}{B  
49        } | {A}{B}  
50      AND NOT(s1.name_1 = s2.name_2 and s1.name_2 = s2  
51        .name_1 AND NOT(s1.name_1 = s1.name_2)) -- {A}{B  
52        } | {B}{A} (мосты в т.ч)  
53    then s1.name_2  
54    WHEN position(',', ' in s1.name_2) > 0 and position(',',  
55      ' in s2.name_2) > 0  
56    THEN s2.name_1  
57    END "в створе",  
58    position(',', ' in s1.name_2) n12, position(',', ' in s2.  
59      name_2) n22  
60  FROM s1 join s2 on s1.rown = (s2.rown - 1) AND s1.r_id = s2.  
61  r_id  
62  ORDER BY s1.r_id, s1.rown  
63  ),  
64  s01 as (  
65    select min(x1.r_id) r_id, max(x1."в створе") "в створе", min(x1.  
66      rown_1), max(x1.rown_2),  
67    case when x1."в створе" = x2."в створе" or x2."в створе"  
68      is null OR (x1."в створе" is null and x2."в створе" =  
69      x3."в створе")  
70      then currval('ts') else nextval('ts') - 1 end gr  
71  FROM s0 x1  
72  left join s0 x2 on x1.rown_1 = x2.rown_1 - 1  
73  left join s0 x3 on x1.rown_1 = x3.rown_1 + 1  
74  group by gr  
75  order by min(x1.rown_1)  
76  ),  
77  sel as (  
78    SELECT s01.r_id, row_number() over () rn, s01."в створе", s01.  
79    min, s02.rown_1,  
80    s02.name_1_1, s02.name_1_2,  
81    case when s02.name_1_1 = s02.name_1_2 then s02.name_1_1  
82      when s02.name_1_1 = s01."в створе" and s02.name_1_2  
83      <> s01."в створе" and position(',', ' in s02.name_1_2)  
84      = 0 then s02.name_1_2  
85      when s02.name_1_2 = s01."в створе" and s02.name_1_1  
86      <> s01."в створе" then s02.name_1_1  
87    end "от",  
88    case when s03.name_2_1 = s03.name_2_2 then s03.name_2_1  
89      when position(',', ' in s03.name_2_1) > 0 and position(  
90      ',', ' in s03.name_2_2) > 0 then null  
91      when to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
92      'стадион')  
93      or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
94      'отель')  
95      or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery('СК')  
96      or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
97      'парковка')  
98      or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
99      'аэропорт')  
100      or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery('ЖД  
101      & Вокзал') -- or s03.name_2_1 like '%ЖД Вокзал%'  
102      then s03.name_2_1 -- название конечной/начальной  
103      точки д.б. на первом месте  
104    end "до"  
105  from s01  
106  join s0 s02 on s01.min = s02.rown_1  
107  join s0 s03 on s01.max = s03.rown_2  
108  where s01."в створе" is not null  
109  )  
110  select s1.r_id, s1.rn, s1."в створе",  
111  case when s1."от" is null then s2."в створе" else s1."от" end  
112  "от",  
113  case when s1."до" is null then s3."в створе" else s1."до" end  
114  "до"  
115  from sel s1  
116  left join sel s2 on s2.rn = s1.rn - 1  
117  left join sel s3 on s3.rn = s1.rn + 1
```

```
30 and NOT(position(',', ' in s1.name_2) > 0 and  
31 position(',', ' in s2.name_2) > 0) -- {C}{C,D,E} |  
32 {E}{C,D,E}  
33 and NOT(s1.name_1 = s2.name_1 and s1.name_2 = s2  
34 .name_2 AND NOT(s1.name_1 = s1.name_2)) -- {A}{B  
35 } | {A}{B}  
36 AND NOT(s1.name_1 = s2.name_2 and s1.name_2 = s2  
37 .name_1 AND NOT(s1.name_1 = s1.name_2)) -- {A}{B  
38 } | {B}{A} (мосты в т.ч)  
39 then s1.name_2  
40 WHEN position(',', ' in s1.name_2) > 0 and position(',',  
41 ' in s2.name_2) > 0  
42 THEN s2.name_1  
43 END "в створе",  
44 position(',', ' in s1.name_2) n12, position(',', ' in s2.  
45 name_2) n22  
46 FROM s1 join s2 on s1.rown = (s2.rown - 1) AND s1.r_id = s2.  
47 r_id  
48 ORDER BY s1.r_id, s1.rown  
49 ),  
50 s01 as (  
51 select min(x1.r_id) r_id, max(x1."в створе") "в створе", min(x1.  
52 rown_1), max(x1.rown_2),  
53 case when x1."в створе" = x2."в створе" or x2."в створе"  
54 is null OR (x1."в створе" is null and x2."в створе" =  
55 x3."в створе")  
56 then currval('ts') else nextval('ts') - 1 end gr  
57 FROM s0 x1  
58 left join s0 x2 on x1.rown_1 = x2.rown_1 - 1  
59 left join s0 x3 on x1.rown_1 = x3.rown_1 + 1  
60 group by gr  
61 order by min(x1.rown_1)  
