

DOI: 10.12731/2227-930X-2022-12-4-52-63

УДК 656.13

## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

*О.С. Гасилова, К.В. Кулаков,  
А.А. Мальцева, Б.А. Сидоров*

*Проведен натурный эксперимент по исследованию движения автомобилей на улично-дорожной сети крупных городов. Выявлено, что в процессе движения транспортных средств наблюдается большое число перестроений, как факторов, влияющих на пропускную способность улично-дорожной сети. Определены количественные характеристики перестроений автомобилей перед пересечениями. Установлена зависимость числа перестроений транспортных средств от количества полос движения и нахождения транспортного средства на конкретной полосе движения. Полученные результаты исследований необходимо учитывать при определении длительности циклов светофорного регулирования на пересечениях.*

*Цель – определение количества перестроений, как факторов, влияющих на пропускную способность улично-дорожной сети.*

*Метод или методология проведения работы: в работе использовались статистические методы обработки натурального эксперимента.*

*Результаты: получены количественные характеристики перестроений в зависимости от числа полос, состава транспортных потоков.*

*Область применения результатов: полученные результаты целесообразно применять при организации движения с помощью технических средств организации дорожного движения.*

*Ключевые слова: перекресток; улично-дорожная сеть; регулируемое пересечение; транспортный поток; состав транспортного потока; перестроение*

## FACTORS AFFECTING THE CAPACITY OF THE ROAD NETWORK

*O.S. Gasilova, K.V. Kulakov,  
A.A. Maltseva, B.A. Sidorov*

*Full-scale studies of the movement of vehicles on the street and road network of large cities have been carried out. It is revealed that a large number of realignments are observed during the movement of vehicles, as factors affecting the capacity of the road network. The quantitative characteristics of car rebuilds before relocations are determined. The dependence of the number of vehicle realignments on the number of traffic lanes and the location of the vehicle in a particular lane has been established. The obtained research results should be taken into account when determining the duration of traffic light regulation cycles at intersections.*

**Purpose** – determination of the number of realignments as factors affecting the capacity of the road network.

**Methodology** statistical methods of processing a full-scale experiment were used in the work.

**Results:** quantitative characteristics of realignments depending on the number of lanes and the composition of traffic flows are obtained.

**Practical implications** it is advisable to apply the obtained results in the regulation of road traffic by technical means of traffic management.

**Keywords:** intersection; street and road network; regulated intersection; traffic flow; composition of traffic flow; rebuilding

Пропускная способность улично-дорожной сети и безопасность дорожного движения являются объектами постоянного наблюдения многих специалистов. На эти объекты оказывают влияние множество факторов. В основном рассматриваются такие факторы, как интенсивность дорожного движения, плотность транспортного потока, состав транспортного потока, скорость движения транспортных средств и др. [1]. Натурные наблюдения по-

казывают, что большое воздействие на пропускную способность улично-дорожной сети оказывают перестроения движущихся транспортных средств перед пересечениями.

Не смотря на то, что вопросами организации дорожного движения занимались и занимаются известные специалисты, такие как Метсон Т.М., Пугачев И.Н, Лихачев Д.В., Клинковштейн Г.И., Зырянов В.В., в их работах влияние фактора перестроения автомобилей на пропускную способность улично-дорожной сети не рассматривается [2, 3, 4, 5, 7].

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2017 № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [8] среди параметров дорожного движения действие фактора перестроения транспортных средств на пропускную способность улично-дорожной сети так же не рассматривается.

Простое наблюдение за движением транспортных средств в плотных транспортных потоках показывает, что перестроения автомобилей приводят не только к появлению дополнительных конфликтных точек, но и к замедлению движения транспортных потоков в целом. Это, в свою очередь, влияет на пропускную способность улично-дорожной сети и безопасность дорожного движения.

Для подтверждения учета влияния вышеназванных факторов были проведены натурные исследования. Исследования проводились на подходах к пересечениям ул. Радонежского – бульв. Энтузиастов в г. Москва и ул. Ленина – ул. 8 Марта в г. Екатеринбурге [6].

