

УДК 62-51

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-5-716-726>

EDN: RLLOOR

Научная статья



РЕЗУЛЬТАТ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА С УЧЕТОМ ДВИЖЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ УЧАСТКА ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

А. А. Юнг*, А. Г. Шевцова

*Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова,
г. Белгород, Россия**yungnastena33@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-0691-1393>**shevcova-anastasiya@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0691-1393>***ответственный автор*

АННОТАЦИЯ

Введение. На сегодняшний день существует острая проблема повышения количества дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности (СИМ). Резкое повышение на дорогах общего пользования данных средств создаёт угрозу как для водителей транспортных и индивидуальных средств, так и для пешеходов.

Материалы и методы. В данной статье представлены результаты оценки характеристик транспортного потока при движении средств индивидуальной мобильности в различных условиях с помощью моделирования участка дорожного движения. Цель исследования заключается в получении реальных значений характеристик транспортного потока для дальнейшего их анализа и сравнения, что в будущем позволит снизить аварийность дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности. Предлагается использование метода моделирования для анализа характеристик транспортного потока, изменяющихся с появлением данных средств. Задачами исследования является анализ количества и видов ДТП с участием средств индивидуальной мобильности, выделение конфликтных зон при взаимодействии средств индивидуальной мобильности с другими участниками движения, выбор участка дорожной среды, подлежащий моделированию. Приводятся как положительные, так и отрицательные стороны внедрения СИМ в повседневную жизнь населения, кратко рассмотрены основные виды и характеристики средств индивидуальной мобильности. С помощью программы имитационного моделирования Aimsun удалось создать модели участка дорожной сети с введением средств мобильности в различные дорожные ситуации для оценки их влияния на транспортный поток.

Результаты. Создана модель дорожного участка, позволяющая автоматизировать процесс обработки информации и рассмотреть различные ситуации передвижения СИМ в городской среде, что позволит далее в сравнительном анализе выбрать наиболее безопасные условия для передвижения данных средств.

Обсуждение и заключение. Использование данного метода моделирования позволит увеличить скорость исследования и помочь наиболее четко определить, как изменяются характеристики транспортного потока в представленных ситуациях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мобильность, моделирование, оценка, дорожное движение, пешеход, характеристики, условия передвижения, угроза, средства индивидуальной мобильности

Статья поступила в редакцию 07.05.2022; одобрена после рецензирования 02.09.2022; принята к публикации 14.10.2022.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Юнг А. А., Шевцова А. Г. Результат оценки характеристик транспортного потока с учетом движения средств индивидуальной мобильности с помощью моделирования участка дорожного движения // Вестник СибАДИ. 2022. Т. 19, № 5 (87). С. 716-726. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-5-716-726>

© Юнг А. А., Шевцова А. Г., 2022



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-5-716-726>
EDN: RLLOOR

RESULT OF AN EVALUATION FOR TRAFFIC FLOW CHARACTERISTICS CONSIDERING THE MOVEMENT OF PERSONAL MOBILITY DEVICES BY MODELLING A ROAD TRAFFIC SECTION

Anastasia A. Jung*, Anastasia G. Shevtsova

Shukhov Belgorod State Technological University,
Belgorod, Russia

yungnastena33@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-0691-1393>
shevcova-anastasiya@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0691-1393>

*corresponding author

ABSTRACT

Introduction. Today there is an acute problem of increasing the number of accidents involving personal mobility devices (PMD). A sharp increase in these vehicles on public roads poses a threat to both vehicle drivers and pedestrians.

Materials and methods. In this article, the results of the evaluation of the traffic flow characteristics of individual mobility devices under different conditions with the help of road section modelling are presented. The aim of the study is to obtain real values of traffic flow characteristics for further analysis and comparison, which in the future will reduce the accident rate with the participation of personal mobility devices. It is suggested a modelling method to be used to analyse the characteristics of traffic flow changing with the introduction of these devices. The objectives of the study are to analyse the number and types of accidents involving personal mobility devices, to identify conflict zones in the interaction of personal mobility devices with other road users, and to select the road environment to be modelled. Both positive and negative aspects of the introduction of PMD in everyday life are presented, and the main types and characteristics of personal mobility devices are briefly considered. Aimsun simulation software was used to create models of a road network section with the introduction of mobility devices in various traffic situations to evaluate their impact on traffic flow.

Results. A road section model has been created to automate information processing and to consider different situations of PMD movement in an urban environment, which will allow further comparative analysis to select the safest conditions for the movement of these vehicles.

Discussion and conclusions. The use of this modelling method will increase the speed of the study and help to determine most clearly how traffic flow characteristics change in the situations presented.

KEYWORDS: mobility, modelling, evaluation, traffic, pedestrian, characteristics, conditions, movement, threat, personal mobility devices.

The article was submitted 07.05.2022; approved after reviewing 02.09.2022; accepted for publication 14.10.2022.

The authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation: A. A. Jung, A. G. Shevtsova The result of an evaluation for traffic flow characteristics considering the movement of personal mobility equipment by modeling a road traffic section. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2022; 19 (5): 716-726. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-5-716-726>

© Jung A. A., Shevtsova A. G., 2022



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Безопасность дорожного движения – актуальная задача для каждого субъекта Российской Федерации [1]. В России для планирования действий по повышению БДД является Стратегия Безопасности дорожного движения в России на 2018–2024 гг. Долгосрочной национальной целью является «стремление к нулевой смертности в ДТП к 2030 г.», что соответствует мировым приоритетам. Новые виды средств передвижения всё чаще появляются на дорогах общего пользования, так как развитие в современном обществе не стоит на месте, исключением не являются устройства уже с закрепленным за ними термином «средства индивидуальной мобильности» [2]. Передвижение человека посредством электродвигателя (электросамокат, электроскейтборд, сегвей, моноколесо, гироскутер) или мускульной энергии (самокат, роликовые коньки, скейтборд) подходит под данное определение. Развитие средств индивидуальной мобильности в отечественной практике произошло не так давно, а именно с 2017 г. они стали активно появляться в жизни населения, так с 13 февраля по 13 марта 2022 г. жители страны заказали на 235% больше электросамокатов, чем в аналогичный период прошлого года (статистика Wildberries) (рисунок 1) [3].

За последние шесть лет сменилось несколько поколений электротранспорта [4]. Рынок наполняется различными моделями, которые в свою очередь постоянно модифицируются и приобретают новые формы и воз-

можности использования: гироскутер, сигвей, моноколесо, электросамокат, электровелосипед, электротраки и др. [5].

Для того, чтобы сократить пользование общественным транспортом, население все чаще использует электросамокаты, гироскутеры, моноколеса, электровелосипеды. Например, в группе «М.Видео-Эльдорадо» только в июне 2020 г. прирост продаваемости СИМ составил 25 и 70% в денежном эквиваленте по сравнению с июнем прошлого года. В сети магазинов «Позитроника» спрос на электросамокаты летом 2020 г. вырос в два раза по сравнению с прошлогодними показателями. Почти втрое вырос спрос на некоторые виды СИМ и на сайте объявлений Авито [6].

В крупных городах нашей страны (Москва, Санкт-Петербург) процент населения передвигающихся на СИМ увеличивается с каждым годом в геометрической прогрессии. Областные административные центры также не остаются в стороне, местные жители из-за большого количества положительных факторов данных средств (экономия времени, денежных средств, исключение лишних контактов с людьми и т. д.) всё чаще выбирают для передвижения СИМ. Однако есть как положительные, так и отрицательные стороны использования СИМ. Эксплуатация данных средств на дорогах общего пользования становится серьезным фактором повышенной опасности как для пешеходов и водителей ТС, так и для лиц, управляющих такими устройствами [7].

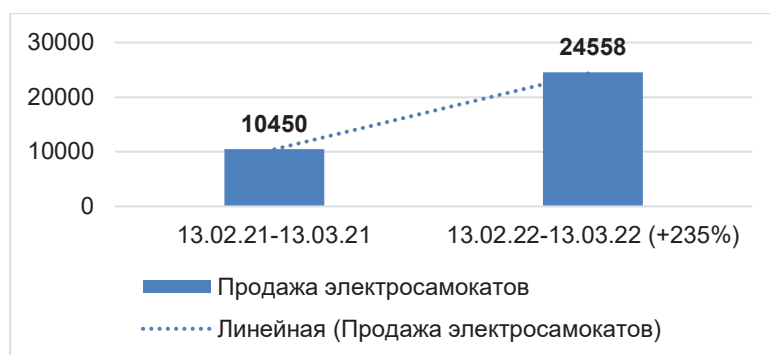


Рисунок 1 – Процент увеличения продаваемости СИМ на платформе Wildberries
Источник: статистика Wildberries.

Figure 1 – Percentage increase in PMD sales on the Wildberries platform
Source: Wildberries statistics



Рисунок 2 – Количество ДТП с участием средств индивидуальной мобильности в РФ 2017–2020 гг.
Источник: статистика НИЦ БДД.

Figure 2 – Number of accidents involving personal mobility devices in Russia in 2017–2020
Source: Scientific Centre for Road Safety statistics.

Лица, использовавшие способ передвижения на средствах индивидуальной мобильности, часто становятся участниками ДТП. Зарегистрированы случаи участия несовершеннолетних в подобных происшествиях.

Согласно официальным данным научно-исследовательского центра безопасности дорожного движения (НИЦ БДД) (рисунок 2) количество ДТП в 2020 г. с участием СИМ в России составило 391, прирост составляет 182,9%, что намного больше по сравнению с 2019 г. (см. рисунок 2). И если в 2019 г. с участием средств индивидуальной мобильности произошло 117 дорожно-транспортных происшествий, в которых телесные повреждения получили 122 человека, а погибло 4, то уже по данным 2020 г. эти показатели были превышены – 347 (+184,4%) раненых и 6 (+50%) погибших (см. рисунок 2).

Существует 5 видов ДТП с участием средств индивидуальной мобильности: наезд на пешехода, столкновение, опрокидывание, наезд на лицо, не являющееся участником дорожного движения, осуществляющее производственные работы и иной вид (рисунок 3) [8].

