

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-68-81

УДК 656.13



Научная статья | Эксплуатация автомобильного транспорта

## ОЦЕНКА НЕРАВНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В МЕСТАХ РАЗДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

*И.В. Бородулин, О.С. Гасилова,  
А.А. Мальцева, Б.А. Сидоров*

*Проанализировано движение транспортных средств в местах разделения транспортных потоков. Определен скоростной режим движения транспортных средств по полосам движения на регулируемом пересечении в местах разделения транспортных потоков. Зафиксировано, что в местах разделения транспортных потоков число формирующихся «пачек» увеличивается. Движение сформированных «пачек» движущихся автомобилей обуславливает скоростной режим транспортных средств. Эксперимент показал, что скорость движения по полосам различна. На полосе движения с большим количеством сформировавшихся «пачек» скорость движения автомобилей меньше, чем на полосе с меньшим количеством «пачек». Установлено, что наличие «пачек», особенно в местах разделения транспортных потоков, приводит к большому разбросу диапазона изменения скорости движения транспортных средств на пересечении. Наибольшее значение скоростного режима движения транспортных средств при движении на экспериментальном участке находится в пределах 15-20 км/ч, а наименьшее меньше 5 км/ч.*

*Цель – определение факторов, влияющих на изменение скоростного режима движения транспортных средств в местах разделения транспортных потоков.*

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

**Результаты:** определены диапазоны изменения скорости движения транспортных средств в местах разделения транспортных потоков по полосам движения и причины их изменения.

**Область применения результатов:** полученные результаты целесообразно применять при разработке мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения в местах разделения транспортных потоков и организации дорожного движения на пересечениях.

**Ключевые слова:** улично-дорожная сеть; регулируемое пересечение; транспортный поток; скорость движения транспортных средств; транспортное средство

**Для цитирования.** Бородулин И.В., Гасилова О.С., Мальцева А.А., Сидоров Б.А. Оценка неравномерности движения транспортных средств в местах разделения транспортных потоков // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 3. С. 68-81. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-68-81

Original article | Operation of Road Transport

## ASSESSMENT OF THE UNEVENNESS OF THE MOVEMENT OF VEHICLES IN THE PLACES OF SEPARATION OF TRAFFIC FLOWS

*I.V. Borodulin, O.S. Gasilova,  
A.A. Mal'tseva, B.A. Sidorov*

*The movement of vehicles in the places of separation of traffic flows is analyzed. The high-speed mode of movement of vehicles along traffic lanes at a regulated intersection in the places of traffic flow separation has been determined. It is recorded that the number of formed*

*“bundles” increases in the places of separation of transport flows. The movement of the formed “packs” of moving cars determines the speed mode of vehicles. The experiment showed that the speed of movement along the lanes is different. In a lane with a large number of formed “bundles”, the speed of cars is less than in a lane with a smaller number of “bundles”. It is established that the presence of “bundles”, especially in the areas of separation of traffic flows, leads to a large variation in the range of changes in the speed of vehicles at the intersection. The highest value of the speed mode of vehicles when driving on the experimental section is within 15-20 km/h, and the lowest is less than 5 km/h.*

**Purpose** – *determination of the factors influencing the change in the speed regime of vehicles in the places of separation of traffic flows.*

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

**Results:** *the ranges of changes in the speed of vehicles in places where traffic flows are separated by lanes and the reasons for their changes are determined.*

**Practical implications:** *the obtained results should be used in the development of measures to ensure road safety in places of separation of traffic flows and the organization of traffic at intersections.*

**Keywords:** *street and road network; regulated intersection; traffic flow; vehicle speed; vehicle*

**For citation.** *Borodulin I.V., Gasilova O.S., Mal'tseva A.A., Sidorov B.A. Assessment of the Unevenness of the Movement of Vehicles in the Places of Separation of Traffic Flows. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 3, pp. 68-81. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-68-81*