При обработке материала, полученного с помощью натурного эксперимента и видео с камер наблюдения, были определены интенсивность движения, которая фиксировалась в часы «пик», состав транспортного потока, количество перестроений в зависимости от занимаемой полосы движения. Согласно проведенным исследованиям было определено, что из-за высокой интенсивности движения особенно в часы «пик» перед перекрестками увеличивается величина задержек транспортных средств и довольно часто наблюдаются заторовые ситуации [9, 12, 14]. В совокупно-

сти все эти факторы влияют на аварийность и пропускную способность на данных перекрестках.

Замеры интенсивности транспортных потоков проводились в утреннее время суток с 7-00 до 8-00 часов (в часы «пик») с использованием видеонаблюдения. Интенсивность движения определялась в рассматриваемом направлении с учетом состава транспортного потока.

На рисунке 1 представлено расположение пересечения ул. Радонежского – бульв. Энтузиастов в г. Москва.



**Рис. 1.** Расположение пересечения ул. Радонежского – бульв. Энтузиастов в г. Москва

На рисунке 2 представлена схема пересечения ул. Радонежского – бульв. Энтузиастов в г. Москва с указанием числа полос движения по наблюдаемым направлениям движения на пересечении. Полосы движения обозначены цифрами от 1 до 4.

В результате обработки материалов были получены следующие результаты, которые дают возможность отметить, что суммарная интенсивность транспортного потока имеет пиковые нагрузки [10, 11, 13, 15]. Полученные данные отображают существующую про-

пусковую способность перекрестка по исследуемым направлениям (полосы 1–4) и отражены на рисунке 3.



Рис. 2. Схема пересечения ул. Радонежского – бульв. Энтузиастов в г. Москва

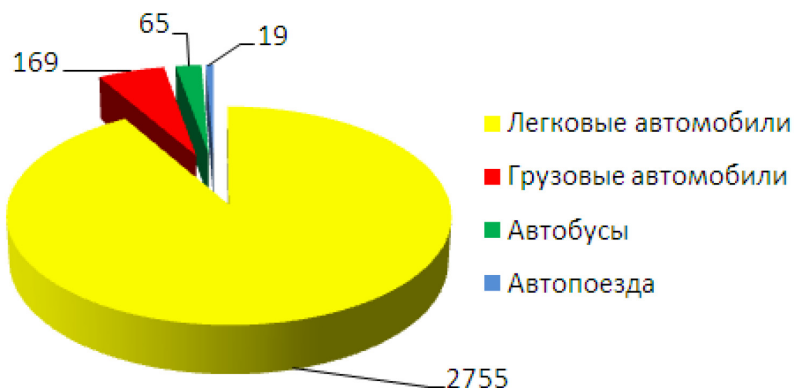
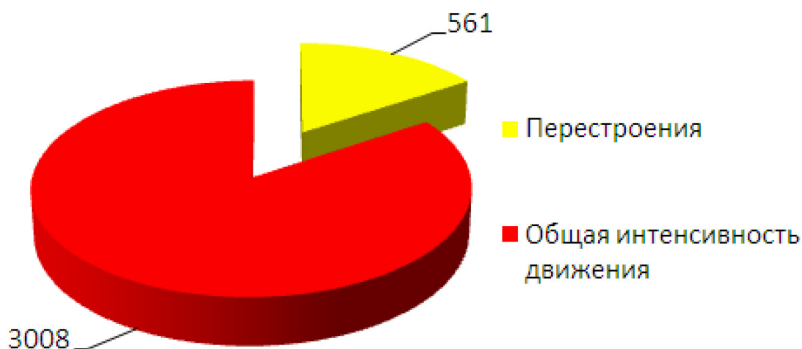


Рис. 3. Общая интенсивность движения с учетом состава транспортного потока по полосам движения 1–4

На рисунке 3 видно, что в транспортном потоке преобладают легковые автомобили. На рисунке 4 показано, что число перестро-

ний транспортных средств перед пересечением в рассматриваемом направлении (полосы 1–4) составляет 18,65% от общей интенсивности движения в рассматриваемом направлении.