Из представленных диаграмм видно, что самым популярным видом ДТП является наезд на пешехода, из чего можно сделать вывод, что движение средств индивидуальной мобильности по пешеходной зоне не является безопасным [9].

СИМ не являются только сезонным видом транспорта, как это кажется на первый взгляд. Аварийность в южных городах России происходит на протяжении всего года [10].



Рисунок 3 – Виды ДТП с участием средств индивидуальной мобильности 2020 г.
Источник: статистика НИЦ БДД.

Figure 3 – Types of accidents involving personal mobility devices in 2020
Source: Scientific Centre for Road Safety statistics.

При рассмотрении аварийности можно подумать, что ДТП с участием средств индивидуальной мобильности происходят только в осенне-летний и весенне-летний период. Однако при детальном рассмотрении количества ДТП по месяцам года за 2020 г. были выявлены некоторые закономерности (рисунок 4).

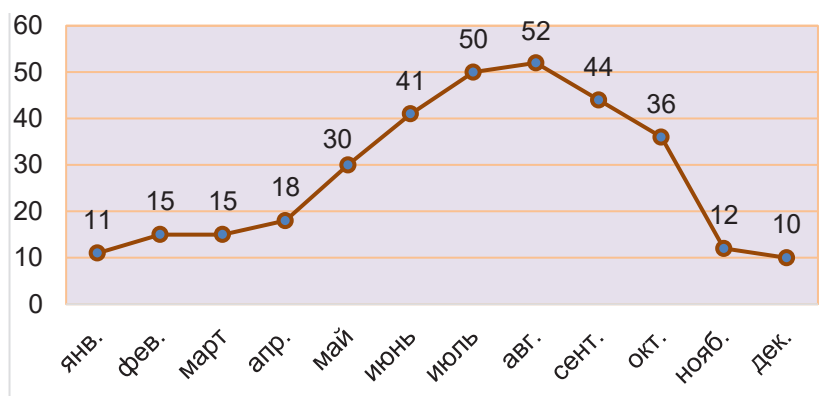


Рисунок 4 – График показателей количества ДТП с участием СИМ по месяцам 2020 г.
Источник: статистика НИЦ БДД.

Figure 4 – Graph of the accidents number involving PMD by month in 2020
Source: Scientific Centre for Road Safety statistics.

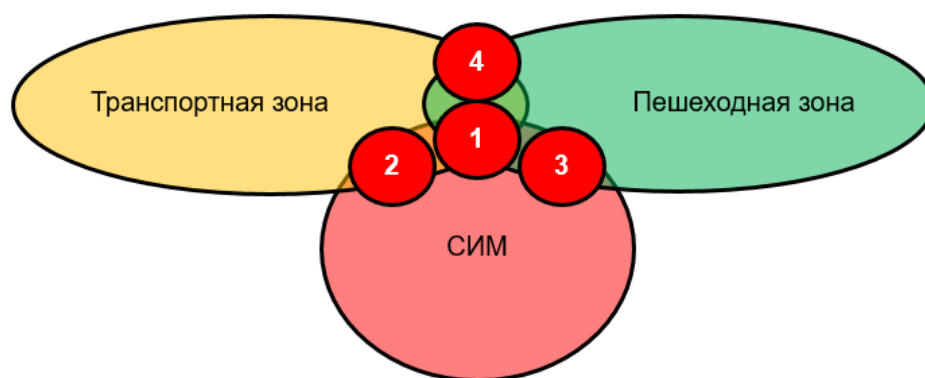


Рисунок 5 – Схема взаимодействия СИМ на улично-дорожной сети
Источник: составлено авторами.

Figure 5 – Scheme of interaction of PMD on the street-road network
Source: compiled by the authors.

Городская среда не адаптирована для передвижения средств индивидуальной мобильности. Большое число дорожно-транспортных происшествий происходит из-за возникновения конфликта между пешеходами и СИМ и водителя ТС и СИМ.

При взаимодействии средств индивидуальной мобильности с городской средой выделяют конфликтные зоны пересечения (рисунок 5):

1 – пересечение трёх областей: транспортной, пешеходной и зоной СИМ. Здесь сосредоточена основная проблема, а именно увеличение дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности. Происходит это из-за того, что передвижения СИМ не регулируются требованиями для комфортного и безопасного движения, а транспортная и пешеходная обеспечены необходимыми правовыми составляющими для четкого регулирования передвижения в данных зонах [11].

2 – конфликтная зона пересечения транспортной зоны и зоны СИМ. Проблема данной области заключается в неспособности идентифицировать средства индивидуальной мобильности в транспортной зоне.

Существует большое количество приложений для отслеживания передвижений СИМ (шеринг электросамокатов и т. д.), однако распознавать данные средства в общем транспортном потоке для мониторинга и исследования передвижения в данный момент невозможно.

3 – зона пересечения пешеходной зоны и зоны СИМ. В данной конфликтной области существует проблема большого количества ДТП с участием средств индивидуальной мобильности. Вид ДТП «Наезд на пешехода» составляет 25% от общего количества ДТП за 2020 г. [12].

