

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ТРАНСПОРТНОЙ ОБСЛУЖЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ НОВОСИБИРСКА

УДК 711.7(571.14-25):004.9  
ББК 85.118(2-2Новосибирск):32.81

**А.А. Митрофанова**

*Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств,  
Новосибирск, Россия*

### Аннотация

В статье описан метод расчёта объёма пассажиропотоков на остановках общественного транспорта при помощи ГИС-технологий на основе открытых информационных источников. Расчёты, приведённые в статье, показывают возможности развития общественного транспорта города Новосибирска при внедрении новых видов транспорта и совершенствовании традиционных.

**Ключевые слова:** транспорт, пассажиропотоки, моделирование, ГИС

## GEOINFORMATION ANALYSIS OF THE TRANSPORT SERVICE LEVEL IN NOVOSIBIRSK

**A. Mitrofanova**

*Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Novosibirsk, Russia*

### Abstract

The article describes a method for calculating the conditional passenger traffic in stopping points of public transport by means of GIS technology. The calculation results interpreted at map form and demonstrate the possibility of the development of transport infrastructure of the Novosibirsk city in implementation to new forms of public transport and improving old ones. The method can be used for rapid analysis of the service area of city public transport and visualization of the results for the development rationale and optimization of the traditional transport network.

**Keywords:** transport, passenger traffic, modeling, GIS

Транспорт является важной составляющей инфраструктуры города, так как он определяет такой показатель, как затраты времени на передвижение. Чем меньше времени требуется, чтобы попасть из одной части города в другую или из пригорода в черту города, тем эффективнее городской транспорт и больше свободного времени имеется в распоряжении у жителей города. Субурбанизация крупных городов приводит к увеличению численности населения в пригородных зонах, автомобилизации и большому потоку маятниковых миграций. При большом потоке маятниковых миграций движение городского транспорта сильно затрудняется, образуются пробки, время пребывания в пути к месту работы и учёбы возрастает. В такой ситуации транспортная инфраструктура часто показывает свою неэффективность и нуждается в модернизации. Большие затраты времени на передвижение внутри крупных городов и агломераций и нерациональная организация системы городского транспорта определяют актуальность темы выполненного исследования.

В статье исследуется транспортная инфраструктура г. Новосибирска на предмет взаимодействия разных видов городского транспорта. Предполагается, что реконструкция существующей транспортной системы города, внедрение новых видов транспорта и более эффективное использование существующих (например, электропоездов), будет способствовать улучшению функционирования всей транспортной инфраструктуры города.

Развитие пригородных территорий Новосибирска, рост автомобилизации, массовая застройка многоэтажными домами приводят к большой загруженности улично-дорожной сети. Это затрудняет автомобильное движение, жители тратят много времени на поездки. Помимо этого, рост количества автомобилей приводит к сильной загазованности приземного слоя атмосферы, особенно в центральной части города. В то же время существующие виды транспорта, которые не зависят от пробок, такие как электропоезда и трамваи, не работают в полную силу. Интервалы между электричками в дневное время достигают 2-х часов, трамваи не имеют достаточно высоких скоростей для крупного города. Проблема, таким образом, состоит в неоптимизированной организации работы внутригородского и пригородного видов транспорта.

Тема оптимизации работы общественного транспорта в городе Новосибирске поднималась неоднократно. Существуют предложения по созданию системы скоростного трамвая, строительству новых веток метрополитена и введению дополнительных остановочных платформ электропоездов. Данная работа наглядно визуализирует такие предложения, чего методически для Новосибирска ранее не проводилось, в этом состоит научная новизна предлагаемого исследования.