**Рис. 4.** Количество перестроений автомобилей перед пересечением

Легковые автомобили обладают большей маневренностью и перестраиваются на подъезде к пересечению намного чаще, чем все остальные транспортные средства. Движение за автобусами и грузовыми автомобилями связано с ограничением видимости по направлению движения, уменьшением времени для принятия решения в случае непредвиденных обстоятельств, уменьшением скорости движения, поэтому водители транспортных средств стараются избегать длительного движения за такими транспортными средствами [6]. В результате число перестроений увеличивается (таблица 1).

*Таблица 1.*

**Влияние типа транспортного средства на перестроения перед пересечением**

Число автомобилей, перестраивающихся за легковыми автомобилями	Число автомобилей, перестраивающихся за грузовыми автомобилями	Число автомобилей, перестраивающихся за автобусами
481 авт./ч	57 авт./ч	23 авт./ч
15,99 %	1,90 %	0,76 %

В таблице 2 показано количество перестроений по полосам движения, не учитывая влияние конкретных факторов. В резуль-

тате проведенных исследований определено, что большая часть перестроений осуществляется из 3 полосы во 2 и из 2 полосы в 1.

*Таблица 2.*

**Количество перестроений перед пересечением в зависимости от занимаемой транспортным средством полосы движения**

Номер полосы движения	Количество автомобилей	Процентное содержание
Из 1 полосы во 2	78	13,90 %
Из 2 полосы в 1	117	20,85 %
Из 2 полосы в 3	48	8,55 %
Из 3 полосы во 2	197	35,11 %
Из 3 полосы в 4	56	9,98 %
Из 4 полосы в 3	65	11,58 %

Аналогично были проведены исследования на подходе к пересечению ул. Ленина – ул. 8 Марта в г. Екатеринбурге, которые показали аналогичную картину. Состав транспортного потока большей частью представлен легковыми автомобилями (96,29%). Количество перестроений транспортных средств перед пересечением в процентном соотношении составляет 22,81%. При учете перестроений по полосам движения выявлено, что значительная часть перестроений осуществляется так же из 3 полосы во 2 и из 2 полосы в 1.

Не смотря на то, что исследуемые и сравниваемые объекты находятся в разных городах, число перестроений перед пересечениями оказалось примерно одинаковым. Это можно объяснить тем, что рассматриваемые пересечения имеют практически одинаковую конфигурацию, одинаковое число полос движения, интенсивность движения и состав транспортного потока.

В целом число перестроений перед пересечениями велико и находится в пределах 20% от общей интенсивности движения. Наибольшее число перестроений осуществляется из 3 полосы во вторую полосу (35,11%) и из второй полосы в первую (20,85%). Указанные факторы отрицательно влияют на пропускную способность пересечений и безопасность дорожного движения [6].

### *Список литературы*

1. Гасилова О.С. Методика обеспечения безопасности дорожного движения на регулируемых пересечениях при наличии поворотных потоков: дис. ... канд. техн. наук 05.22.10 / Гасилова Ольга Сергеевна. Санкт-Петербург, 2021. 140 с.
2. Зырянов В.В. Организация дорожного движения: учебное пособие / В.В. Зырянов, Н.А. Синеокая. Ростов-на-Дону: Ростовский гос. строит. ун-т, 2014. 92 с.
3. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: учеб. для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 2001. 247 с.
4. Лихачев Д.В. Повышение эффективности левоповоротного движения в зоне регулируемого перекрестка: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Лихачев Дмитрий Валерьевич. Орел, 2020. 26 с.
5. Метсон Т.М. Организация движения / Т.М. Метсон, У.С. Смит, Ф.В. Хард; пер. с англ. Р.Л. Гончаровой и др.; под ред. А.П. Алексеева. М.: Научно-техн. изд-во Мин-ва авт. тр-та и шоссейных дорог РСФСР, 1960. 463 с.
6. Натурные исследования перестроений транспортных средств на улично-дорожной сети / Алексеева О.В., Гасилова О.С., Ивачев Е.А., Лыжина М.О. // Организация и безопасность дорожного движения: матер. X международной науч.-практ. конф., посвященной 85-летию со дня рождения д.т.н., проф. Л.Г. Резника. Тюмень: Тюмен. индустр. ун-т, 2017. Т.2. С. 139-142.
7. Организация дорожного движения: учеб. пособие для учреждений высш. проф. образования / И.Н. Пугачев, А.Э. Горев, А.И. Солодкий, А.В. Белов; под ред. А. Э. Горева. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 240 с.
8. Федеральный закон от 29.12.2017 № 443-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_286793/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286793/)
9. A. Gorev, O. Gasilova, B. Sidorov. Prerequisite for accident-free traffic at signal-controlled intersections // Architecture and Engineering. 2021. vol. 6. № 1. P. 73-80.