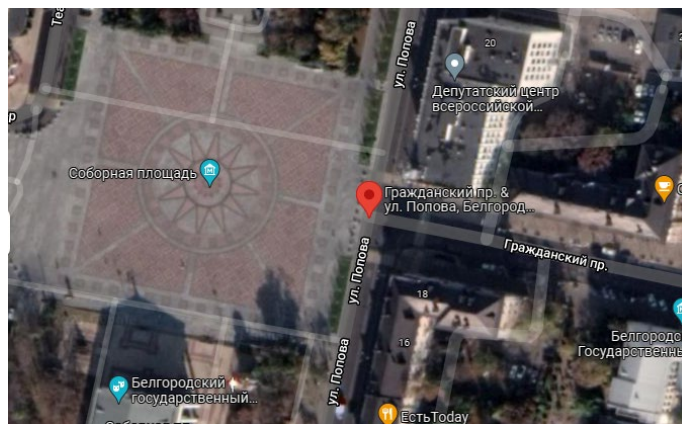


Рисунок 6 – Спутниковый снимок участка ул. Попова – Гражданский пр-т
Источник: составлено авторами.

Figure 6 – Satellite image of the site – Popova St. – Civil Avenue
Source: compiled by the authors.

4 – точка пересечения пешеходной зоны и транспортной зоны осуществляется с помощью пешеходных переходов (подземных, наземных и подземных). В данной области существуют четкие правила и требования, позволяющие создать безопасное взаимодействие данных зон.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В результате анализа дорожной сети г. Белгорода определен участок дорожной сети, подлежащий моделированию – Гражданский проспект (рисунок 6), так как данное пространство является местом притяжения большого количества жителей г. Белгорода из-за проведения городских мероприятий (9 мая, День города и т. д.). Участок ул. Попова – Гражданский пр-т ввиду большой загруженности является наиболее подходящим вариантом для моделирования и внесения определенных изменений в организацию дорожного движения [13].

По ул. Попова в утренний час пик интенсивность индивидуального транспорта с южного направления составляет 1214 ед./ч, с северного – 640 ед./ч, по Гражданскому пр-ту – 356 ед./ч. Создание имитационной модели на данном участке дороги является правильным решением еще с точки зрения распределения крупных точек притяжения – Драмтеатр, Соборная площадь, парковка прокатных электросамокатов и велосипедов, большое количество коммерции на первых этажах зданий [14].

Для снижения возникновения данных конфликтов первоначальным этапом является

определение условий передвижения средств индивидуальной мобильности, а именно разделение или выделение специализированного пространства. Для проведения дальнейших исследований необходимо определить, как средства индивидуальной мобильности влияют на транспортный поток. С этой целью был выполнен анализ моделей дорожного движения с участием СИМ [15].

Программа имитационного моделирования Aimsun позволила создать модели участка дорожной сети с различным влиянием средств индивидуальной мобильности на условия движения (рисунок 7). Данная программа предоставляет возможность осуществить не только статистическое, но и динамическое моделирование, что значительно упрощает общее восприятие дорожной ситуации. Создана модель дорожного участка, позволяющая автоматизировать процесс обработки информации, а также помощь, с учетом рассмотрения нескольких моделей передвижения средств индивидуальной мобильности выбрать наиболее подходящую [16]. Применение данной программы позволит значительно ускорить процесс обработки информации характеристик транспортного потока, необходимой для проведения оценки сложившейся ситуации [17].

С помощью программы имитационного моделирования Aimsun и получения данных характеристик транспортного потока необходимо выяснить, как влияет передвижение средств индивидуальной мобильности на движение транспортного потока. Для более четко-

го принятия решения о передвижении СИМ в дорожной среде требуется создать несколько дорожных ситуаций-моделей:

1. Модель 1 – исходная модель движения на перекрестке, без участия СИМ.

2. Модель 2 – исходная модель с наличием в ТП – 15% СИМ по каждому направлению в общем потоке, без выделения специализированной инфраструктуры для движения.

3. Модель 3 – исходная модель с наличием в ТП – 15% СИМ по каждому направлению в общем потоке, с выделением специализированной инфраструктуры для движения – велосипедных дорожек шириной 2 м.

РЕЗУЛЬТАТЫ

С помощью данной программы можно совершить выгрузки определенных характеристик транспортного потока в разрезе утренний час пик, меж пик и вечерний час пик по трём вышеперечисленным моделям (рисунок 8) (таблица 1).

Рассмотрим модели движения в утренний час пик. Для более четкого понимания переведем значения скорости, задержек и времени пути в абсолютные показатели (таблица 2).

На данном пересечении без внедрения СИМ интенсивность движения в утреннее время составляет 2210 ед./ч, в вечернее время – 2032 ед./ч, в межпиковое время – 1517 ед./ч.

