

Взятченков Илья Андреевич, студент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
Vzyatchenkov Ilya Andreevich
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Гришко Михаил Николаевич, магистрант
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
Grishko Mikhail Nikolaevich
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Рогозина Алиса Андреевна, студент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
Rogozina Alice Angreevna
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

**ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДЕРЖЕК
НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ГОРОДСКОЙ МАГИСТРАЛИ
С ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ПУТЯМИ В ОДНОМ УРОВНЕ
ASSESSMENT OF THROUGHPUT AND TRANSPORT DELAYS
AT THE INTERSECTION OF AN URBAN HIGHWAY
WITH RAILWAY TRACKS AT THE SAME LEVEL**

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы организации движения автомобильного транспорта на пересечении городской магистрали и железнодорожных путей в условиях интенсивного транспортного потока. Объектом исследования является участок улично-дорожной сети Санкт-Петербурга на пересечении Краснопутиловской улицы и железнодорожной линии

Abstract. The article discusses the problems of organizing traffic for motor vehicles at the intersection of a city highway and railway tracks in conditions of intensive traffic flow. The object of research is a section of the street-road network in St. Petersburg at the intersection of Krasnoutilovskaya Street and the railway line

Ключевые слова: Транспортная инфраструктура, улично-дорожная сеть, интенсивность движения, пропускная способность, транспортная развязка, железнодорожный переезд, имитационное моделирование

Keywords: Transport infrastructure, road network, traffic intensity, capacity, traffic intersection, railway crossing, and simulation modeling

Введение

Современное развитие крупных городов сопровождается ростом уровня автомобилизации и увеличением интенсивности транспортных потоков. В этих условиях особое значение приобретает повышение эффективности функционирования улично-дорожной сети и совершенствование транспортной инфраструктуры.

Одной из наиболее сложных задач транспортного планирования является организация пересечений автомобильных дорог и железнодорожных путей. Пересечения в одном уровне создают значительные препятствия для движения автомобильного транспорта, поскольку движение вынуждено периодически прекращаться на время прохождения железнодорожных составов. Закрытие железнодорожных переездов приводит к образованию транспортных очередей, увеличению времени поездки и снижению пропускной способности улично-дорожной сети. Особенно остро данная проблема проявляется на участках дорог с высокой интенсивностью движения.



Одним из подобных участков в Санкт-Петербурге является пересечение Краснопутиловской улицы и железнодорожных путей. Данный участок обеспечивает транспортную связь между промышленными территориями и жилыми районами города, что обуславливает значительную транспортную нагрузку.

Целью исследования является анализ транспортной ситуации на рассматриваемом участке и разработка предложений по совершенствованию организации движения на основе натурных наблюдений и имитационного моделирования.

Анализ транспортных потоков

Для оценки существующей транспортной ситуации был проведён анализ интенсивности движения автомобильного транспорта на основных подходах к пересечению, показанных на рисунке 1

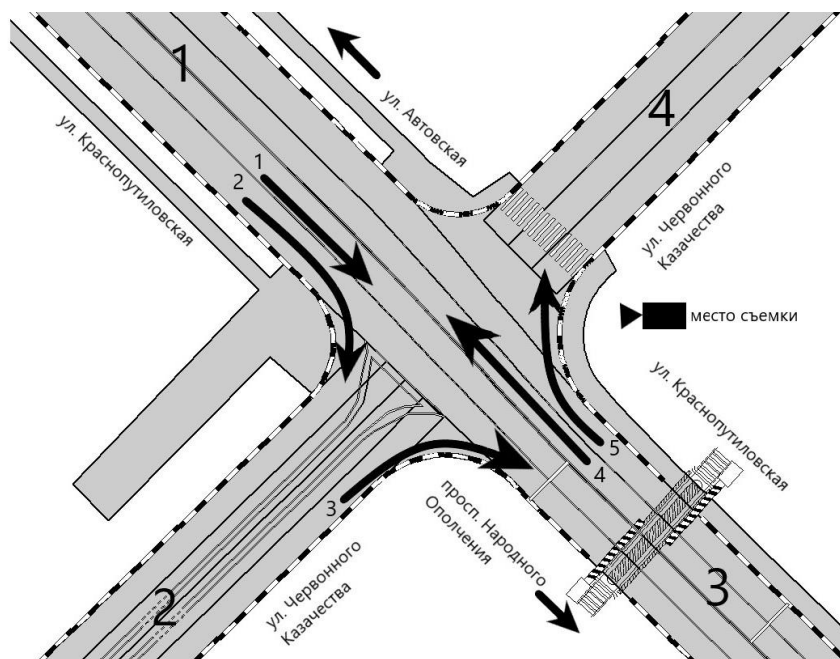


Рисунок 1. Подходы к исследуемому пересечению

Для наглядности была создана схема организации дорожного движения на исследуемом участке, представленная на рисунке 2.