Цель работы – выявить возможности оптимизации системы городского транспорта и транспортных узлов в г. Новосибирске. Для достижения этой цели сформулированы основные задачи: 1) проанализировать и сравнить существующие виды общественного транспорта; 2) разработать методику эмпирического исследования этой проблемы; 3) выполнить расчёты интенсивности потенциальных пассажиропотоков для существующей ситуации и предлагаемого её усовершенствования на перспективу, составив карту-схему пассажиропотоков общественного транспорта. Для локального исследования выбран расчётный участок в г. Новосибирске, границы которого были установлены эмпирически в центральной и срединной зонах города. Для решения задач исследования использовались методы сравнительного анализа, параметрического ГИС-моделирования и картоирования.

Новосибирск – третий по численности город в России, торговый, деловой, культурный, промышленный, транспортный и научный центр федерального значения. Имея площадь 505,62 км<sup>2</sup> и население 1 584 138 человек (на 2016 год)<sup>1</sup>, Новосибирск особенно нуждается в развитой транспортной инфраструктуре. Увеличение площади города и застройка новых территорий приводит к росту улично-дорожной сети, появляются новые маршруты автобусов и маршрутного такси.

Ведущую роль в жизни крупного города занимает общественный транспорт. Надежность транспортных сетей имеет особенно большое значение для Новосибирска с его суровым климатом, большими объемам снегопереноса и территориальными размерами. Экономия времени позволяет, помимо повышения производительности труда, увеличить свободное время горожан. Одной из важных проблем для Новосибирска является совершенствование связей с пригородными и сельскими поселениями области.

В Новосибирске есть следующие виды общественного транспорта: автобус, троллейбус, трамвай, метрополитен, маршрутное такси, пригородные электропоезда. Всего в Новосибирске 149 маршрутов общественного транспорта: 69 маршрутов автобуса,

---

<sup>1</sup> Информация с официального сайта города Новосибирска. URL: <http://novo-sibirsk.ru>

14 маршрутов троллейбуса, 10 маршрутов трамвая и 56 маршрутов маршрутного такси. Протяжённость линий трамвая составляет 165 км, троллейбуса 267 км [1].

Ещё в 2006 году объёмы перевозок новосибирского городского транспорта составили 429 млн. пассажиров, из них:

- метрополитен – 66,882 млн. пассажиров;
- наземный муниципальный транспорт – 192,6 млн. пассажиров, в том числе трамвай – около 45 млн.;
- немunicipальный автобусный транспорт (маршрутное такси) – 169,6 млн. пассажиров<sup>2</sup>.

– Основные параметры общественного транспорта Новосибирска приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика общественного транспорта в Новосибирске

	Автобус	Троллейбус	Трамвай	Маршрутное такси	Метрополитен	Электропоезд
Средняя скорость, км/ч	14	14,5	14,5	23	40	50-80
Расстояние между остановками	400-600 м	400-600 м	400-600 м	400-600 м	1–1,6 км	в городской черте 1-2 км, в пригороде до 4,5 км
Частота движения, кол. / час.	5	9	5	8	20	Утром 2, в остальное время 1
Вместимость в салоне / вагоне, чел.	Для сидения 20-30, максимальная 80-90	Для сидения 20-30, максимальная 80-90	Для сидения 30, максимальная 100-120	24	Для сидения 40, максимальная 300	Для сидения 100, максимальная 200-250
Цена за проезд, руб.	19	18	18	20-50	20	Зависит от тарифной зоны, от 21 до 150
Расписание	Расписание есть, но не соблюдается				Ходит по расписанию	

Для определения возможностей развития перспективных видов общественного транспорта была применена *методика параметрического моделирования и картирования* интенсивности и пассажирской емкости остановочных пунктов в установленных границах эмпирического исследования. Суть применяемой методики заключается в том, что на карте-схеме наглядно изображаются радиусы действия остановочных пунктов общественного транспорта в зависимости от рассчитанных пассажиропотоков остановочных пунктов.