10. A. Pistsov, D. Zakharov. Analysis of methods of providing public transport priority in cities // WIT Transactions on the Built Environment. 27. Cep. "Urban and Maritime Transport XXVII" 2021. P. 291-298.
11. D. Karmanov, D. Zakharov, A. Fadyushin. Evaluation of changes in traffic parameters for various types of traffic signal regulation // Transportation research procedia. 2018. P. 274-280.
12. Highway capacity manual 2010 // Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA. 2010.
13. V. Morozov, S. Iarkov. The application of lane occupancy parameter for solving tasks of traffic management // Transportation research procedia. 2018. P. 520-526.
14. Webster, F. V., Wardrop, J. P. Capacity of Urban intersection // Traffic Egging and Control, vol. 4 № 7, 1962, P. 17-21.
15. Zakharov D.A., Karmanov D.S., Fadyushin A.A., Chistyakov A.N. Simulation modeling of traffic for various types of traffic lights regulation in conditions of intensive traffic of vehicles // Journal of mechanical engineering research and developments. 2018. vol. 4. № 4. P. 58-61.

### *References*

1. Gasilova O.S. *Metodika obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizhe-niya na reguliruemyykh peresecheniyakh pri nalichii povorotnykh potokov* [Methodology for ensuring road safety at regulated intersections in the presence of turning flows]. Saint-Petersburg, 2021, 140 p.
2. Zyryanov V.V., Sineokaya N.A. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Traffic management]. Rostov-on-Don: Rostovskiy gos. stroit. un-t, 2014, 92 p.
3. Klinkovshcheyn G.I., Afanas'ev M.B. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Traffic management]. Moscow: Transport, 2001, 247 p.
4. Likhachev D.V. *Povyshenie effektivnosti levopovorotnogo dvizheniya v zone reguliruemogo perekrestka* [Improving the efficiency of left-turn traffic in the area of a regulated intersection]. Eagle, 2020, 26 p.
5. Metson T.M., Smit U.S., Khard F.V. *Organizatsiya dvizheniya* [Organization of movement]. Moscow: Nauchno-tekhn. izd-vo Min-va avt. tr-ta i shosseynykh dorog RSFSR, 1960, 463 p.
6. Alekseeva O.V., Gasilova O.S., Ivachev E.A., Lyzhina M.O. *Naturnye issledovaniya perestroeniy transportnykh sredstv na ulichno-dorozhnoy*