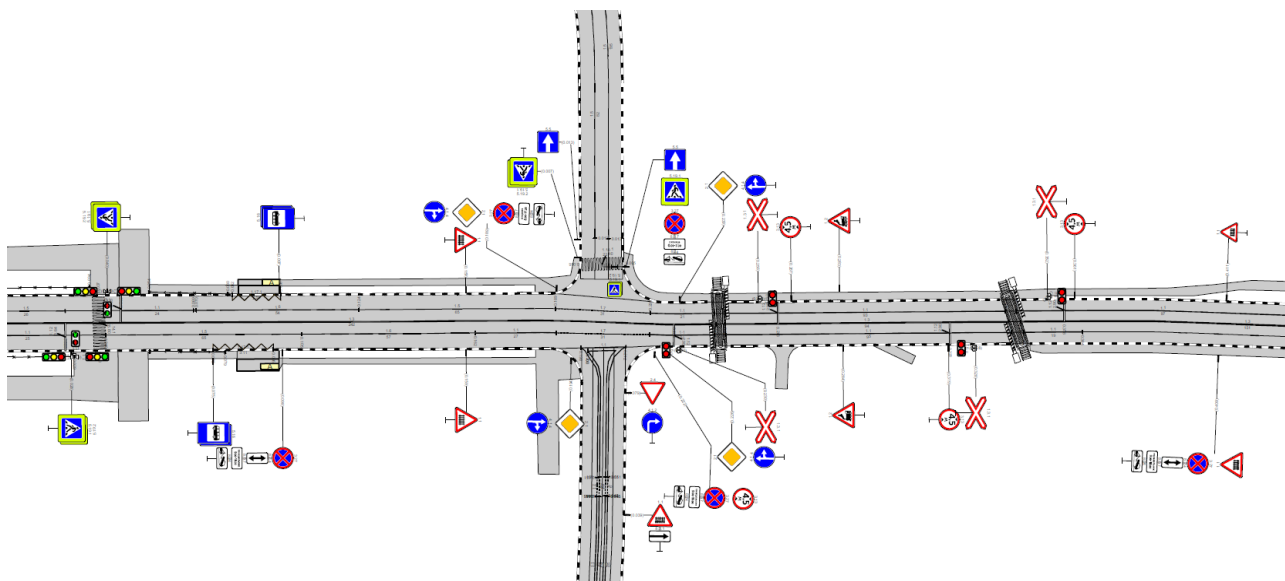


Рисунок 2. Схема организации дорожного движения на рассматриваемом участке

Натурные наблюдения выполнялись в часы «пик» в рабочие дни. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Интенсивность движения на подходах к пересечению

Подход	Прямо, авт/ч	Направо, авт/ч	Налево, авт/ч	Суммарная интенсивность, авт/ч
Подход 1	1898	873	0	2771
Подход 2	0	603	0	603
Подход 3	1422	895	0	2317
Подход 4	0	0	0	0

Анализ результатов наблюдений показывает, что наибольшая интенсивность движения наблюдается на основном направлении по Краснопутиловской улице. Суммарная интенсивность транспортных потоков на рассматриваемом участке составляет 5691 автомобилей в час, что свидетельствует о высокой транспортной нагрузке.

На рисунке 3 представлена диаграмма распределения транспортных потоков по направлениям, наглядно демонстрирующая преобладание движения по основному ходу Краснопутиловской улицы.