По этой методике было проведено *картирование остановочных пунктов общественного транспорта*. На первом этапе на карту Новосибирска были нанесены остановочные пункты трёх видов общественного транспорта: вестибюли станций метрополитена, остановочные пункты наземного общественного транспорта,

<sup>2</sup> Информация с сайта о городе Новосибирске «ВСЁ-Новосибирск». URL: всё-новосибирск.рф

остановочные платформы электропоездов. На вторую карту были нанесены перспективные остановочные пункты скоростного трамвая и дополнительные остановочные платформы электропоездов. Этот этап был выполнен в ГИС «MapInfo». Существующие остановочные пункты были взяты из источника 2ГИС. Дополнительные остановочные платформы электропоездов были нанесены в соответствии с предложениями из статьи Михаила Руднева о новой ветке электропоездов<sup>3</sup>. Перспективные остановочные пункты скоростного трамвая были определены эмпирически в соответствии с предложениями генплана Новосибирска о введении маршрутов скоростного трамвая. Для расчёта пассажироперевозок скоростного трамвая использовались характеристики трамвая 71-631 (КТМ-31).

Для расчёта пассажиропотоков остановок общественного транспорта были собраны следующие данные:

- перечень остановочных пунктов общественного транспорта и количество маршрутов на каждом остановочном пункте;
- интервал движения подвижного состава на каждом маршруте (в период с 9:00 до 15:00);
- вместимость каждого вида общественного транспорта.

Перечень остановочных пунктов общественного транспорта и интервал движения подвижного состава на каждом маршруте были взяты с официального сайта Центра управления городским автоэлектротранспортом<sup>4</sup>. Расчёт интенсивности пассажиропотоков проводился в табличном процессоре Excel. В таблицу были занесены остановочные пункты общественного транспорта и маршруты, соответствующие им, а также интервалы движения и вместимость подвижного состава. Интенсивность остановочного пункта посчитана как сумма интенсивности всех маршрутов, проходящих через него. Для расчёта транспортной интенсивности использовалась следующая формула:

$$A = \sum \frac{60}{f_i} v_i, \quad (1)$$

где:  $A$  – расчетный пассажиропоток (чел./час);  $f_i$  – период следования подвижного состава  $i$ -го маршрута (мин);  $v_i$  – максимальная пассажироместимость салона единицы подвижного состава  $i$ -го маршрута (чел.). Расчёт интенсивности работы остановочных пунктов метрополитена рассчитывался по следующей формуле:

$$A = \frac{f \times v \times k}{g}, \quad (2)$$

где:  $A$  – расчетный пассажиропоток (чел./час);  $f$  – количество поездов в час на станции, относящейся к данному выходу (шт./час);  $v$  – максимальная пассажироместимость вагона (чел.);  $k$  – количество вагонов (шт.);  $g$  – количество выходов из станции метрополитена [4].

В результате вычислений были получены значения интенсивности пассажиропотока по каждому остановочному пункту. Полученные значения внесены в семантику карты остановочных пунктов, после чего от каждого был отложен радиус «зоны влияния», по площади пропорциональный соответствующий интенсивности пассажиропотока остановочного пункта. Карты перспективных маршрутов скоростного трамвая, существующих и перспективных остановочных платформ электропоездов построены по

<sup>3</sup> Метро № 2 [Сетевой ресурс]. – Режим доступа: <http://news.ngs.ru/articles/50036793/>

<sup>4</sup> [Сетевой ресурс]. – Режим доступа: [www.nskgortrans.ru](http://www.nskgortrans.ru)

такому же принципу. Для расчёта пассажиропотоков метрополитена, электропоездов и скоростного трамвая были использованы данные, указанные в таблице 2.

Таблица 2. Расчётные данные рельсовых видов общественного транспорта

Виды общественного транспорта	Интервалы движения, мин.	Частота движения, кол./час	Вместимость вагона, чел.	Количество вагонов, шт.
Электропоезда существующие	60	1	250	7
Перспективные электропоезда	30	2	250	7
Скоростной трамвай	3	20	200	1
Метрополитен	3	20	300	4

Результатами исследования стали схемы пассажиропотоков и анализ существующего общественного транспорта г. Новосибирска. Для расчётов были взяты территории, отображенные на рис. 1.