- seti [Full-scale studies of vehicle realignments on the road network]. *Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya: mater. Kh mezh-dunarodnoy nauch.-prakt. konf., posvyashchennoy 85-letiyu so dnya rozhdeniya d.t.n., prof. L.G. Reznika* [Organization and road safety: mater. X International scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, prof. L.G. Reznik]. Tyumen: Tyumen. industr. un-t, 2017, vol. 2, pp. 139-142.
7. Pugachev I.N., Gorev A.E., Solodkiy A.I., Belov A.V. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Traffic management]. Moscow: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2013, 240 p.
  8. Federal'nyy zakon ot 29.12.2017 № 443-FZ (red. ot 31.07.2020) «*Ob organizatsii dorozhnogo dvizheniya v Rossiyskoy Federatsii i o vnesenii izme-neniy v ot-del'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii*» [Federal Law No. 443-FZ of 29.12.2017 (as amended on 31.07.2020) On the organization of road traffic in the Russian Federation and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_286793/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286793/)
  9. A. Gorev, O. Gasilova, B. Sidorov. Prerequisite for accident-free traffic at signal-controlled intersections. *Architecture and Engineering*, 2021, vol. 6, no. 1, pp. 73-80.
  10. A. Pistsov, D. Zakharov. Analysis of methods of providing public transport priority in cities. *WIT Transactions on the Built Environment*. 27. Ser. "Urban and Maritime Transport XXVII", 2021, pp. 291-298.
  11. D. Karmanov, D. Zakharov, A. Fadyushin. Evaluation of changes in traffic parameters for various types of traffic signal regulation. *Transportation research procedia*, 2018, pp. 274-280.
  12. Highway capacity manual 2010. *Transportation Research Board, National Research Council*. Washington, D.C., USA, 2010.
  13. V. Morozov, S. Iarkov. The application of lane occupancy parameter for solving tasks of traffic management. *Transportation research procedia*, 2018, pp. 520-526.
  14. Webster, F. V., Wardrop, J. P. Capacity of Urban intersection. *Traffic Eg-ging and Control*, 1962, vol. 4, no. 7, pp. 17-21.
  15. Zakharov D.A., Karmanov D.S., Fadyushin A.A., Chistyakov A.N. Simu-lation modeling of traffic for various types of traffic lights regula-

tion in conditions of intensive traffic of vehicles. *Journal of mechanical engineering research and developments*, 2018, vol. 4, no. 4, pp. 58-61.

### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ**

**Гасилова Ольга Сергеевна**, доцент кафедры «Автомобильный транспорт и транспортная инфраструктура», кандидат технических наук

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»*

*ул. Сибирский тракт, 37, г. Екатеринбург, Свердловская область, 620100, Российская Федерация*

*gasilovaolga1983@gmail.com*

**Кулаков Константин Викторович**, доцент кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин», кандидат технических наук

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет»*

*ул. Шоссе Энтузиастов, 50, г. Балашиха, Московская область, 143907, Российская Федерация*

*kost2608@yandex.ru*

**Мальцева Анастасия Алексеевна**, студентка 1 курса магистратуры кафедры «Автомобильный транспорт и транспортная инфраструктура»

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»*

*ул. Сибирский тракт, 37, г. Екатеринбург, Свердловская область, 620100, Российская Федерация*

*maltsevaaa@m.usfeu.ru*

**Сидоров Борис Андреевич**, заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт и транспортная инфраструктура», кандидат технических наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»*

*ул. Сибирский тракт, 37, г. Екатеринбург, Свердловская область, 620100, Российская Федерация*  
*sidorovba@m.usfeu.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHOR**

**Olga S. Gasilova**, Associate Professor of the Department of Automobile transport and transport infrastructure, Candidate of Technical Sciences

*Ural State Forestry Engineering University*  
*37, Siberian tract St., Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620100, Russian Federation*  
*gasilovaolga1983@gmail.com*

**Konstantin V. Kulakov**, Associate Professor of the Department of Operation and technical service of machines, Candidate of Technical Sciences

*Russian State Agrarian Correspondence University*  
*50, Shosse Entuziastov St., Balashikha, Moscow Region, 143907, Russian Federation*  
*kost2608@yandex.ru*

**Anastasia A. Maltseva**, 1st year graduate student of the Department of Automobile transport and transport infrastructure

*Ural State Forestry Engineering University*  
*37, Siberian tract St., Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620100, Russian Federation*  
*maltsevaaa@m.usfeu.ru*

**Boris A. Sidorov**, Head of the Department of Automobile transport and transport infrastructure, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

*Ural State Forestry Engineering University*  
*37, Siberian tract St., Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620100, Russian Federation*  
*sidorovba@m.usfeu.ru*

Поступила 27.10.2022

После рецензирования 15.11.2022

Принята 20.11.2022

Received 27.10.2022

Revised 15.11.2022

Accepted 20.11.2022