62 ),  
63 sel as (  
64 SELECT s01.r_id, row_number() over () rn, s01."в створе", s01.  
65 min, s02.rown_1,  
66 s02.name_1_1, s02.name_1_2,  
67 case when s02.name_1_1 = s02.name_1_2 then s02.name_1_1  
68 when s02.name_1_1 = s01."в створе" and s02.name_1_2  
69 <> s01."в створе" and position(',', ' in s02.name_1_2)  
70 = 0 then s02.name_1_2  
71 when s02.name_1_2 = s01."в створе" and s02.name_1_1  
72 <> s01."в створе" then s02.name_1_1  
73 end "от",  
74 case when s03.name_2_1 = s03.name_2_2 then s03.name_2_1  
75 when position(',', ' in s03.name_2_1) > 0 and position(  
76 ',', ' in s03.name_2_2) > 0 then null  
77 when to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
78 'стадион')  
79 or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
80 'отель')  
81 or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery('СК')  
82 or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
83 'парковка')  
84 or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
85 'аэропорт')  
86 or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery('ЖД  
87 & Вокзал') -- or s03.name_2_1 like '%ЖД Вокзал%'  
88 then s03.name_2_1 -- название конечной/начальной  
89 точки д.б. на первом месте  
90 end "до"  
91 from s01  
92 join s0 s02 on s01.min = s02.rown_1  
93 join s0 s03 on s01.max = s03.rown_2  
94 where s01."в створе" is not null  
95 )  
96 select s1.r_id, s1.rn, s1."в створе",  
97 case when s1."от" is null then s2."в створе" else s1."от" end  
98 "от",  
99 case when s1."до" is null then s3."в створе" else s1."до" end  
100 "до"  
101 from sel s1  
102 left join sel s2 on s2.rn = s1.rn - 1  
103 left join sel s3 on s3.rn = s1.rn + 1
```

```
58 <> s01."в створе" then s02.name_1_1  
59 end "от",  