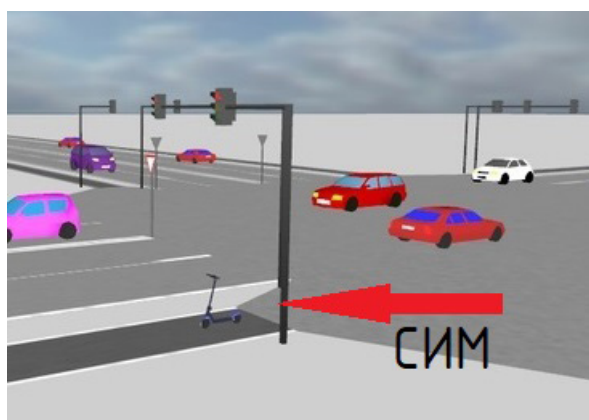


Рисунок 7 – Имитационная модель ул. Попова – Гражданский пр-т с выделением специализированной инфраструктуры для движения СИМ, программа Aimsun
Источник: составлено авторами.

Figure 7 - Simulation model of Popova Street – Civil Avenue with the allocation of specialized infrastructure for PMD traffic, Aimsun program
Source: compiled by the authors.

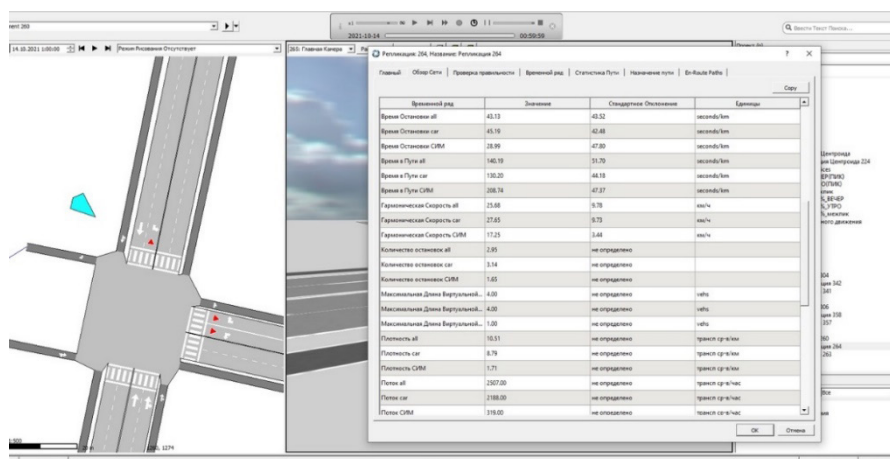


Рисунок 8 – Получение характеристик транспортного потока с участием средств индивидуальной мобильности, с помощью программы Aimsun
Источник: составлено авторами.

Figure 8 – Obtaining characteristics of the traffic flow with the participation of personal mobility devices, using the Aimsun program
Source: compiled by the authors.

Таблица 1
Характеристики транспортного потока ул. Попова – Гражданский проспект
Источник: составлено авторами.

Table 1
Characteristics of the traffic flow of Popova Street – Civil Avenue
Source: compiled by the authors.

	Без СИМ	СИМ 15%	СИМ с велодорожками
	Скорость, км/ч		
Утренний ПИК	32,06	27,64	29,03
Меж ПИК	33,97	30,26	30,72
Вечерний ПИК	32,82	28,07	28,89
	Задержки, с/км		
Утренний ПИК	50,66	61,53	54,49
Меж ПИК	43,5	48,56	45,97
Вечерний ПИК	48,36	58,41	53,99
	Время в пути, с/км		
Утренний ПИК	27,04	36,97	33,17
Меж ПИК	16,82	22,38	21,93
Вечерний ПИК	23,89	32,57	31,65

Таблица 2
Абсолютные показатели характеристик транспортного потока
Источник: составлено авторами.

Table 2
Absolute indicators of traffic flow characteristics
Source: compiled by the authors.

	Скорость	Задержки	Время в пути
Без СИМ	1	1	1
СИМ 15%	0,862	1,214	1,367
СИМ 15% велодорожки	0,905	1,075	1,226

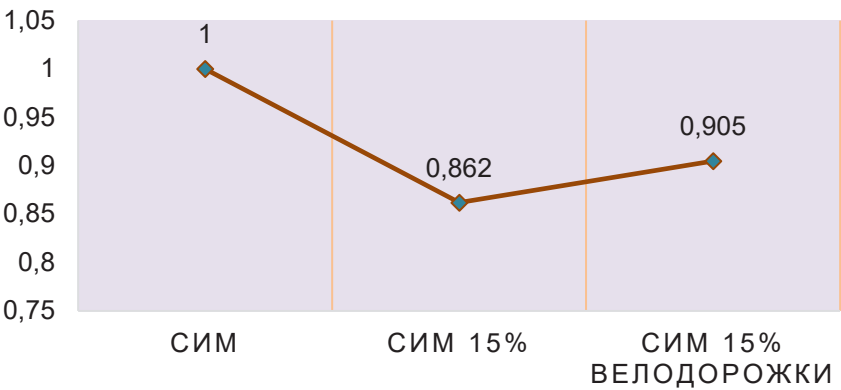


Рисунок 9 – Показатели скорости транспортного потока для движения без СИМ
Источник: составлено авторами.

Figure 9 – Indicators of traffic flow speed for movement without PMD
Source: compiled by the authors.

