

УДК 656.13.021: 004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Юнг Анастасия Алексеевна, магистрант,
БГТУ им. В.Г. Шухова, Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46,
yungnastena33@gmail.com

Шевцова Анастасия Геннадьевна, канд. техн. наук, доц.,
БГТУ им. В.Г. Шухова, Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46, shევcova-anastasiya@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме увеличения количества дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности (СИМ). Предлагается использование метода моделирования участка дорожного движения для анализа характеристик транспортного потока, изменяющихся с появлением данных средств. Кратко описываются виды и характеристики средств индивидуальной мобильности, приводятся как положительные, так и отрицательные стороны использования СИМ в городской среде. Выполненное моделирование рассматриваемого участка дорожной сети позволило получить данные характеристик транспортного потока. Программа имитационного моделирования «Aimsun» позволило создать модели участка дорожной сети с различным влиянием средств индивидуальной мобильности на условия движения. 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 помочь, с учетом рассмотрения нескольких моделей передвижения средств индивидуальной мобильности выбрать наиболее подходящую. Применение данной программы позволит значительно ускорить процесс обработки информации характеристик транспортного потока необходимой для проведения оценки сложившейся ситуации.

Ключевые слова: моделирование, дорожное движение, средства индивидуальной мобильности, характеристики, транспортный поток.

SIMULATION OF THE PROCESS OF MOVEMENT OF MEANS OF INDIVIDUAL MOBILITY IN THE URBAN ENVIRONMENT

Jung Anastasia A., undergraduate,

V.G. Shukhov BSTU, 46, Kostyukova str., Belgorod, 308012, Russia,

yungnastena33@gmail.com

Shevtsova Anastasia G., Ph.D., associate professor,

V.G. Shukhov BSTU, 46, Kostyukova str., Belgorod, 308012, Russia, [shevcova-](mailto:shevcova-anastasiya@mail.ru)

anastasiya@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the problem of increasing the number of road accidents involving means of individual mobility (SIM). It is proposed to use the method of modeling a road section to analyze the characteristics of the traffic flow that change with the appearance of these means. The types and characteristics of means of individual mobility are briefly described, both positive and negative aspects of using SIM in an urban environment are given. The simulation of the considered section of the road network allowed us to obtain data on the characteristics of the traffic flow. The Aimsun simulation program made it possible to create models of a section of the road network with various effects of individual mobility means on traffic conditions. This program provides an opportunity to carry out not only statistical, but also dynamic modeling, which greatly simplifies the overall perception of the traffic situation. A model of the road section has been created that allows automating the information processing process, as well as helping, taking into account the consideration of several models of movement of individual mobility vehicles, to choose the most appropriate one. The application of this program will significantly speed up the process of processing information about the characteristics of the traffic flow necessary to assess the current situation.

Key words: modeling, road traffic, means of individual mobility, characteristics, traffic flow.

Введение

Использование метода моделирования в данном случае позволяет получить адекватное представление о влиянии СИМ на транспортный поток [1]. Представленные в статье модели могут быть использованы при определении наиболее безопасной ситуации передвижения транспортных средств и средств индивидуальной мобильности в одной среде [3].

Применение моделей повышает скорость исследования и помогает

наиболее четко определить, как изменяются характеристики транспортного потока в представленных ситуациях.

Безопасность дорожного движения – актуальная задача для каждого субъекта Российской Федерации [4]. Развитие в современном обществе не стоит на месте, с каждым годом на дорогах общего пользования появляются новые виды средств передвижения, исключением не являются устройства с уже закрепленным за ними термином «средства индивидуальной мобильности». Передвижение человека посредством электродвигателя (электросамокат, электроскейтборд, сегвей, моноколесо, гироскутер) или мускульной энергии человека (самокат, роликовые коньки, скейтборд) подходит под данное определение. Список видов средств индивидуальной мобильности (СИМ) с каждым годом расширяется, и на дорогах общего пользования появляются всё новые устройства [5]. Популярность данных средств объясняет повышенная мобильность человека, решающая вопрос экономии времени, а также денежных средств в жизни современного человека. Важнейшим фактором, ещё более усилившим популярность данных средств, стала пандемия коронавирусной инфекции Covid-19, который позволил исключить лишние контакты с другими людьми, которые неизбежны при использовании общественного транспорта, такси, метро и т. д. [6].