После нанесения всех остановочных пунктов в границах исследования (рис. 2), были рассчитаны зоны влияния каждого остановочного пункта (рис. 3). Анализируя приведенные схемы и результаты подсчётов пассажиропотоков, можно сказать, что наибольшее число пассажиров в час может перевезти метрополитен (48000 пассажиров в час на одну станцию при интервале движения поездов 3 минуты). На схеме (рис. 3) видно, что наибольшие зоны влияния находятся в сложившихся транспортно-пересадочных узлах, а такие улицы, как Никитина, Петухова, Кирова, Троллейная потенциально имеют возможность увеличения пассажиропотока.



Рис. 1. Схема планировки расчётных территорий

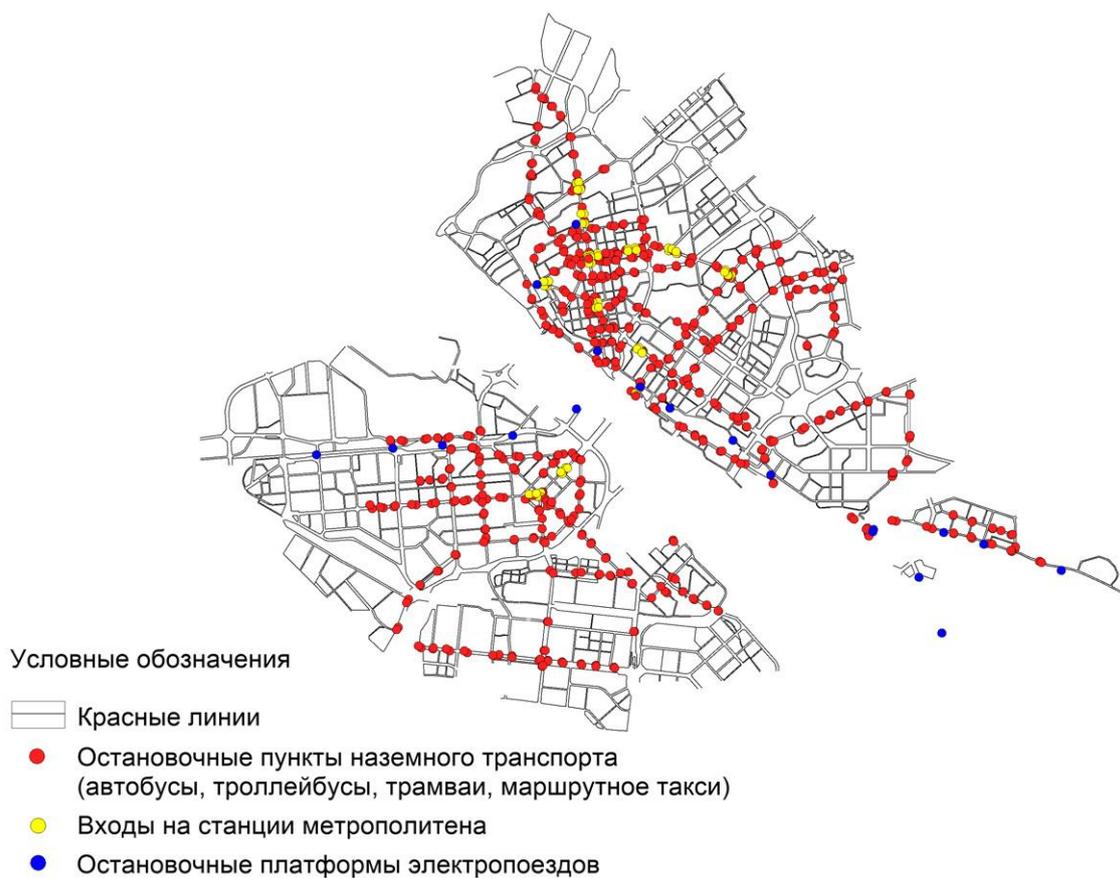


Рис. 2. Схема существующих остановочных пунктов общественного транспорта

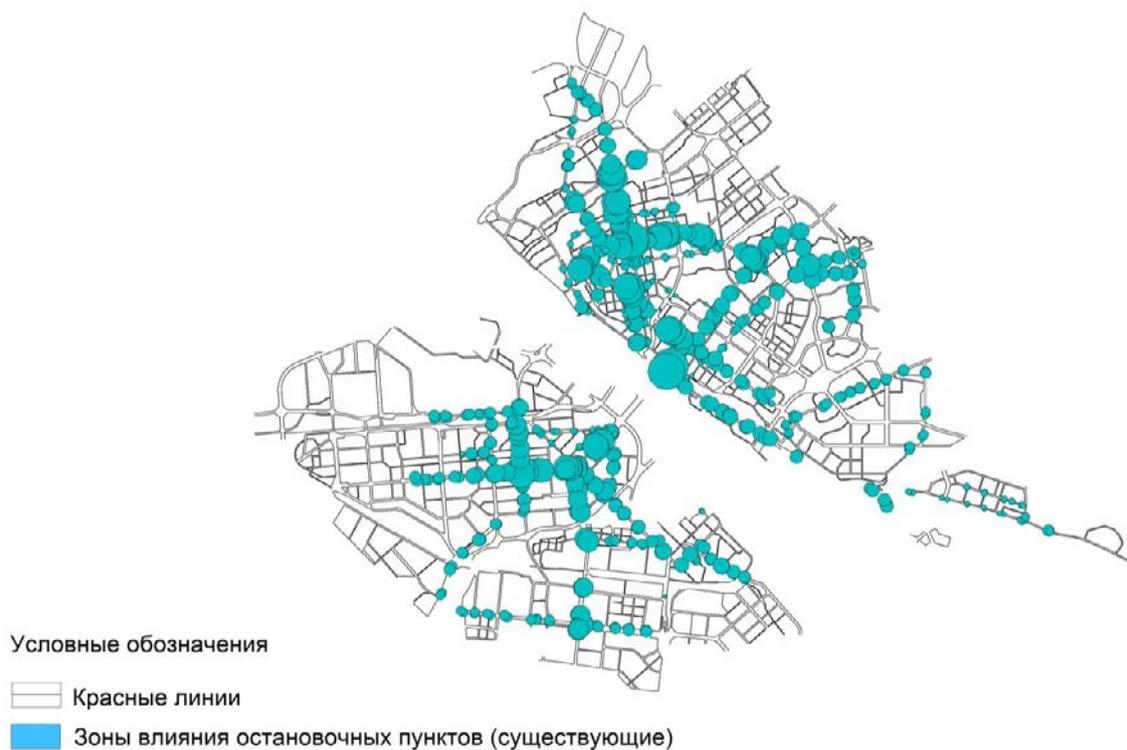


Рис. 3. Схема зон влияния существующих остановочных пунктов общественного транспорта

Для построения зон влияния перспективных видов транспорта на схему были нанесены новые остановочные пункты. На рис. 4 отображены зоны влияния новых остановочных платформ электропоездов. Для оптимизации работы железнодорожного транспорта было предложено увеличить интенсивность движения электропоездов на существующих остановочных платформах до двух в час вместо одного, с интервалом движения в 30 мин (рис. 5).



Рис. 4. Схема перспективных остановочных платформ электропоездов



Рис. 5. Схема существующих и перспективных остановочных платформ электропоездов

Для увеличения потенциала пассажироперевозок было предложено ввести новый вид общественного транспорта – скоростной трамвай. Перспективные зоны влияния остановочных пунктов скоростного трамвая показаны на Рис. 6.