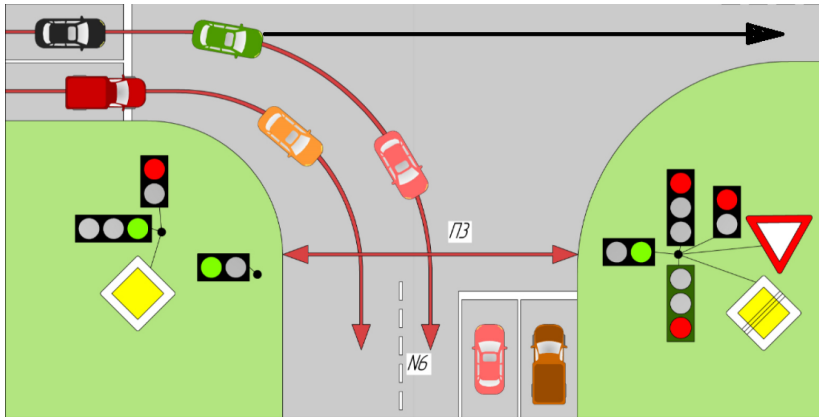
Неравномерность движения транспортных средств зависит от разных факторов: геометрических характеристик улично-дорожной сети, наличия препятствий для движения транспортных средств, проведения ремонтных работ на дороге, интенсивности

движения транспортных средств, состава транспортного потока, пешеходных потоков и др.

Наиболее характерными участками улично-дорожной сети, где происходит изменение неравномерности движения транспортных средств, являются пересечения. При регулировании движения транспортных средств на пересечениях учитываются интенсивность движения и потоки насыщения. Неравномерность движения транспортных средств является одним из важных факторов, обеспечивающих безопасность дорожного движения. Однако ее влияние на безопасность дорожного движения при существующих методиках расчета режимов работы светофорной сигнализации не вычленено и таким образом не учитывается [1-4].

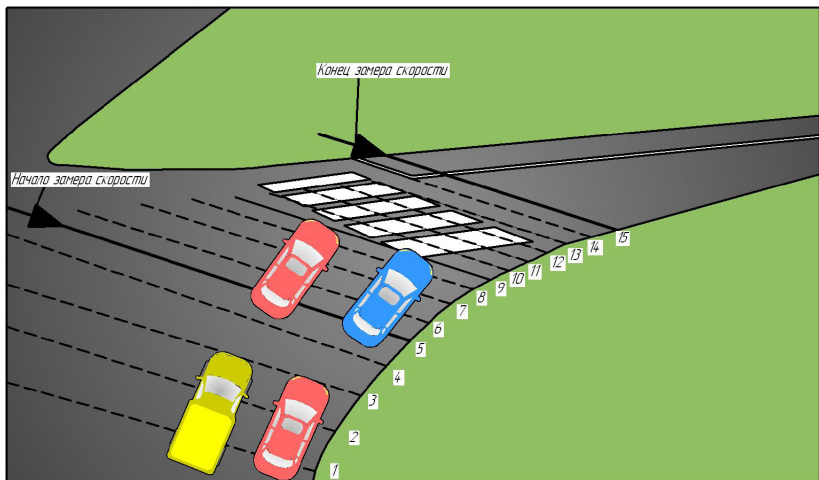
Неравномерность движения транспортных средств проявляется в виде формирования на улично-дорожной сети групп автомобилей, называемых «пачками». Движение транспортных средств в этих «пачках» характеризуется изменяющимися расстояниями между транспортными средствами и скоростью движения в «пачке» [6-8]. Поскольку скорость движения является одним из важнейших факторов, влияющих на возникновение дорожно-транспортных происшествий, то определение скоростного режима движения транспортных средств в местах разделения транспортных потоков является актуальной задачей [12-15].

Изучение скоростного режима движения транспортных средств в местах разделения транспортных потоков проводилось на пересечении ул. Сибирский тракт – пер. Базовый в г. Екатеринбург. Время проведения исследования – осень 2022 года. Поскольку скорость движения зависит от интенсивности движения и плотности транспортного потока [10-12], натурные исследования проводились в рабочие дни (понедельник, среда, пятница) в часы «пик» в направлении № 6, движение в котором осуществляется по двум полосам (рисунок 1).