Однако в данном случае есть как положительные, так и отрицательные стороны использования СИМ. Использование данных средств на дорогах общего пользования становится серьезным источником повышенной опасности, как для пешеходов, так и для лиц, управляющих такими устройствами. Лица, использовавшие способ передвижения на средствах индивидуальной мобильности, часто становятся участниками дорожно-транспортных происшествий. Зарегистрированы случаи участия несовершеннолетних в подобных происшествиях.

Цель и задачи исследования

Актуальность проблемы, охватывающей дальнейшее передвижение средств индивидуальной мобильности по улично-дорожной сети, подтверждается в первую очередь резким увеличением количества дорожно-транспортных происшествий с их участием [7]. Согласно официальным данным предоставленных научным центром безопасности дорожного движения (НЦ БДД) количество ДТП в 2020 году с участием СИМ в России составило 331, прирост составляет 182,9%, что намного больше по сравнению с 2019 годом. И если в 2019 году 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 эти показатели были превышены, 347 (+184,4%) раненых и 6 (+50%) погибших.

В нашей стране проблема аварийности на дорогах общего пользования исследуется такими авторами как, Л.А. Абрамова, С.Б. Верещак, В.В. Казачек, А.Д. Ефимов и др. Существуют исследования по определению административно-правового статуса СИМ [8], но ввиду многочисленности рассматриваемых средств передвижения, необходим комплексный анализ с точки зрения правового аспекта, так и безаварийного передвижения. Несмотря на явную связь рассматриваемых направлений, требует проведение определенных натурных исследований в области движения СИМ в городской среде, которые позволят оценить степень влияния новых участников движения на общие характеристики транспортного потока.

Натурный анализ участка дорожной сети г. Белгород

В результате анализа дорожной сети г. Белгород, определен участок дорожной сети, подлежащий моделированию – Гражданский проспект, так как данное пространство является местом притяжения большого количества жителей города Белгород из-за проведения городских

мероприятий (9 мая, день города и т.д.). Участок ул. Попова – Гражданский пр-т в виду большой загруженности является наиболее подходящим вариантом для моделирования и внесения определенных изменений в организацию дорожного движения (рис. 1, 2).

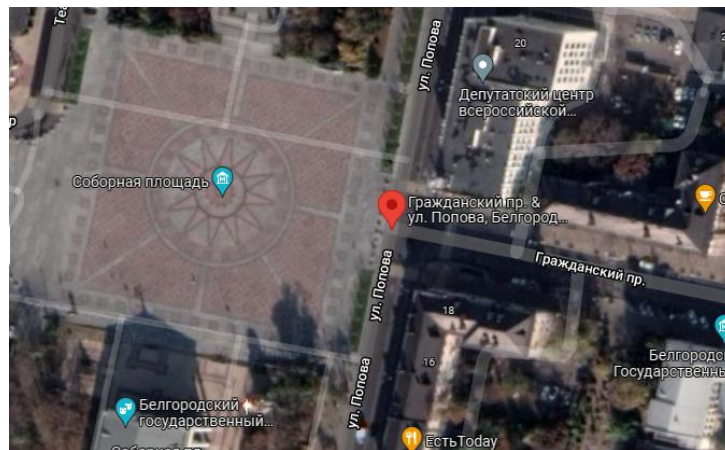


Рис. 1. Спутниковый снимок участка – ул. Попова – Гражданский проспект

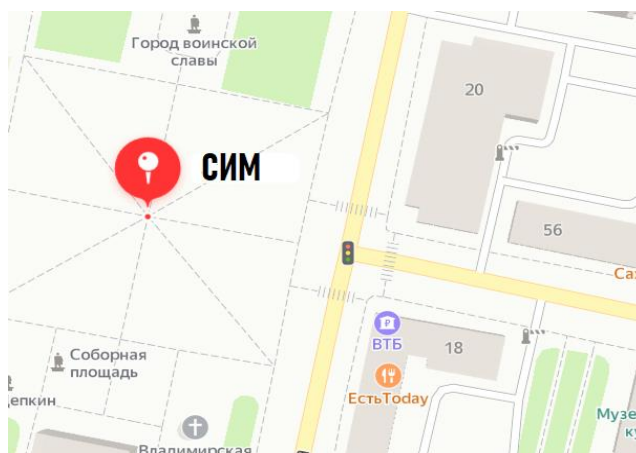


Рис. 2. Спутниковый снимок участка – ул. Попова – Гражданский проспект точка притяжения СИМ.

