



УДК 62-51

UDC 62-51

2.9.5 – эксплуатация автомобильного транспорта

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF PERSONAL MOBILITY EQUIPMENT IN URBAN CONDITIONS

✉¹ Юнг Анастасия Алексеевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», г. Белгород, e-mail: yungnastena33@gmail.com

✉¹ Jung Anastasia Alekseevna, postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod state technological university named after V.G. Shukhov”, Belgorod, e-mail: yungnastena33@gmail.com

Шевцова Анастасия Геннадьевна, д.т.н., ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», г. Белгород, e-mail: anastasiya-shevцова@mail.ru

Shevtsova Anastasia Gennadievna, doctor of engineering sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod state technological university named after V. G. Shukhov”, Belgorod, e-mail: anastasiya-shevцова@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме увеличения количества дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности (СИМ). Новой альтернативой использованию личного автомобиля становится использование разнообразных средств индивидуальной (СИМ). СИМ – это новая эпоха развития в транспортной индустрии. Устройства начали набирать особую популярность в России всего несколько лет назад, а в зарубежных странах уже активно используются как замена личному автомобилю, с каждым годом развивая, конструкцию и правила пользования, тем самым повышая безопасность.

Annotation. The article is devoted to the problem of increasing the number of road accidents involving personal mobility aids (SIM). A new alternative to using a personal car is the use of a variety of personal protective equipment (SIM). SIM is a new era of development in the transport field. The devices began to gain particular popularity in Russia just a few years ago, and in foreign countries they are already actively used as a replacement for a personal car, developing the design and rules of use every year, thereby increasing safety.

Ключевые слова: АНАЛИЗ, ДОРОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ, СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК.

Keywords: ANALYSIS, TRAFFIC, MEANS OF INDIVIDUAL MOBILITY, CHARACTERISTICS, TRAFFIC FLOW.

¹ Автор для ведения переписки

1 Состояние вопроса исследования и актуальность работы

В современном обществе почти в каждой российской семье есть личный автомобиль. По данным, на 1 января 2022 года в стране насчитывалось примерно 59,6 млн зарегистрированных транспортных средств. Из них на легковые автомобили приходится 76,3 % - это 45,5 млн штук [1]. В крупных городах автомобилисты могут провести в заторах на дорогах по несколько часов в утренний и вечерний час пик. Во избежание этого каждый водитель стремится найти способы для сокращения простоя в заторах на дорогах.

В современном обществе вопросы мобильности населения и экономии времени актуальны во всех странах и на всех континентах и требуют скорейшего решения. Согласно статистике, с каждым годом наблюдается увеличение количества автомобилей, мотоциклов, мопедов и других транспортных средств, данная закономерность оказывает значительную нагрузку на транспортную инфраструктуру в целом, тем самым способствуя образованию дорожных заторов и аварийных ситуаций [2]. Чтобы сократить потери времени, находясь в заторах на дороге, и в некоторой степени уменьшить количество ДТП, автолюбители начали осваивать новые средства передвижения, такие как сегвеи, моноколеса, гироскутеры и электросамокаты – так называемые средства индивидуальной мобильности. В связи с этим начали появляться специальные системы по предоставлению в аренду различных средств мобильности [3].

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.

В нашей стране проблема аварийности средств индивидуальной мобильности на дорогах общего пользования изучена такими авторами, как: Л.А. Абрамова, С.Б. Верещак, В.В. Казачек, А.Д. Ефимов. Рассмотрены особенности определения административно-правового статуса средств индивидуальной мобильности и возможные пути решения тенденции увеличения числа аварийности [4].

Цель исследования заключается в определении алгоритма целесообразности использования различных средств передвижения в городской среде.

Задачи исследования:

1. Выполнить SWOT – анализ положительных и отрицательных факторов использования средств индивидуальной мобильности;
2. Исследовать передвижения СИМ на улично-дорожной сети и выявить три маршрута движения пользователей данных устройств;

Оптимизировать процесс пользования СИМ с помощью применения целевой функции, стремящейся к минимуму при помощи экономической оценки.