60 s03.name_2_1, s03.name_2_2,  
61 case when s03.name_2_1 = s03.name_2_2 then s03.name_2_1  
62 when position(',', ' in s03.name_2_1) > 0 and position(  
63 ',', ' in s03.name_2_2) > 0 then null  
64 when to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
65 'стадион')  
66 or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
67 'отель')  
68 or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery('СК')  
69 or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
70 'парковка')  
71 or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery(  
72 'аэропорт')  
73 or to_tsvector(s03.name_2_1) @@ to_tsquery('ЖД  
74 & Вокзал') -- or s03.name_2_1 like '%ЖД Вокзал%'  
75 then s03.name_2_1 -- название конечной/начальной  
76 точки д.б. на первом месте  
77 end "до"  
78 from s01  
79 join s0 s02 on s01.min = s02.rown_1  
80 join s0 s03 on s01.max = s03.rown_2  
81 where s01."в створе" is not null  
82 )  
83 select s1.r_id, s1.rn, s1."в створе",  
84 case when s1."от" is null then s2."в створе" else s1."от" end  
85 "от",  
86 case when s1."до" is null then s3."в створе" else s1."до" end  
87 "до"  
88 from sel s1  
89 left join sel s2 on s2.rn = s1.rn - 1  
90 left join sel s3 on s3.rn = s1.rn + 1
```

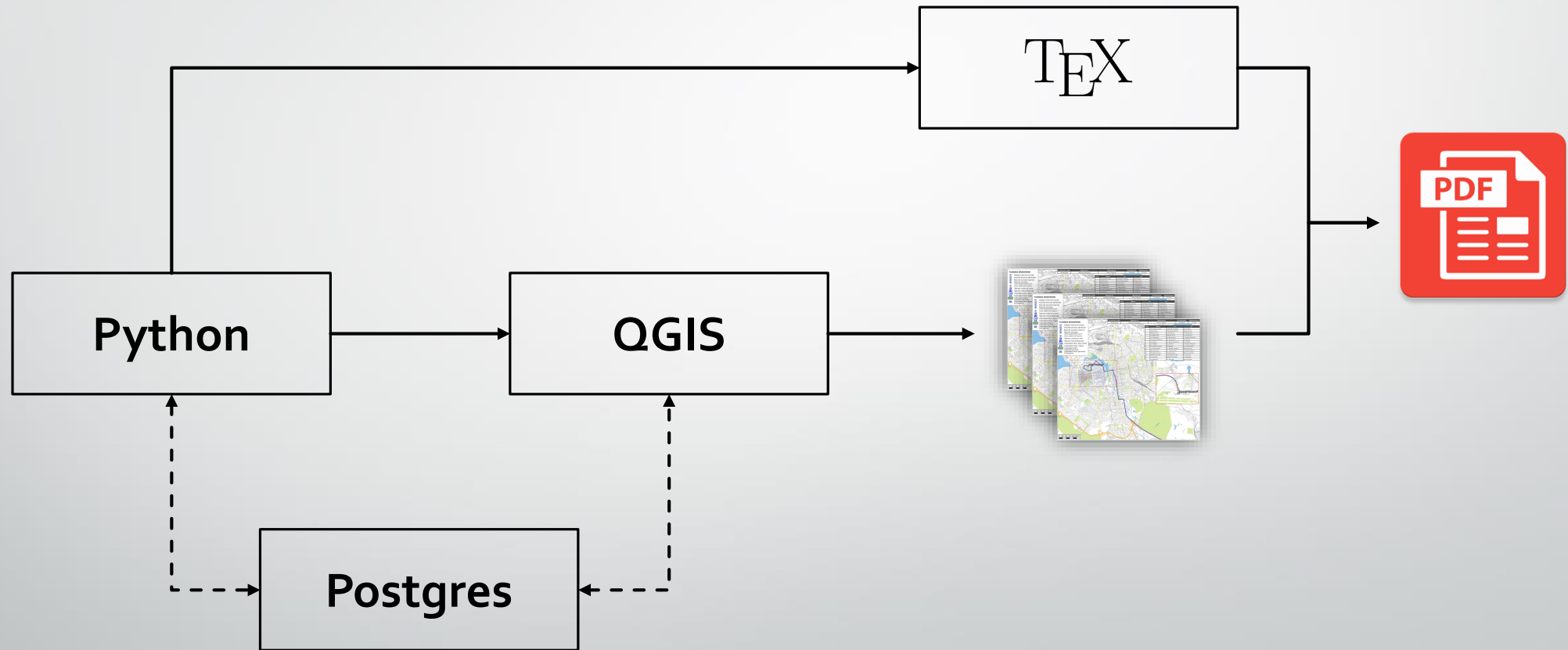


Один объект, разное представление



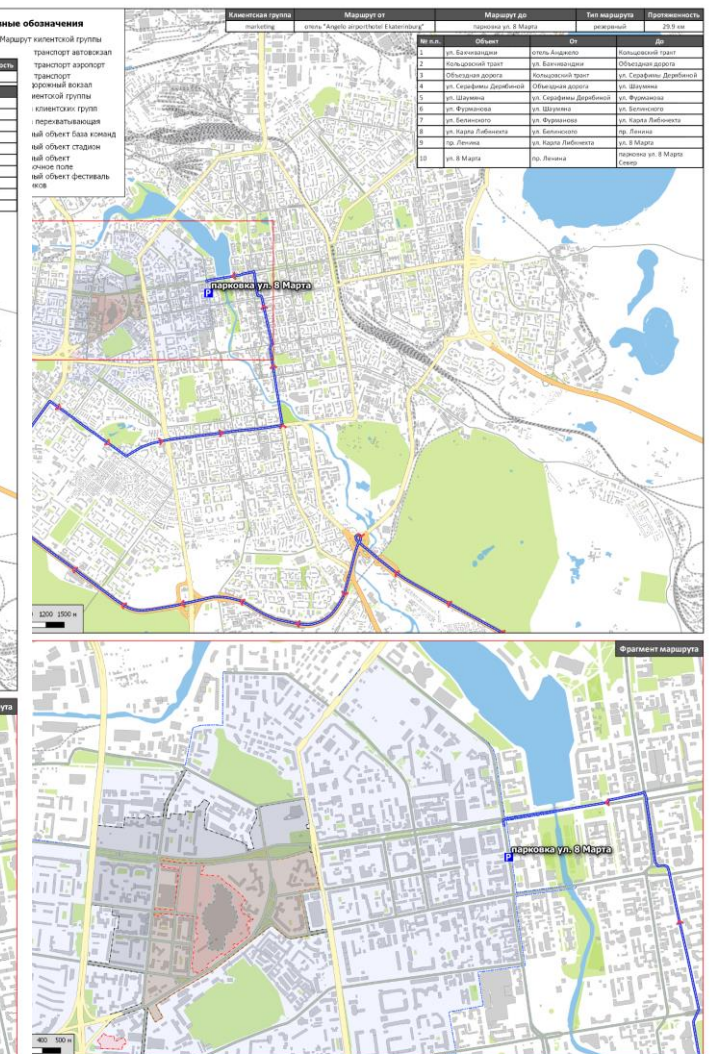
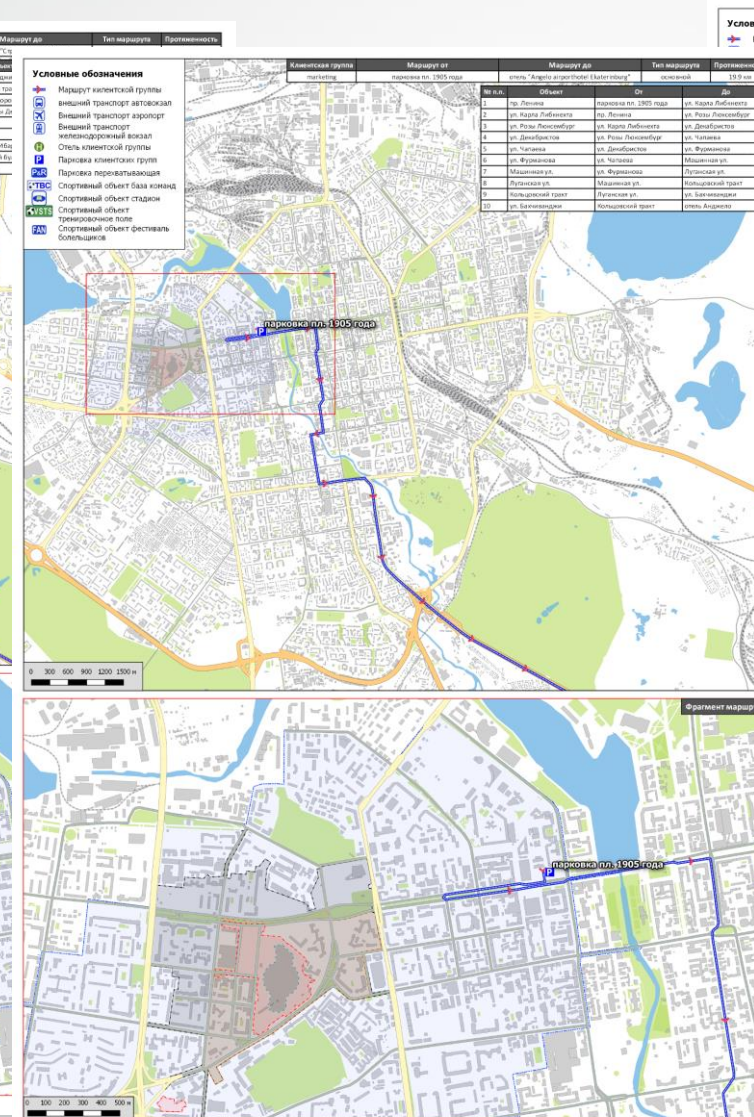
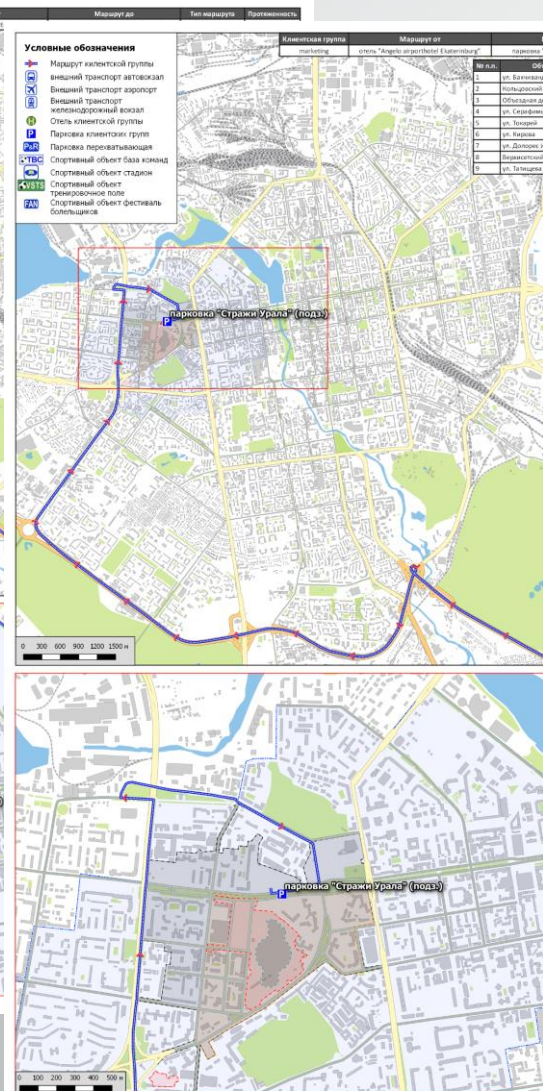
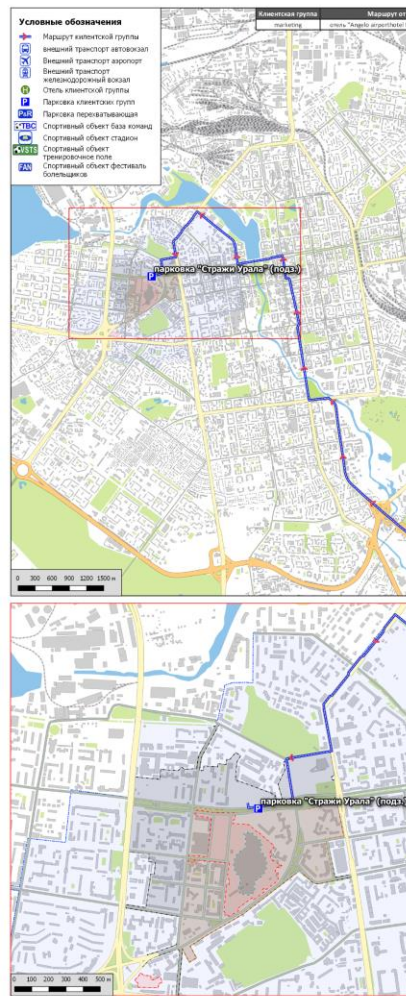


Автоматизированная генерация картографического материала



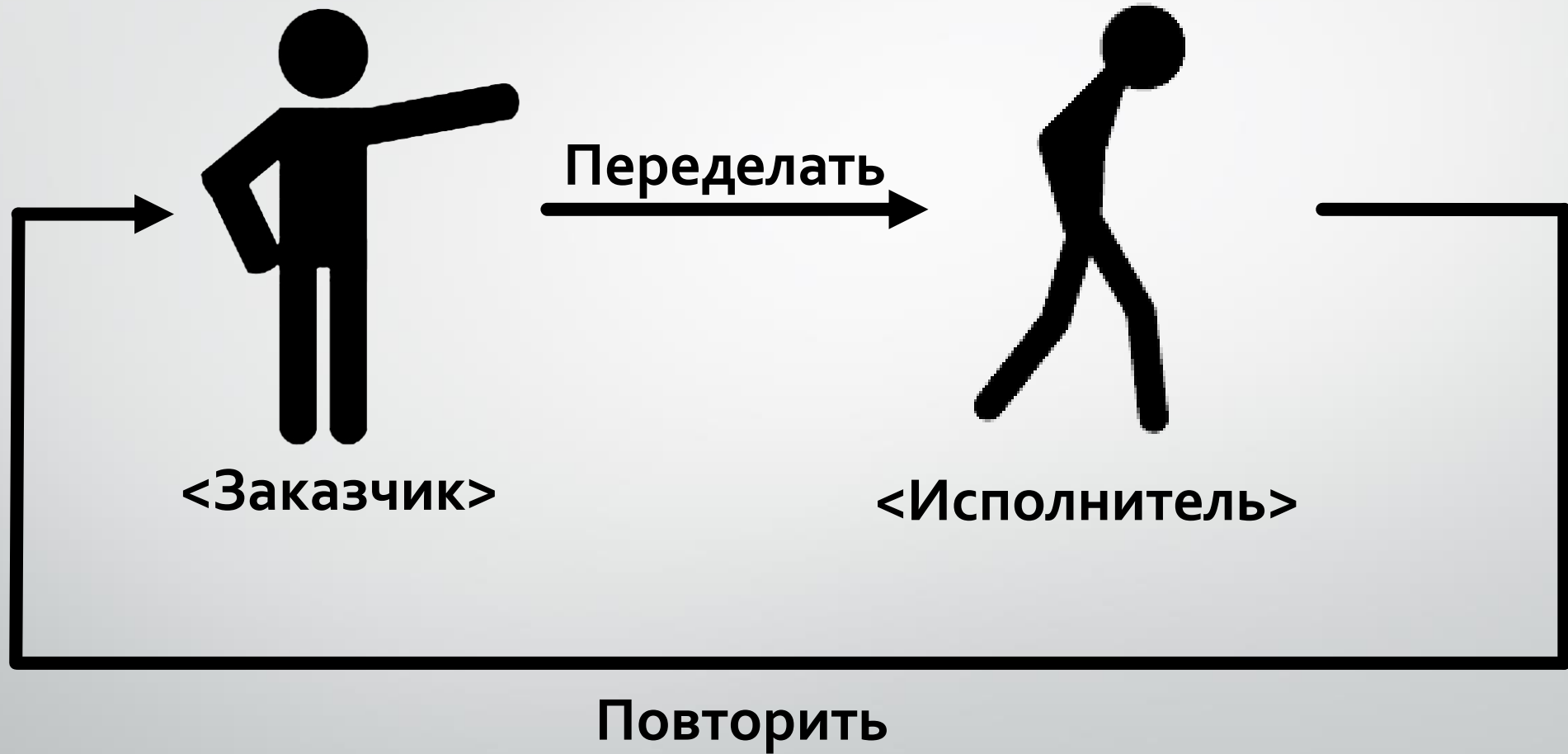


Автоматизированная генерация картографического материала





Стандартный процесс





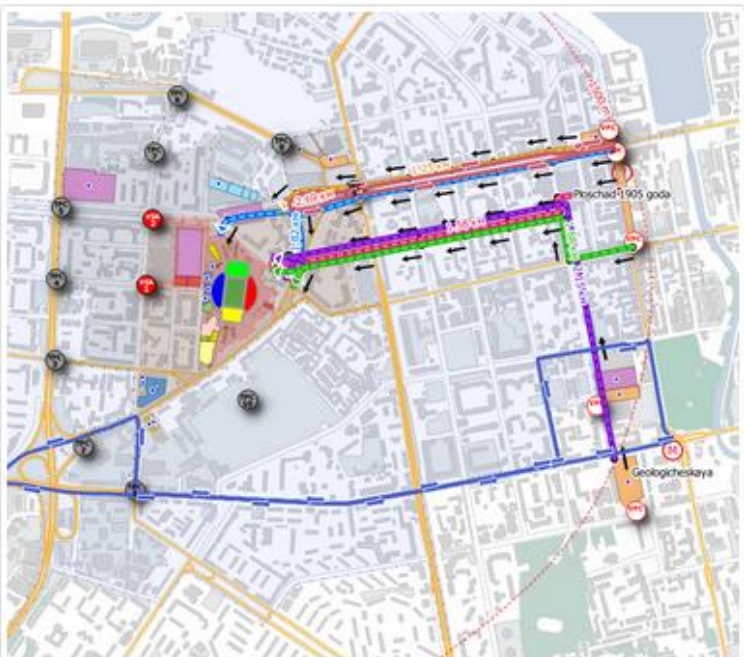
Веб-сервис



Транспортная интеграция