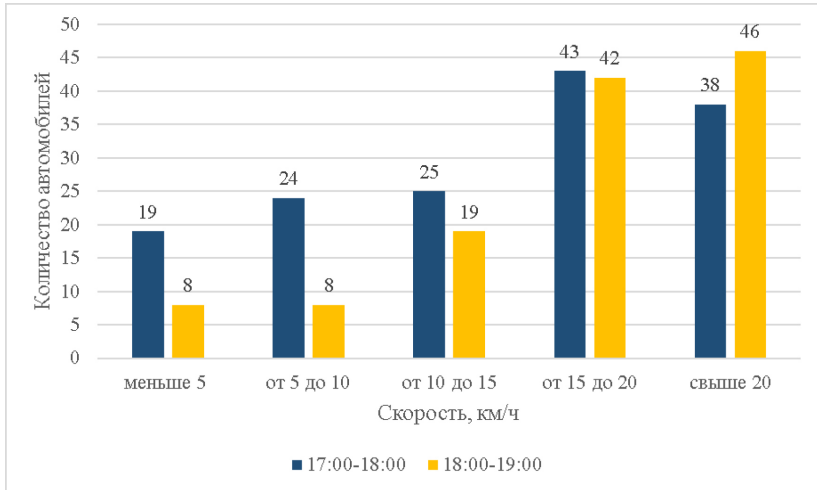
**Рис. 1.** Исследуемые направления движения на пересечении ул. Сибирский тракт – пер. Базовый

Скорость движения транспортных средств определялась на участке улично-дорожной сети длиной 15 м в местах разделения транспортных потоков. Участок улично-дорожной сети был разделен на отрезки длиной 1 м (рисунок 2).

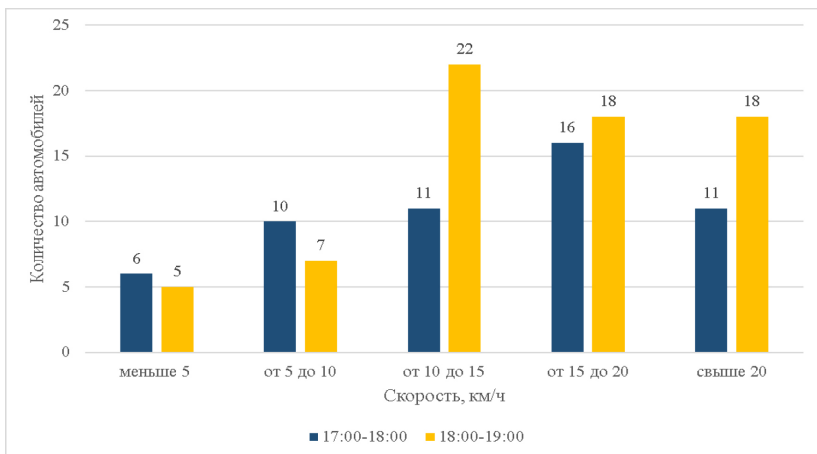


**Рис. 2.** Участок улично-дорожной сети для определения скорости движения транспортных средств

Результаты обработки видеоматериалов по определению скорости движения транспортных средств на участке улично-дорожной сети с 17.00 до 19.00 часов представлены на рисунках 3-6.



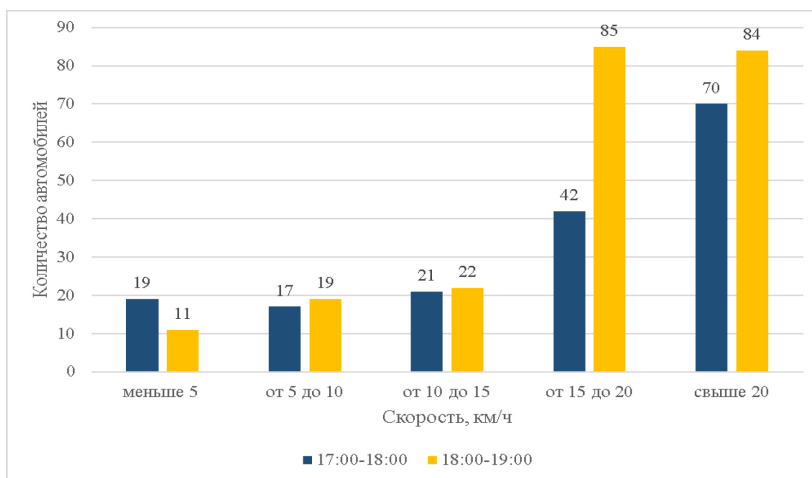
**Рис. 3.** Динамика изменения скоростного режима движения транспортных средств по 1 полосе с «пачками»