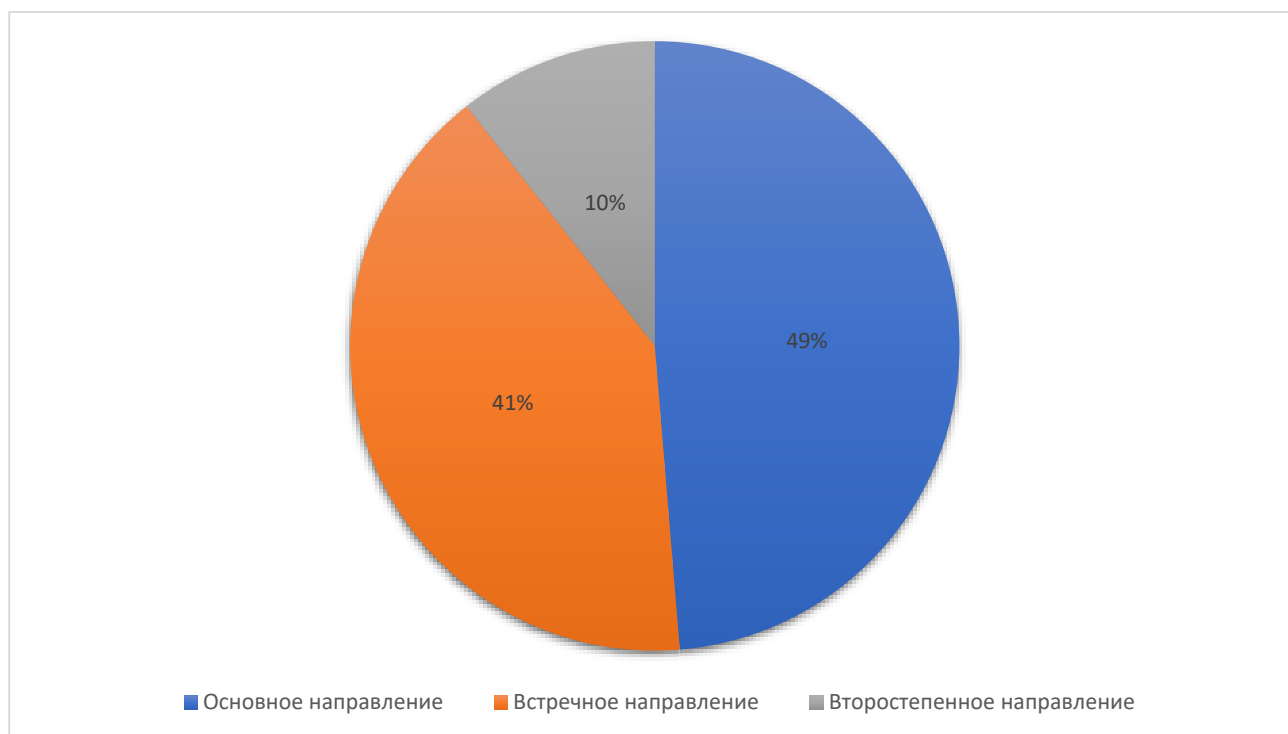


Рисунок 3. Диаграмма распределения транспортных потоков

Оценка пропускной способности дороги

Пропускная способность дороги является одним из основных показателей эффективности функционирования улично-дорожной сети. Согласно нормативным значениям, пропускная способность одной полосы движения городской магистрали составляет около

$$P_l = 1800 \text{ авт/ч}, \quad (1)$$

где:

P – пропускная способность.

При наличии двух полос движения в одном направлении пропускная способность составляет:

$$P = 1800 \times 2 = 3600 \text{ авт/ч}$$

Коэффициент загрузки дороги определяется как отношение фактической интенсивности движения к пропускной способности:

$$Z = \frac{I}{P}, \quad (2)$$

где:

Z – коэффициент загрузки дороги;

I – фактическая интенсивность.

Для наиболее загруженного направления:

$$Z = \frac{2771}{3600} = 0,77$$

Полученное значение указывает на высокую степень загрузки дороги.

Влияние железнодорожного переезда

Существенным фактором, влияющим на условия движения, является наличие железнодорожного переезда. При среднем времени закрытия переезда 10 минут в течение часа эффективная пропускная способность дороги определяется по формуле:

$$P_{\text{эф}} = P \left(1 - \frac{t}{60}\right), \quad (3)$$

где:

t – время закрытия переезда

$$P_{\text{эф}} = 3600 \times 0,83$$

$$P_{\text{эф}} \approx 2988 \text{ авт/ч}$$

Коэффициент загрузки дороги в этом случае составляет:

$$Z = \frac{2771}{2988} \approx 0,93$$

Таким образом, дорога функционирует практически на пределе пропускной способности.

Моделирование транспортных потоков в существующих условиях

Для детальной оценки параметров движения было выполнено имитационное моделирование в программном комплексе *PTV Vissim*. В качестве исходных данных использовались результаты натурных наблюдений интенсивности движения, параметры дорожной сети и режим работы железнодорожного переезда. На рисунке 4 представлена схема образования транспортной очереди перед железнодорожным переездом, сформировавшаяся по результатам моделирования.