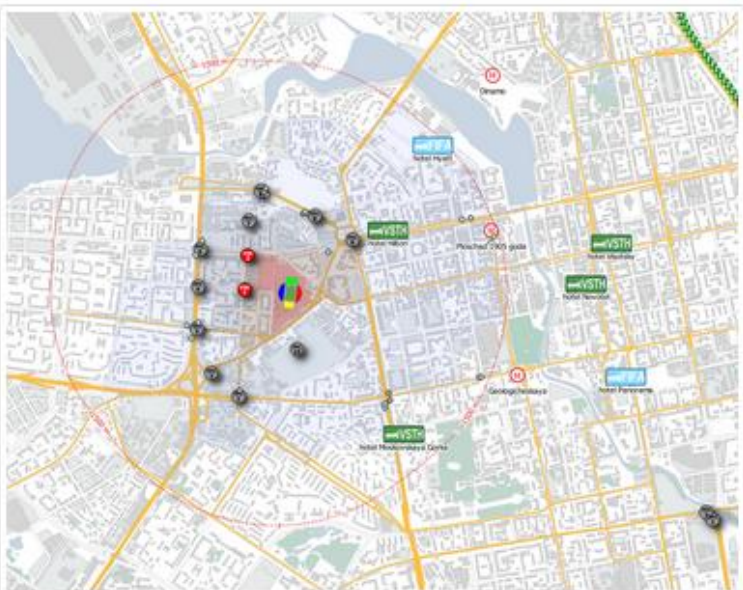
Веб карты

Отчетные материалы



Distant parking Shuttles Pedestrian

Открыть



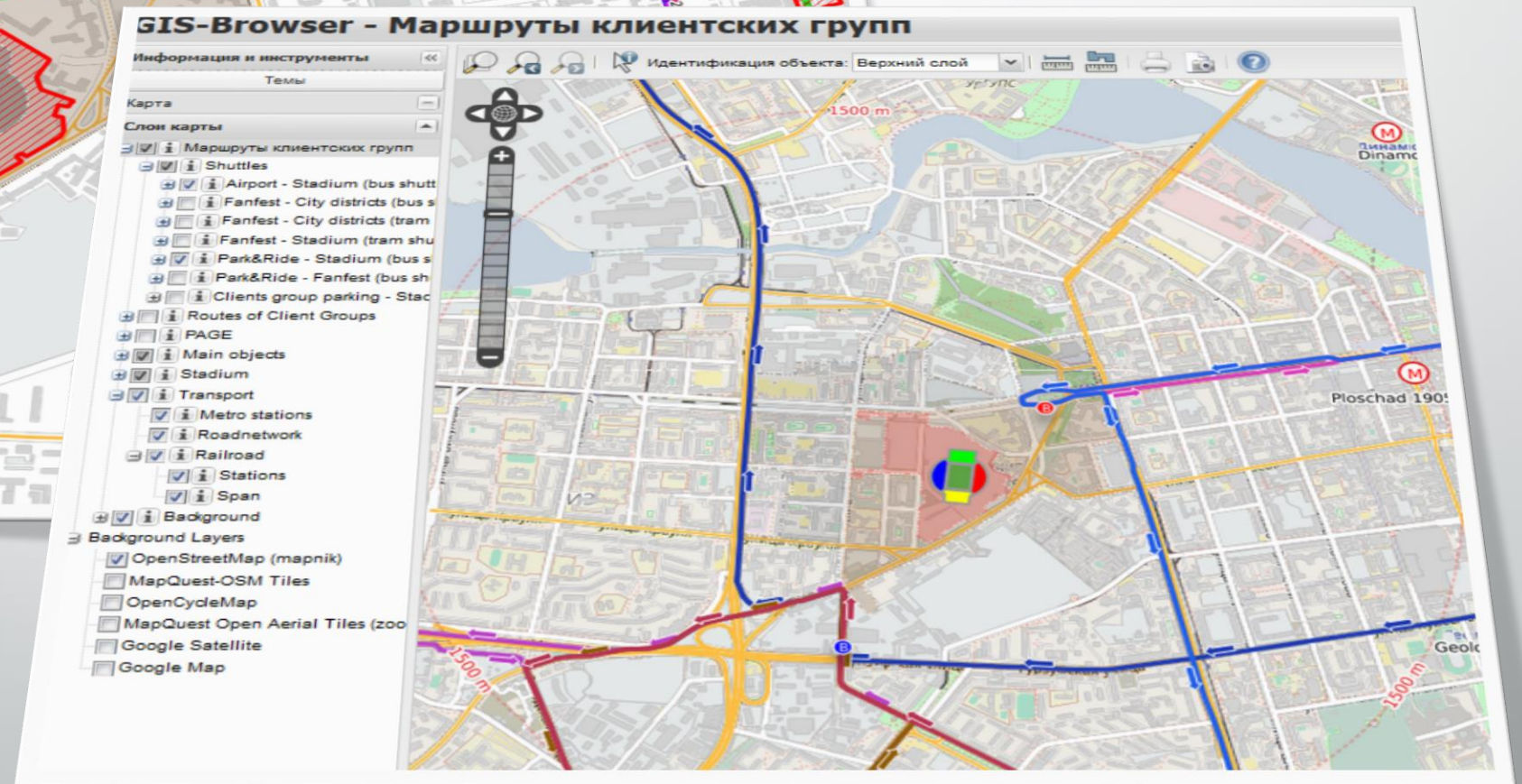
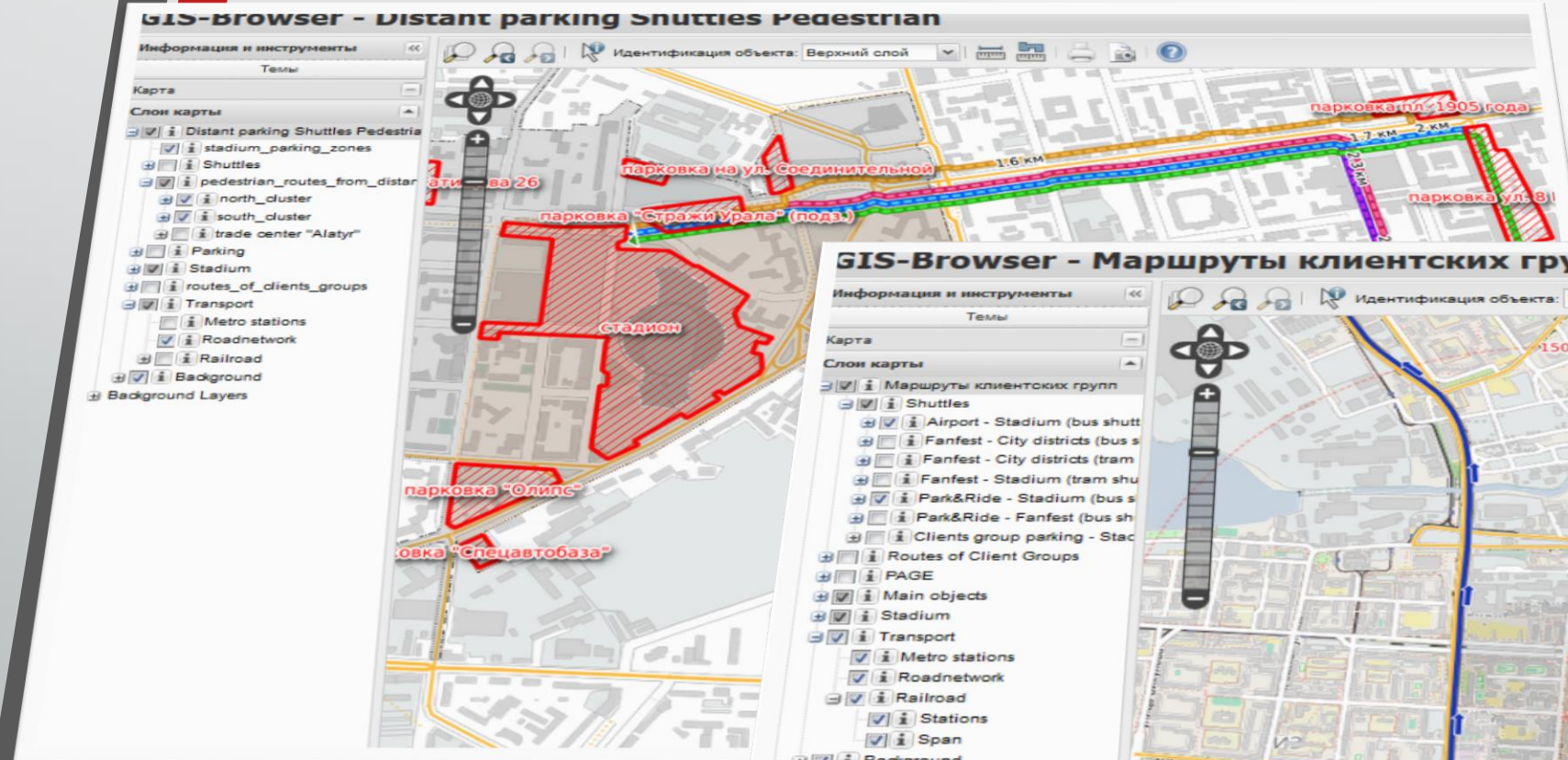
General Mobility Scheme [en]

Открыть



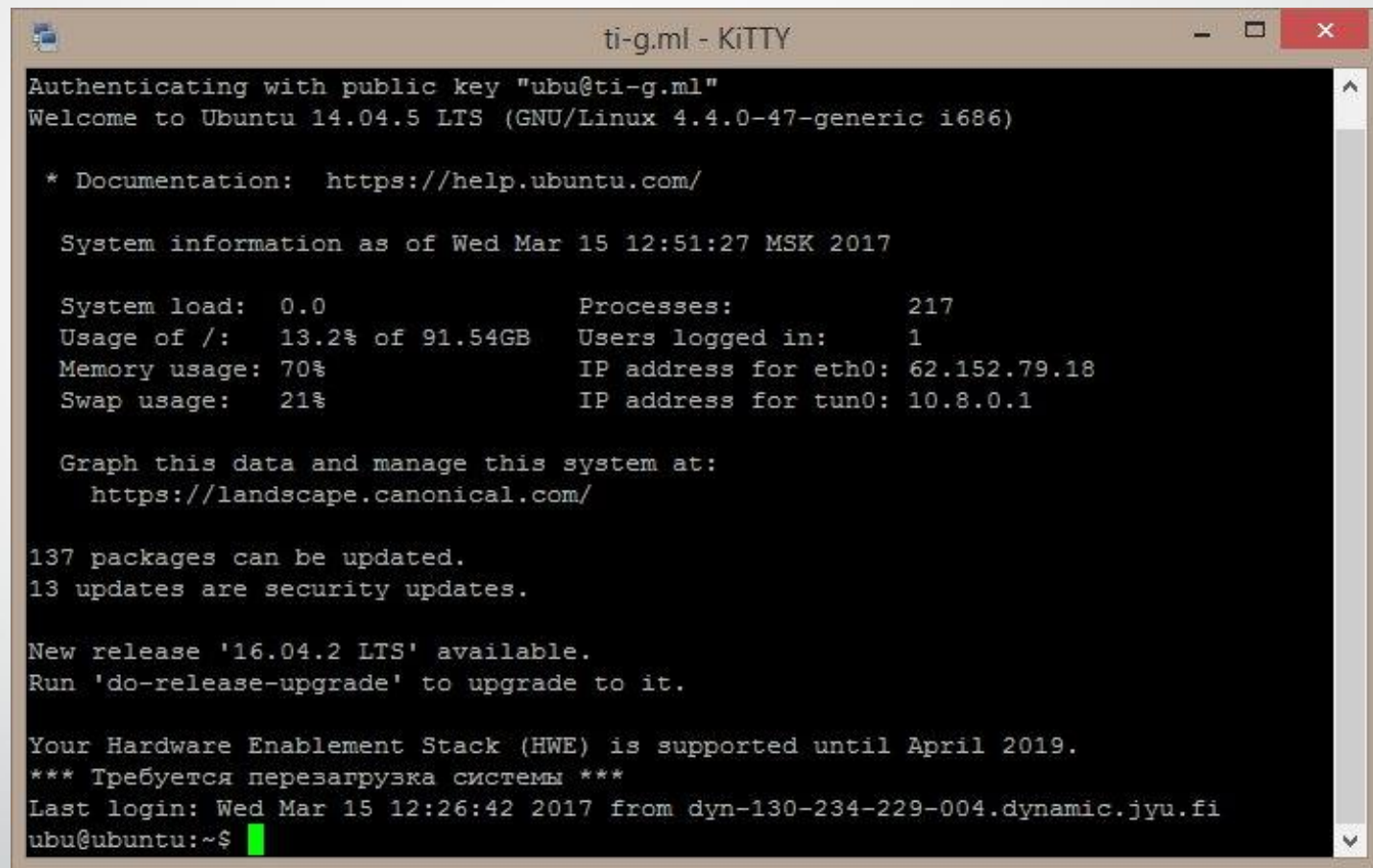
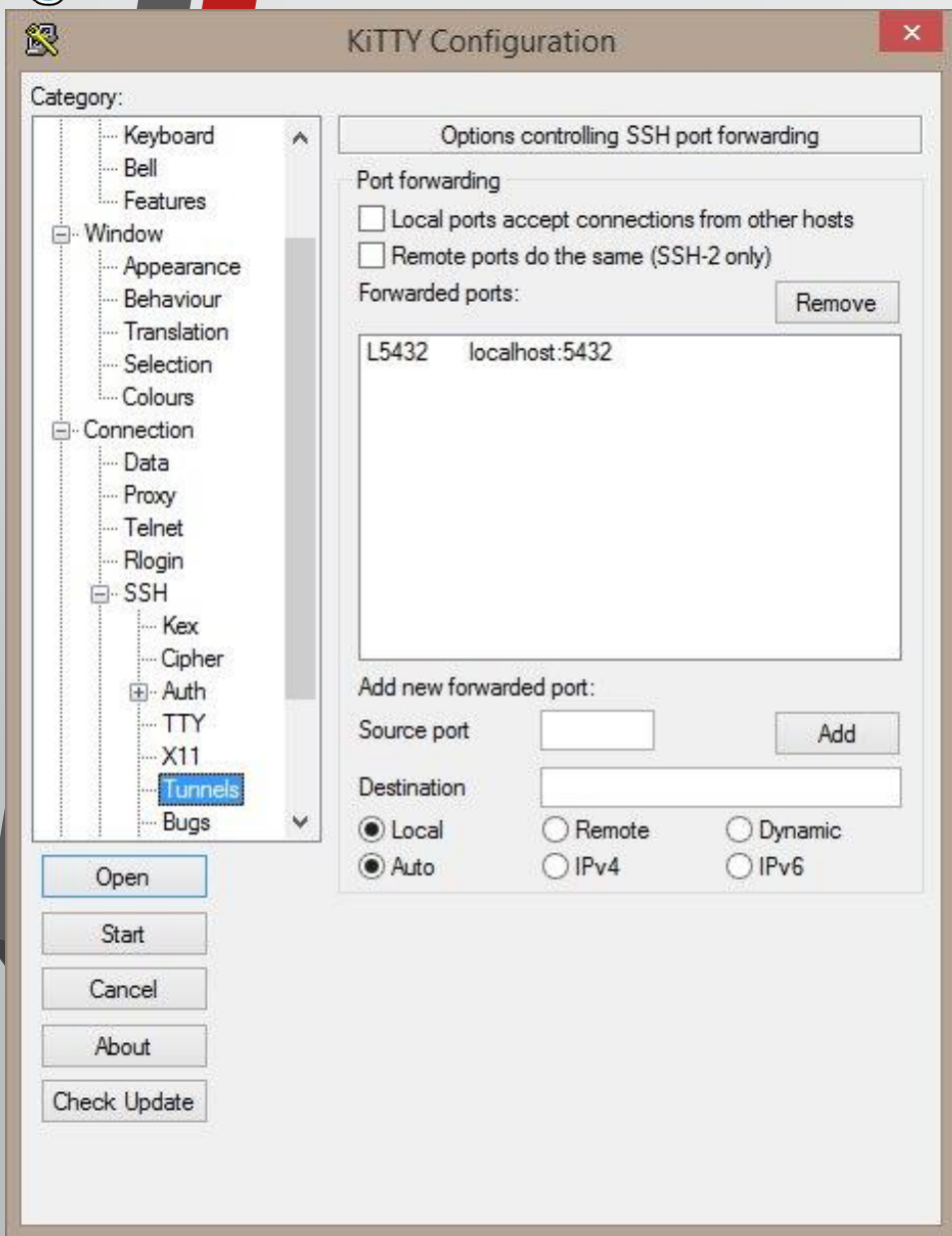


Веб-сервис



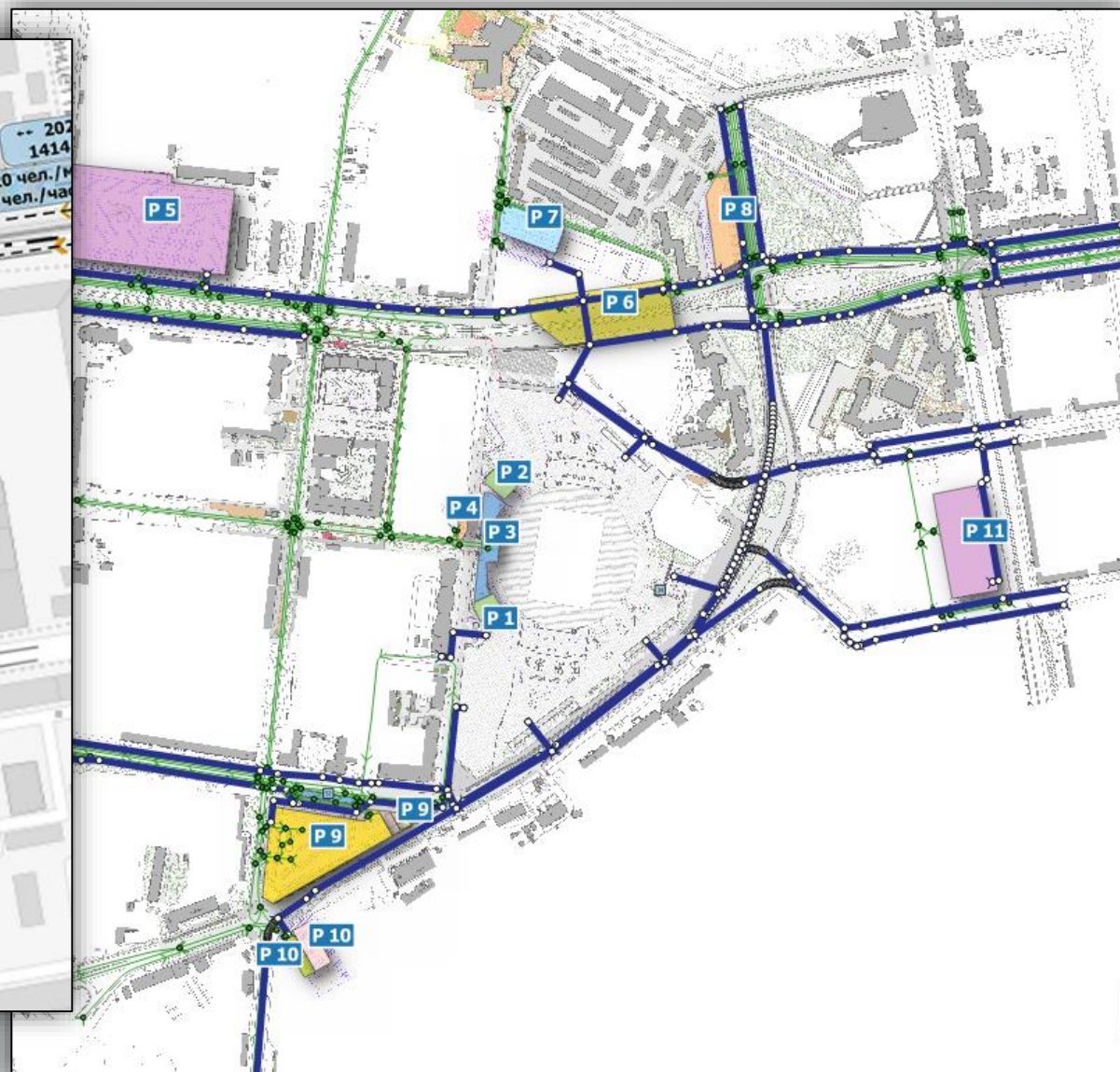


Веб-сервис





Резюме





Спасибо за внимание!

Сикерин Антон

главный инженер по транспортному планированию

ООО «Транспортная интеграция»

sikerin@ti-g.ru, sikerin.anton@gmail.com