**Рис. 4.** Динамика изменения скоростного режима движения транспортных средств по 2 полосе с «пачками»

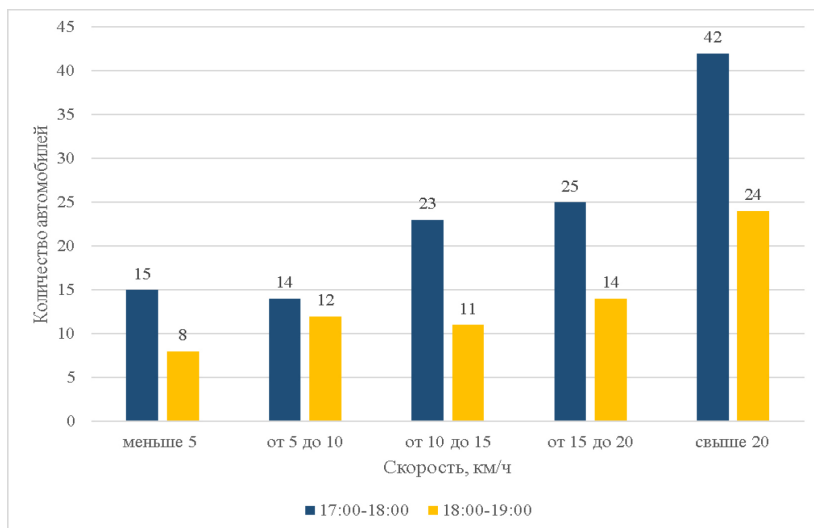
Рисунок 3 показывает, что число транспортных средств, проходящих в разное время, неодинаковое. На разрешающий сигнал светофора по 1 полосе при наличии «пачек» со скоростью свыше 20 км/ч проходит 84 транспортных средства (30%) из 272 автомобилей. Примерно с такой же скоростью (от 15 до 20 км/ч) проходит 85 автомобилей (31 %). Остальные автомобили (39 %) от общего количества проходят данный участок улично-дорожной сети со значительно меньшей скоростью движения.

Рисунок 4 показывает, что число транспортных средств, проходящих в разное время, разное. На разрешающий сигнал светофора по 2 полосе при наличии «пачек» со скоростью свыше 20 км/ч проходит 29 транспортных средств (23 %) из 124 автомобилей. Примерно с такой же скоростью (от 15 до 20 км/ч) проходит 34 автомобиля (27 %). Остальные автомобили (50 %) от общего количества проходят данный участок улично-дорожной сети со значительно меньшей скоростью движения. Отличительной особенностью движения по 2 полосе при наличии «пачек» является то, что самое большое число транспортных средств движется со скоростью от 10 до 15 км/ч.



**Рис. 5.** Динамика изменения скоростного режима движения транспортных средств по 1 полосе без «пачек»

Рисунок 5 показывает, что число транспортных средств, проходящих в разное время, имеет разное значение. На разрешающий сигнал светофора по 1 полосе без «пачек» со скоростью выше 20 км/ч проходит 154 транспортных средства (40 %) из 390 автомобилей. Примерно с такой же скоростью (от 15 до 20 км/ч) проходит 127 автомобиля (32 %). Остальные автомобили (28 %) от общего количества проходят данный участок улично-дорожной сети со значительно меньшей скоростью движения.



**Рис. 6.** Динамика изменения скоростного режима движения транспортных средств по 2 полосе без «пачек»

Рисунок 6 показывает, что число транспортных средств, проходящих в разное время, отличается. На разрешающий сигнал светофора по 2 полосе без «пачек» со скоростью выше 20 км/ч проходит 66 транспортных средства (35 %) из 188 автомобилей. Примерно с такой же скоростью (от 15 до 20 км/ч) проходит 39 автомобиля (21 %). Остальные автомобили (44 %) от общего количества проходят данный участок улично-дорожной сети со значительно меньшей скоростью движения.



Анализ проведенных исследований показал, что организация дорожного движения в местах разделения транспортных потоков приводит к увеличенному числу транспортных средств, движущихся в «пачках». На исследуемом пересечении по 2 полосам без «пачек» со скоростью свыше 20 км/ч проходит 220 автомобилей; с «пачками» 113 автомобилей, автомобили, движущиеся одновременно с «пачками» в потоке, двигаются с меньшей скоростью при прохождении экспериментального участка, чем автомобили, движущиеся без «пачек».

Обработка результатов исследования позволяет сделать вывод о том, что диапазон скоростей движения транспортных средств, движущихся в местах разделения транспортных потоков, задается скоростью движения автомобилей в «пачках».