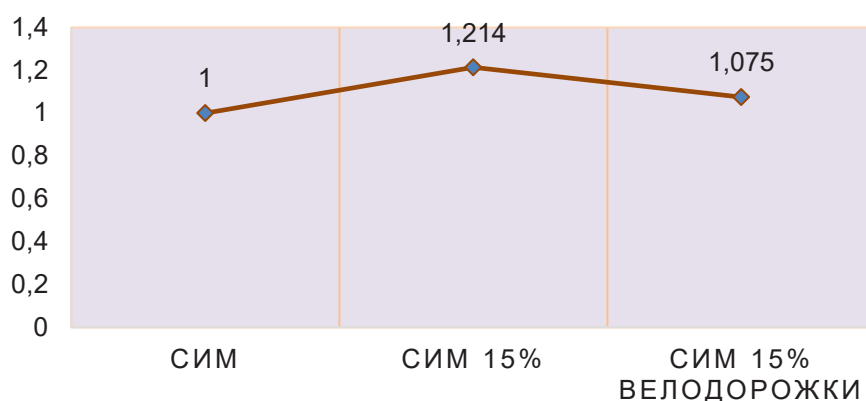


Рисунок 10 – Показатели задержек транспортного потока для движения без СИМ
Источник: составлено авторами.

Figure 10 – Indicators of traffic delays for traffic without PMD
Source: compiled by the authors.

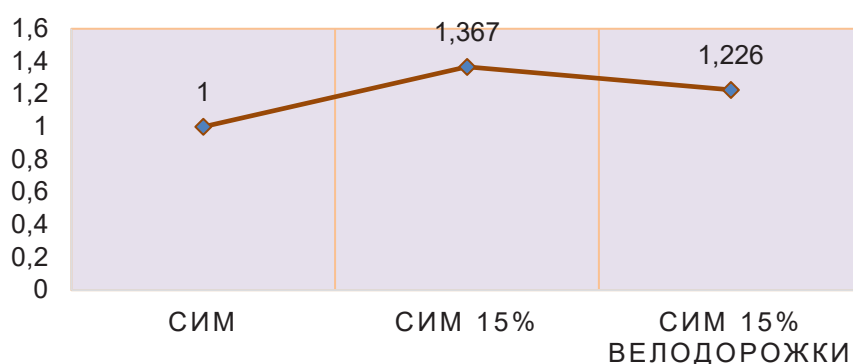


Рисунок 11 – Показатели времени пути транспортного потока для движения без СИМ
Источник: составлено авторами.

Figure 11 – Indicators for the travel time of the traffic flow for movement without PMD
Source: compiled by the authors.

Из представленного графика видно, что скорость транспортного потока с появлением СИМ на дорогах общего пользования падает на 14%, при передвижении данных средств на велосипедных дорожках скорость потока также падает, но уже всего лишь на 9% (рисунок 9).

Из представленного графика видно, что задержки транспортного потока с появлением СИМ на дорогах общего пользования увеличиваются на 22%, при передвижении данных средств на велосипедных дорожках скорость потока также падает, но уже всего лишь на 8% (рисунок 10).

Из представленного графика видно, что задержки транспортного потока с появлением СИМ на дорогах общего пользования увеличиваются на 36%, при передвижении данных средств на велосипедных дорожках скорость потока также падает, но уже всего лишь на 22% (рисунок 11).

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе полученных результатов предлагается выделить отдельные полосы движения для СИМ либо велодорожки для движения СИМ/велосипедов. В результате оценки различных моделей установлено, что СИМ могут двигаться в потоке с разрешенной скоростью потока, но в результате можно предположить резкий скачок аварийности [18]. Разница в габаритах между автомобилями и средствами индивидуальной мобильности способствует движению СИМ между полосами, а также отличие в маневренности данных средств приведет к увеличению дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности [19]. Именно поэтому существует потребность в дальнейших исследованиях для определения комфортной среды передвижения для средств индивидуальной мобильности.