2 Материалы и методы

Выполненный SWOT – анализ доказывает, что у средств индивидуальной мобильности присутствует большое количество достоинств для современной жизни человека (табл. 1).

Исследование передвижения средств индивидуальной мобильности осуществлялось на основе г. Белгорода. Территорией мониторинга была выбрана центральная часть города, т.к. именно в этой зоне наблюдается наибольшее количество, как станций проката, так и самих устройств [5].

Составлены три маршрута движения населения внутри данной зоны: первый маршрут стал зоной притяжения для работников офисного здания по адресу гражданский проспект д. 18, вторым маршрутом зачастую пользуются студенты «БелГУ», и третьим маршрутом был выбран «Парк им. В.И. Ленина», который также является местом притяжения для большого количества людей [6].

Таблица 1 – Анализ использования электросамокатов в городских условиях

Достоинства СИМ	Недостатки СИМ
Удобство, простота управления и маневренность устройства.	Ограниченная скорость движения до 25 км/ч.
Стоимость аренды. Тарифы начинаются от 5 рублей за минуту.	Продолжительность эксплуатации на одном заряде составляет 4-5 часов.
Экологичность.	Пробег на одном заряде до 40 км
Компактность и простота транспортировки.	Приемлемая температура использования от -5 ⁰ С до +40 ⁰ С соответственно, сезонность использования в России.
Функции для безопасности.	Низкая проходимость по бездорожью
Польза для здоровья.	Высокая стоимость от 15000 рублей
Стоимость заряда в домашних условиях.	

Таблица 2 – Координаты точек маршрутов

Номер пункта	Северная широта	Восточная долгота
Первый сценарий		
Начальная точка (А)	50.593996	36.600563
Конечная точка (Б)	50.593681	36.585870
Второй сценарий		
Начальная точка (А)	50.594724	36.575148
Конечная точка (Б)	50.593620	36.585528
Третий сценарий		
Начальная точка (А)	50.591398	36.586626
Конечная точка (Б)	50.604333	36.587428

3 Результаты исследований

На рисунках 1-3 представлены карты маршрутов движения по трем разработанным сценариям, соответственно. На каждой схеме синий цвет линии - маршрут по воздуху (по прямой линии), красная линия - маршрут движения на автомобиле и зеленый цвет линии - маршрут движения на электросамокате [7].