Мероприятия по обеспечению безопасности дорожного движения в местах разделения транспортных потоков должны учитывать наличие «пачек» в транспортных потоках.

### *Список литературы*

1. Гасилова О.С. Анализ интенсивности движения транспортных средств в местах разделения транспортных потоков / Гасилова О.С., Бородулин И.В., Старков В.В. // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2022. № 2 (76). С. 250-254.
2. 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.
3. 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.
4. 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.

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. 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.
7. Плотников А.М. Методология обеспечения безопасности движения на регулируемых пересечениях улично-дорожных сетей мегаполисов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 / Плотников Анатолий Михайлович. Санкт-Петербург, 2016. 35 с.
8. Федеральный закон от 29.12.2017 № 443-ФЗ (ред. от 21.12.2021) «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. Gorev A., Gasilova O., Sidorov B. Prerequisite for accident-free traffic at signal-controlled intersections // Architecture and Engineering. 2021. vol. 6. № 1. P. 73-80.
10. Pistsov A., Zakharov D. Analysis of methods of providing public transport priority in cities // WIT Transactions on the Built Environment. 27. Сер. "Urban and Maritime Transport XXVII" 2021. P. 291-298.
11. Karmanov D., Zakharov D., Fadyushin A. 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. Morozov V., Iarkov S. 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., Borodulin I.V., Starkov V.V. Analiz intensivnosti dvizheniya transportnykh sredstv v mestakh razdeleniya transportnykh potokov [Analysis of the intensity of vehicle traffic in places where traffic flows are separated]. *Uchenye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta* [Scientific notes of the Crimean Engineering and Pedagogical University], 2022, no. 2 (76), pp. 250-254.
2. Gasilova O.S. *Metodika obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya 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.
3. Zyryanov V.V., Sineokaya N.A. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Traffic management]. Rostov-on-Don: Rostovskiy gos. stroit. un-t, 2014. 92 p.
4. Klinkovshcheyn G.I., Afanas'ev M.B. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Traffic management]. Moscow: Transport, 2001. 247 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. 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.
7. Plotnikov A.M. Metodologiya obespecheniya bezopasnosti dvizheniya na reguliruemyykh peresecheniyakh ulichno-dorozhnykh setey megapolisov [Methodology for ensuring traffic safety on regulated sections of megacities' street and road networks]. Saint-Petersburg, 2016. 35 p.
8. Federal'nyy zakon ot 29.12.2017 № 443-FZ (red. ot 21.12.2021) «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. Gorev A., Gasilova O., Sidorov B. Prerequisite for accident-free traffic at signal-controlled intersections. *Architecture and Engineering*. 2021. vol. 6. № 1. pp. 73-80.
  10. Pistsov A., Zakharov D. 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. Karmanov D., Zakharov D., Fadyushin A. 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. Morozov V., Iarkov S. 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 Engineering and Control*, vol. 4 № 7, 1962, pp. 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. pp. 58-61.

## ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

**Бородулин Игорь Викторович**, аспирант кафедры «Автомобильный транспорт и транспортная инфраструктура»  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»  
ул. Сибирский тракт, 37, г. Екатеринбург, Свердловская область, 620100, Российская Федерация  
[igor.borodulin2012@yandex.ru](mailto:igor.borodulin2012@yandex.ru)

**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*

**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*  
*maltsevaana@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 AUTHORS**

**Igor V. Borodulin**, postgraduate student of the Department of Automobile transport and transport infrastructure  
*Ural State Forestry Engineering University*  
*37, Siberian tract, Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620100, Russian Federation*  
*igor.borodulin2012@yandex.ru*

**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, Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620100,*

*Russian Federation*

*gasilovaolga1983@gmail.com*

*SPIN-code: 8272-9958*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6767-2544>*

*Scopus Author ID: 57223044589*

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

*Ural State Forestry Engineering University*

*37, Siberian tract, Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620100,*

*Russian Federation*

*maltsevaaa@m.usfeu.ru*

*SPIN-code: 5573-3669*

**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*

*SPIN-code: 8208-5870*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2067-1771>*

*Scopus Author ID: 57223044718*

Поступила 01.05.2023

После рецензирования 15.05.2023

Принята 22.05.2023

Received 01.05.2023

Revised 15.05.2023

Accepted 22.05.2023