Появление СИМ на дорогах общего пользования становится неизбежной проблемой современной жизни, именно поэтому при сравнении характеристик транспортного потока (скорости, задержек и времени в пути) можно заметить негативную тенденцию при внедрении средств индивидуальной мобильности в общий транспортный поток, резкое уменьшение скорости движения транспортных средств (-13,7%), увеличение задержек (+21,4%) и времени в пути (+36,7%). При выделении специализированного пространства, а именно велосипедных дорожек шириной 2 м, также можно заметить негативное влияние, однако оно значительно меньше при модели 2.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ирошников Д. В. Правовые проблемы обеспечения безопасности личности на транспорте в условиях использования индивидуального электротранспорта / Д. В. Ирошников // Правовое государство: теория и практика. 2019. № 1/1. С. 58–89.
2. Мишина Ю. В. К вопросу об участии в дорожном движении пользователей средств индивидуальной мобильности / Ю. В. Мишина // Правопорядок: история, теория, практика. 2020. № 1/2. 24 с.
3. Юнг А. А. Оценка аварийности средств индивидуальной мобильности в различных условиях движения / А. А. Юнг, А. Г. Шевцова // Современная наука. 2021. № 2. С. 31–36.
4. Новиков И. А. Влияние изменения задержек транспортных средств на количество режимов работы светофорного объекта / И. А. Новиков, А. Г. Шевцова // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 4(35). С. 62–68.
5. Боровской А. Е. Методы определения потока насыщения автотрассы / А. Е. Боровской, А. Г. Шевцова // Мир транспорта. 2013. № 3. С. 44–51.
6. Боровской А. Е. Распределение состава транспортного потока на примере городской агломерации «Белгород» [Текст] / А. Е. Боровской, П. А. Воля, И. А. Новикова, А. Г. Шевцова // Мир транспорта и технологических машин. 2015. № 4. С. 103–110.
7. Шелмаков П. С. Развитие велосипедного движения в Российской Федерации / П. С. Шелмаков, С. В. Шелмаков // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 183–184.
8. Сойников С. А. Особенности определения административно-правового статуса участников дорожного движения, использующих современные технические средства передвижения (средства индивидуальной мобильности) / С. А. Сойников // Вестник экономической безопасности. 2020. № 1. С. 216–219.
9. Волков П. А. Средства индивидуальной мобильности: вопросы теории и практики использования / П. А. Волков, Ю. В. Кемаш // Вестник Белгородского юридического института МВД России им. И. Д. Путилина. 2021. № 1. С. 51–55.
10. Мишина Ю. В. Проблемы определения административно-правового статуса лиц, использующих для передвижения электросамокаты, сегвеи и иные

современные технические средства Ю. В. Мишина // Проблемы экономики и юридической практики. 2020. № 4. С. 321–325.

11. Novikov A., Glagolev S., Novikov I., Shevtsova A. A. Information technologies and management of transport systems development of the approach to assessing adaptation of the intersection transport model // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019 International Conference on Innovations in Automotive and Aerospace Engineering, ICIAE 2019. C. 012052.

12. Trofimenko Y., Komkov V., Donchenko V. Problems and prospects of sustainable low carbon development of transport in Russia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 3. Ser. "International Conference on Sustainable Cities" 2018. C. 012014.

13. Trofimenko Y. V., Komkov V. I., Potapchenko T. D., Donchenko V. V. Model for the assessment of greenhouse gas emissions from road transport. Periodicals of Engineering and Natural Sciences. 2019. T. 7. No 1. C. 465–473.

14. Trofimenko Yu. V., Komkov V. I., Grigoryeva T. Yu. Forecast of the vehicle fleet size and structure in Russian Federation by ecological class, a type of power installations and a fuel type for the period up to 2030. Proceedings of the Sixth International Environmental Congress (Eighth International Scientific-Technical Conference) "Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes" ELPIT 2017. 2017. P. 311–326.

15. Nocerino R., Colorni, A., Lia, F. Luè, A. E-bikes and E-scooters for smart logistics: environmental and economic sustainability in pro-E-bike Italian pilots. Transp. Res. Procedia 2016, 14, 2362–2371.

16. Degele J., Gorr A., Haas K., Kormann, D., Krauss S., Lipinski P., Tenbih M., Koppenhoefer C., Fauser J., Hertweck D. Identifying E-scooter sharing customer segments using clustering. In Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), Stuttgart, Germany, 17–20 June 2018; pp. 2–5.

17. Zagorskas J., Burinskiene M. Challenges Caused by Increased Use of E-Powered Personal Mobility Vehicles in European // Cities Sustainability 2020, 12, 248.

18. OECD/ITF. (2020). Safe Micromobility. Available at: <https://www.itf-oecd.org/safe-micromobility>

19. Novikov A., Novikov I., Shevtsova A. Modeling of traffic-light signalization depending on the quality of traffic flow in the city. Journal of Applied Engineering Science. 2019. T. 17. No 2. pp. 175–181.

REFERENCES

1. Iroshnikov D. V. Pravovye problemy obespecheniya bezopasnosti lichnosti na transporte v usloviyakh ispol'zovaniya individual'nogo elektrottransporta [Legal problems of ensuring personal safety in transport in the conditions of using individual electric transport]. *Pravovoe gosudarstvo: teoriya i praktiki*. 2019; 1/1: 58–89. (in Russ.)

2. Mishina Y. V. K voprosu ob uchastii v dorozhnom dvizhenii pol'zovatelej sredstv individual'noj [On the issue of participation in road traffic of users of personal

protective equipment]. *Pravovoe gosudarstvo: teoriya i praktiki*. 2020; 1/2: 24. (in Russ.)

3. Jung A. A., Shevtsova A. G. Ocenka avarijnosti sredstv individual'noj mobil'nosti v razlichnykh usloviyakh dvizheniya [Assessment of the accident rate of individual mobility equipment in various traffic conditions]. *Sovremennaya nauka*. 2021; 2: 31-36. (in Russ.)

4. Novikov I. A., Shevtsova A. G. Vliyaniye izmeneniya zaderzhek transportnykh sredstv na kolichestvo rezhimov raboty svetofornogo ob"ekta [The effect of changes in vehicle delays on the number of modes of operation of a traffic light object]. *Mir transporta i tehnologicheskikh mashin*. 2011; 4(35): 62-68. (in Russ.)