Рисунок 4. Схема образования транспортной очереди перед железнодорожным переездом

Моделирование проводилось для временного интервала 3600 секунд (1 час). Результаты серии прогонов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты моделирования существующей ситуации

Параметр	Среднее значение	Стандартное отклонение
Средняя задержка, с	89.22	2.95
Среднее количество остановок, ед.	3.66	0.34
Средняя скорость, км/ч	10.42	0.30
Средняя задержка на остановках, с	33.61	1.58
Средний пройденный путь, м	159.66	4.56
Общее время в пути, с	39170.29	493.54
Количество прибывших ТС, ед.	334	11

Анализ результатов моделирования показывает, что в существующих условиях средняя задержка транспортных средств превышает 89 секунд, а средняя скорость движения составляет всего 10,4 км/ч, что характерно для режима перегрузки.

Анализ транспортных задержек

При интенсивности движения 2885 автомобилей в час к железнодорожному переезду прибывает около

$$q = \frac{2771}{60} \approx 46 \text{ авт/мин,}$$

где:

q – интенсивность движения автомобилей в минуту.

За время закрытия переезда (10 минут) накапливается:

$$N = 46 \times 10 = 460 \text{ автомобилей,}$$

где:

N – количество автомобилей.

При средней длине автомобиля с дистанцией около 7 м длина очереди составляет

$$L = 460 \times 7 = 3220 \text{ м,}$$

где:

L – длина.

При наличии двух полос движения фактическая длина очереди составляет примерно 1,6–1,7 км, что подтверждается результатами имитационного моделирования.

Заключение

Проведённые натурные наблюдения и анализ интенсивности движения показали, что суммарная транспортная нагрузка на рассматриваемом участке достигает 6747 авт/ч, а по основному направлению – 2771 авт/ч. При нормативной пропускной способности двух полос (3600 авт/ч) коэффициент загрузки дороги без учёта железнодорожного переезда составляет 0,77, что уже свидетельствует о высокой загрузке. Однако с учётом периодического закрытия переезда (в среднем 10 минут в час) эффективная пропускная способность снижается до 2988 авт/ч, а коэффициент загрузки возрастает до 0,93. Это означает, что узел функционирует в предельном режиме, близком к транспортному коллапсу.

С помощью имитационного моделирования в программном комплексе PTV Vissim было установлено, что в существующих условиях: средняя задержка транспортных средств составляет 89,2 секунды; средняя скорость движения падает до 10,4 км/ч, что соответствует режиму перегрузки; в период закрытия переезда накапливается до 480 автомобилей, а длина очереди достигает 1,6–1,7 км. Эти показатели объективно подтверждают, что железнодорожный переезд в одном уровне является слабым местом транспортной системы и создаёт значительные социально-экономические потери (время участников движения, расход топлива, выбросы)



Список литературы:

1. СП 396.1325800.2018. Улицы и дороги населённых пунктов. – М.: Стандартинформ, 2019.
2. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: Минстрой России, 2017.
3. СНиП 2.05.02-85*. Автомобильные дороги. – М.: Госстрой СССР, 1986.
4. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 № 196-ФЗ.
5. ОДМ 218.2.020-2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – М.: Росавтодор, 2012. – 89 с.
6. ГОСТ Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. – М.: Стандартинформ, 2019.
7. Медрес Е. Е., Голов Е. В., Бабенко Т. И. Факторы, влияющие на равномерность движения автомобильного транспорта в условиях насыщенных транспортных потоков [Электронный ресурс]: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_29289959_52428872.pdf
8. Голов Е. В., Сорокина Е. В., Евтюков С. С. Проблемные вопросы использования спутниковой навигации при оценке состояния факторов “Дорога” и “Среда” в системе ВАДС [Электронный ресурс]: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49454798_55819528.pdf
9. Солодкий А.И., Горев А.Э., Бондарева Э.Д. Транспортное планирование городов: системный подход. – СПб.: СПбГАСУ, 2022. – 256 с.
10. Терентьев А.В., Фигичев А.С. Методы имитационного моделирования в задачах реконструкции улично-дорожной сети // Инженерно-строительный журнал. – 2024. – № 2 (118). – С. 45–58.
11. Витвицкий Е.Е., Котова Е.В., Черткова А.Ю. Моделирование транспортных потоков в городских агломерациях: учебное пособие. – СПб.: СПбГАСУ, 2021. – 184 с.
12. Кузнецов А.Л., Степанова С.Б. Совершенствование транспортной инфраструктуры крупных городов: монография. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2020. – 312 с.
13. Лобанов Е.М. Транспортное планирование городов: учебник для вузов. – М.: Транспорт, 2015. – 320 с.
14. Вучик В.Р. Транспорт в городах, удобных для жизни. – М.: Терра, 2011. – 576 с.
15. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. – М.: Транспорт, 2016. – 247 с