По ул. Попова в утренний час пик интенсивность индивидуального транспорта с южного направления составляет 1214 ед/ч, с северного – 640 ед/ч. По Гражданскому проспекту 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.

Моделирование и оценка результатов

С помощью программы имитационного моделирования «Aimsun» и получения данных характеристик транспортного потока необходимо выяснить как влияет передвижение средств индивидуальной мобильности на движение транспортного потока (рис. 3). Для более четкого принятия решения о передвижении СИМ в дорожной среде, требуется создать несколько дорожных ситуаций – моделей [11]:

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.



Рис. 3. Имитационная модель ул. Попова – Гражданский проспект с выделением специализированной инфраструктуры для движения СИМ, программа «Aimsun»

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

Таблица 1

Характеристики транспортного потока ул. Попова – Гражданский проспект

	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
МежПИК	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
МежПИК	16,82	22,38	21,93
Вечерний ПИК	23,89	32,57	31,65

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.

Заключение

Исходя из результатов предлагается выделить отдельные полосы движения 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 этого можно предположить резкий скачок аварийности. Разница в габаритах между автомобилями и средствами индивидуальной мобильности, что поспособствовать движению СИМ между полосами, а также отличие в маневренности данных средств приведет к увеличению дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности. Именно поэтому существует потребность в дальнейших исследованиях для определения комфортно среды передвижения для средств индивидуальной мобильности.

Список литературы

1. Ирошников, Д.В. Правовые проблемы обеспечения безопасности личности на транспорте в условиях использования индивидуального электротранспорта / Д.В. Ирошников // Правовое государство: теория и практики. – 2019. – № 1/1. – С. 58-89.
2. Мишина, Ю.В. К вопросу об участии в дорожном движении пользователей средств индивидуальной / Ю.В. Мишина // Правопорядок: история, теория, практика. – 2020. – № 1/2. – С. 24.

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

References

1. Iroshnikov D.V. *Pravovoe gosudarstvo: teoriya i praktiki*, 2019, no. 1/1, pp. 58-89.
2. Mishina Y.V. *Pravoporyadok: istoriya, teoriya, praktika*, 2020, no. 1/2, pp. 24.
3. Jung A.A., Shevtsova A.G. *Sovremennaya nauka*, 2021, no. 2, pp. 31-36.

4. Novikov I.A., Shevtsova A.G. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2011, no 4(35), pp. 62-68.
5. Borovskoi A.E. Shevtsova A.G. *Mir transporta*, 2013, no. 3, pp. 44-51.
6. Borovskoi A.E., Volya P.A., Novikov I.A., Shevtsova A.G. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2015, no. 4, pp. 103-110.
7. Shelmakov P.S., Shelmakov S.V. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2012, no. 6, pp. 183-184.
8. Soynikov S.A. *Vestnik ekonomicheskoy bezopasnosti*, 2020, no. 1, pp. 216-219.
9. Volkov P.A., Kemyash Yu.V. *Vestnik Belgorodskogo yuridicheskogo instituta MVD Rossii im. I.D. Putilina*, 2021, no. 1, pp. 51-55.
10. Mishina Yu.V. *Problemy ekonomiki i yuridicheskoy praktiki*, 2020, no. 4, pp. 321-325.
11. Novikov A., Glagolev S., Novikov I., Shevtsova A. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019 International Conference on Innovations in Automotive and Aerospace Engineering*, ICI2AE 2019, pp. 012052.

Рецензент: Е.А. Новописный, канд. техн. наук, доц., БГТУ им. В.Г. Шухова