Рис. 6. Схема перспективных остановочных пунктов скоростного трамвая

Сравнивая схему существующих пассажиропотоков (рис. 7) и перспективных пассажиропотоков (рис. 8), можно увидеть, как повысится потенциал общественного транспорта Новосибирска за счёт предложенных изменений схемы транспортного обслуживания. При внедрении скоростного трамвая пассажиропоток остановочных пунктов с этим видом транспорта увеличится на 4000 чел./час. Помимо этого, скоростной трамвай, следующий по выделенным полосам, не зависит от пробок в городе, что будет значительно сокращать время поездок пассажиров.

Также значительно улучшить ситуацию с общественным транспортом поможет увеличение частоты движения электропоездов. Сейчас электропоезда ходят с частотой один электропоезд в час, но за счёт высокой вместимости увеличение частоты до двух электропоездов в час намного повысит объёмы внутригородских пассажироперевозок. Помимо частоты движения следует учитывать интервалы движения, сейчас расписание электропоездов очень неупорядоченное, и только утром поезда используются наиболее эффективно. Если электропоезда будут ходить чётко с интервалами в 30 минут, то пассажиры, использующие этот вид транспорта, всегда будут знать, что каждые 30 минут они могут без проблем добраться из пригорода в центральную часть города.

На рис. 4 показаны перспективные остановочные платформы электропоездов, три из них использовались ранее, но сейчас работают только для грузовых поездов – это о.п. Чемской, о.п. 13-й км и о.п. Клещиха. Также предлагается ввести две новые остановочные платформы: одну недалеко от микрорайона «Чистая слобода» и одну между станциями Камышенская и Разъезд Иня. На остальных остановочных платформах (рис. 5) показано, насколько увеличится пассажиропоток при увеличении частоты движения.

**Выводы.** Гипотеза исследования заключалась в том, что реконструкция существующей транспортной системы города Новосибирска, внедрение новых видов транспорта и более эффективное использование существующих видов транспорта (например, электропоездов) будет способствовать лучшему функционированию транспортной инфраструктуры. Выполненные схемы наглядно показали, как можно улучшить систему городского транспорта и увеличить объёмы пассажироперевозок. Увеличение частоты движения до двух электричек в час увеличивает пассажиропоток на 3500 человек в час. Внедрение новых остановочных платформ (рис. 4) поможет жителям отдалённых районов быстро добираться до городских центров. Внедрение нового вида транспорта – скоростного трамвая – увеличит пропускную способность остановочных пунктов на 4000 человек в час.