5. Borovskoi A. E., Shevtsova A. G. Metody opredeleniya potoka nasyshcheniya [Methods for determining the saturation flow]. *Mir transporta*. 2013; 3: 44-51. (in Russ.)

6. Borovskoi A. E., Volya P. A., Novikov I. A., Shevtsova A. G. Raspredeleniye sostava transportnogo potoka na primere gorodskoj aglomeratsii «Belgorod» [Distribution of the composition of the traffic flow on the example of the urban agglomeration "Belgorod"]. *Mir transporta i tehnologicheskikh mashin*. 2015; 4: 103-110. (in Russ.)

7. Shel'makov P. S., Shel'makov S. V. Razvitiye velosipednogo dvizheniya v Rossijskoj Federatsii [Development of cycling in the Russian Federation]. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*. 2012; 6: 183-184. (in Russ.)

8. Soynikov S. A. Osobennosti opredeleniya administrativno-pravovogo statusa uchastnikov dorozhnogo dvizheniya, ispol'zuyushchikh sovremennye tekhnicheskie sredstva peredvizheniya (sredstva individual'noj mobil'nosti) [Features of determining the administrative and legal status of road users using modern technical means of transportation (means of individual mobility)]. *Vestnik jekonomicheskoy bezopasnosti*. 2020; 1: 216-219. (in Russ.)

9. Volkov P. A., Kemyash Yu. V. Sredstva individual'noj mobil'nosti: voprosy teorii i praktiki ispol'zovaniya [Means of individual mobility: issues of theory and practice of use]. *Vestnik Belgorodskogo juridicheskogo instituta MVD Rossii im. I. D. Putilina*. 2021; 1: 51-55. (in Russ.)

10. Mishina Yu. V. Problemy opredeleniya administrativno-pravovogo statusa lic, ispol'zuyushchikh dlya peredvizheniya elektrosamokaty, segvey i inye sovremennye tekhnicheskie sredstva [Problems of determining the administrative and legal status of persons using electric scooters, segways and other modern technical means for movement]. *Problemy jekonomiki i juridicheskoy praktiki*. 2020; 4: 321-325. (in Russ.)

11. Novikov A., Glagolev S., Novikov I., Shevtsova A. A. Information technologies and management of transport systems development of the approach to assessing adaptation of the intersection transport model // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019 International Conference on Innovations in Automotive and Aerospace Engineering, ICI2AE 2019. C. 012052.

12. Trofimenko Y., Komkov V., Donchenko V. Problems and prospects of sustainable low carbon development of transport in Russia. IOP Conference Series:

Earth and Environmental Science. 3. Ser. "International Conference on Sustainable Cities" 2018. P. 012014.

13. Trofimenko Y. V., Komkov V. I., Potapchenko T. D., Donchenko V. V. Model for the assessment greenhouse gas emissions from road transport. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*. 2019; T. 7. No 1: 465-473.

14. Trofimenko Yu. V., Komkov V. I., Grigoryeva T. Yu. Forecast of the vehicle fleet size and structure in Russian federation by ecological class, a type of power installations and a fuel type for the period up to 2030. *Proceedings of the Sixth International Environmental Congress (Eighth International Scientific-Technical Conference) "Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes" ELPIT 2017*. 2017. P. 311-326.

15. Nocerino R., Colorni, A., Lia, F. Luè, A. E-bikes and E-scooters for smart logistics: environmental and economic sustainability in pro-E-bike Italian pilots. *Transp. Res. Procedia* 2016, 14, 2362-2371.

16. Degele J., Gorr A., Haas K., Kormann, D., Krauss S., Lipinski P., Tenbih M., Koppenhoefer C., Fauser J., Hertweck D. Identifying E-scooter sharing customer segments using clustering. In *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, Stuttgart, Germany, 17-20 June 2018; pp. 2-5.

17. Zagorskis J., Burinskiene M. Challenges Caused by Increased Use of E-Powered Personal Mobility Vehicles in European // *Cities Sustainability* 2020, 12, 248.

18. OECD/ITF. (2020). Safe Micromobility. Available at: <https://www.itf-oecd.org/safe-micromobility>

19. Novikov A., Novikov I., Shevtsova A. Modeling of traffic-light signalization depending on the quality of traffic flow in the city. *Journal of Applied Engineering Science*. 2019; T. 17. No 2: 175-181.

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Шевцова А. Г. Постановка цели и задачи исследования.

Юнг А. А. Выполнение оценки характеристик транспортного потока.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Anastasia G. Shevtsova. Statement of the aims and objectives of the study.

Anastasia A. Jung. Performing a traffic flow characterisation.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шевцова Анастасия Геннадьевна – канд. техн. наук, доц. кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта».

Юнг Анастасия Алексеевна – магистрант кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта».

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anastasia G. Shevtsova – Cand. of Sci., Associate Professor of the Motor Vehicle Operation and Management Department.

Anastasia A. Jung – Master's student of the Motor Vehicle Operation and Management Department.