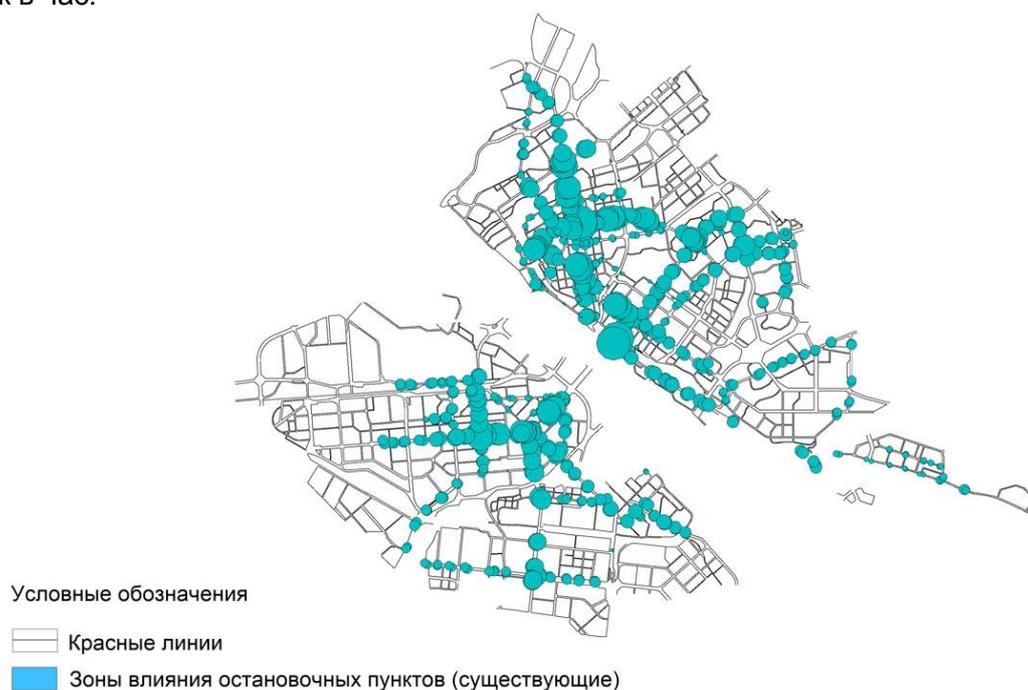


Рис. 7. Схема зон влияния существующих остановочных пунктов общественного транспорта

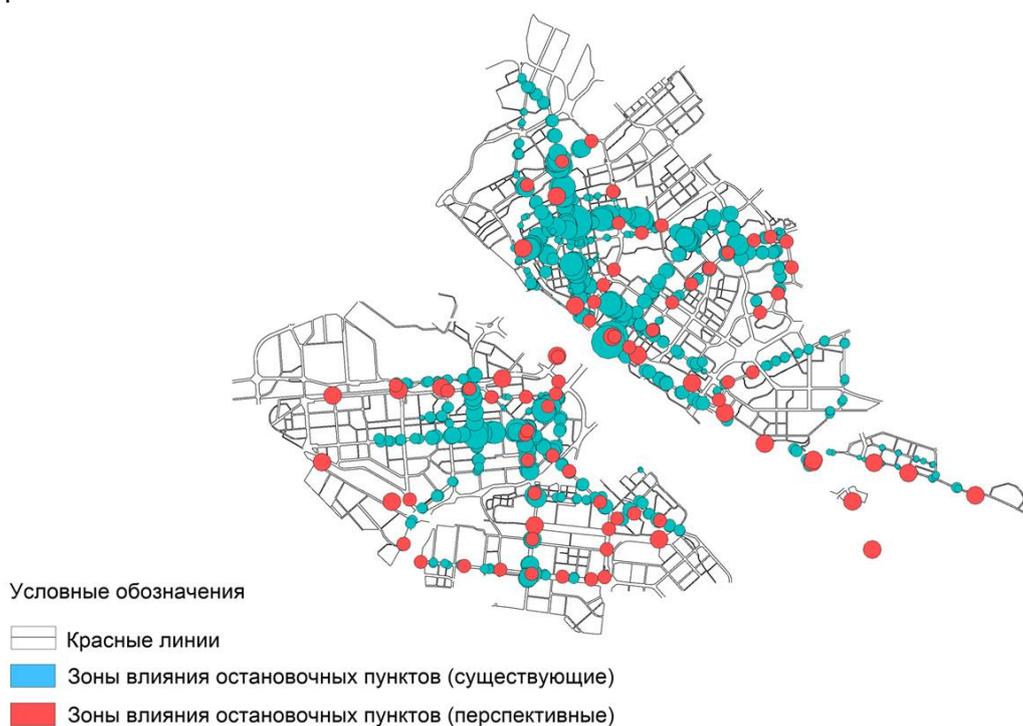


Рис. 8. Схема перспективных зон влияния остановочных пунктов общественного транспорта

Внедрение новых видов транспорта и создание новых остановочных пунктов не может полностью решить проблемы общественного транспорта. Для оптимизации работы общественного транспорта к этой проблеме следует подходить комплексно, не только вводить новое, но и совершенствовать старое, т.е. существующую маршрутную сеть (например, как в городах Хьюстоне или Екатеринбурге), увеличить частоту движения общественного транспорта, для чего реконструировать сами улицы, в частности, с внедрением выделенной полосы для движения безрельсового транспорта.

## Литература

1. Реестр маршрутов общественного пассажирского транспорта города Новосибирска, утвержден приказом ДТиДБК мэрии от 26.06.2014 №100-од (с изменениями на 01.06.2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.novo-sibirsk.ru/dep/transport/passengers/ registry](http://www.novo-sibirsk.ru/dep/transport/passengers/registry)
2. Кузьмич С. И. Транспортные проблемы современных городов и моделирование загрузки улично-дорожной сети / С.И. Кузьмич, Т.О. Федина // Известия ТулГУ. – 2008. – № 3. – С. 159–166.
3. Петрович М.Л. Моделирование развития улично-дорожных сетей / М.Л. Петрович // Вестник ИрГТУ. – 2008. – № 4 (36). – С. 92–95.
4. Гашенко А.Е. Автоматизация градостроительных исследований в учебной практике (на примере параметрического моделирования) / А.Е. Гашенко, Ю.П. Пашнина, Е.А. Чекменева // Международный электронный научно-образовательный журнал "AMIT". – 2015. – № 3(32) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.marhi.ru/AMIT/2015/3kvart15/gashenko/abstract.php](http://www.marhi.ru/AMIT/2015/3kvart15/gashenko/abstract.php)
5. Городская транспортная система скоростного трамвая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.moscowlrt.ru](http://www.moscowlrt.ru)
6. Наш транспорт — Интернет-проект о транспорте в России и мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.nashtransport.ru](http://www.nashtransport.ru)
7. Фонд "Городские проекты" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.tram.city4people.ru](http://www.tram.city4people.ru)

## References

1. *Reestr marshrutov obshhestvennogo passazhirskogo transporta goroda Novosibirska, utverzhden prikazom DTiDBK mjerii ot 26.06.2014 №100-od* [The register of public passenger transport routes of the city of Novosibirsk, approved by order of the mayor's office from 26.06.2014 №100-od (as amended on 06.01.2015)]. Available at: <http://novo-sibirsk.ru/dep/transport/passengers/registry>
2. Kuzmich S.I., Fedina T.O. *Transportnye problemy sovremennyh gorodov i modelirovanie zagruzki ulichno-dorozhnoj seti* [Transport problems of modern cities and simulation the load of the road network]. Tula, 2008, pp. 159–166.
3. Petrovich M.L. *Modelirovanie razvitiya ulichno-dorozhnyh setej* [Modelling of development of the road network]. Irkutsk, 2008, pp. 92–95.

4. Gashenko A.E., Pashnina Yu.P., Chekmeneva E.A. Automation of urban research in educational practice (on the example of parametric modeling). Available at: <http://www.marhi.ru/eng/AMIT/2015/3kvart15/qashenko/abstract.php>
5. *Gorodskaja transportnaja sistema skorostnogo tramvaja* [Public transport system of speed train]. Available at: [www.moscowlrt.ru](http://www.moscowlrt.ru)
6. *Nash transport — Internet-proekt o transporte v Rossii i mire* [Our transport – Internet project about transport in Russia and in the world]. Available at: <http://www.nashtransport.ru>
7. *Fond "Gorodskie proekty"* [Fund "City Projects"]. Available at: [www.tram.city4people.ru](http://www.tram.city4people.ru)

## ОБ АВТОРЕ

### **Митрофанова Алёна Александровна**

Студентка 5-го курса направления подготовки «Градостроительство», Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств, Новосибирск, Россия  
e-mail: [alenamitrofanova94@gmail.com](mailto:alenamitrofanova94@gmail.com)

## ABOUT THE AUTHOR

### **Mitrofanova Alyona**

Student of 5<sup>th</sup> year, Specialty «Urban Planning», Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Novosibirsk, Russia  
e-mail: [alenamitrofanova94@gmail.com](mailto:alenamitrofanova94@gmail.com)