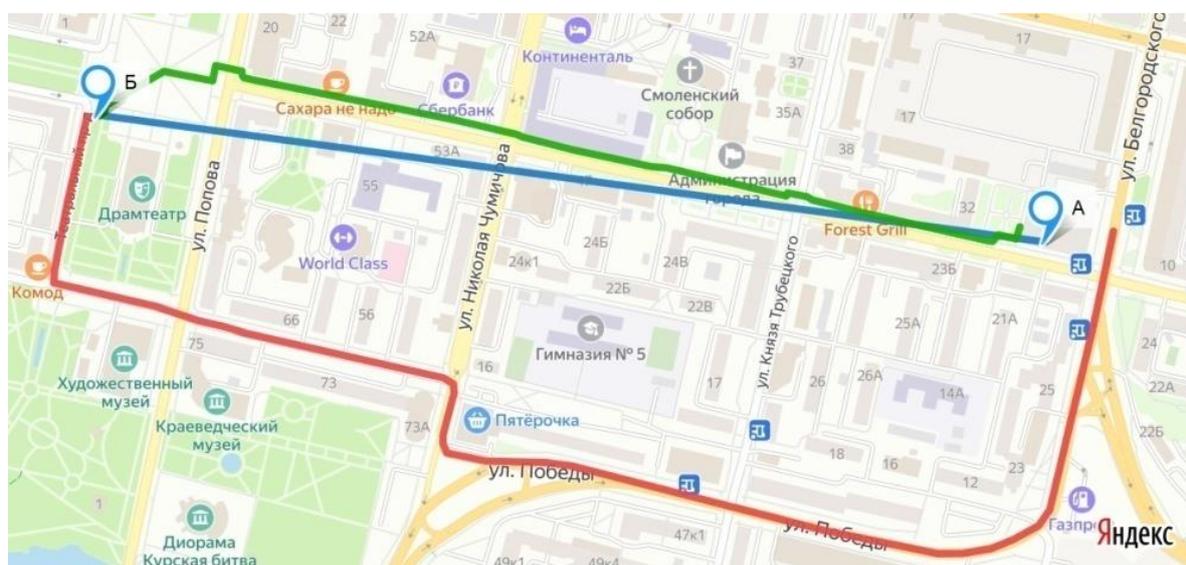


Рисунок 1 – Маршрут движения по сценарию №1

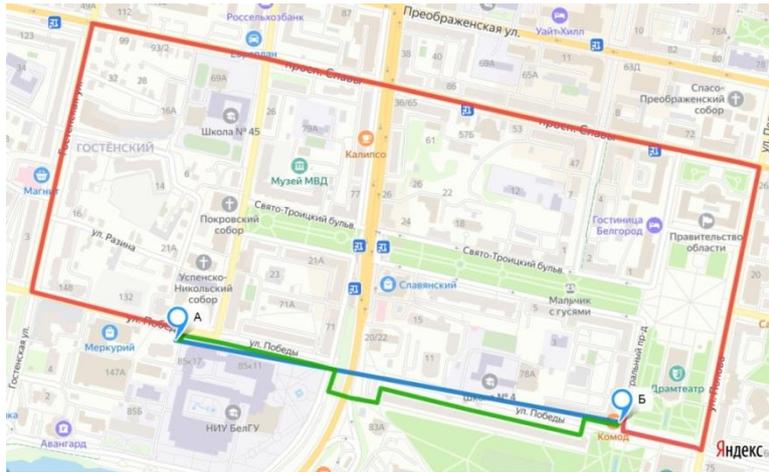


Рисунок 2 – Маршрут движения по сценарию №2

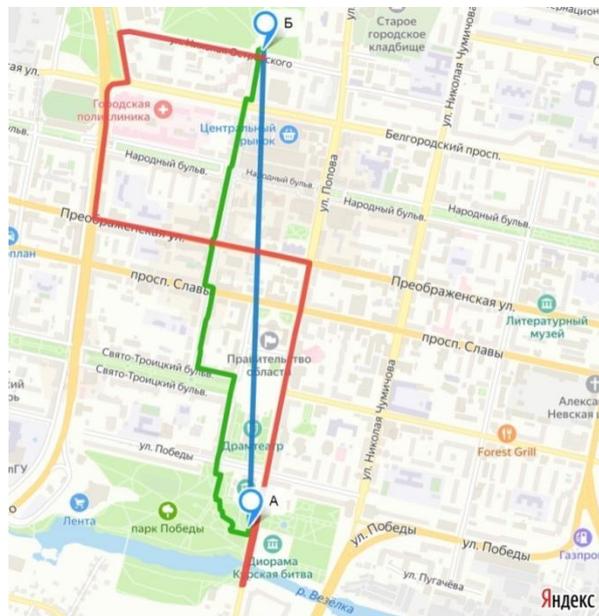


Рисунок 3 – Маршрут по сценарию №3

Выявлена особенность, что самый короткий путь следования характерен для движения по прямой, а самый протяженный маршрут установлен на автомобиле [8]. Маршрут с использованием СИМ по всем сценариям развития является самым оптимальным для городской среды.

Также выявлено, что утром в интервал с 7:30 до 9:30 и в вечернее время с 17:00 до 19:00 наблюдаются сложности для движения на автомобиле (дорожные заторы) на каждом из маршрутов, что может увеличить время в поездке на личном автомобиле [9].

На основе рассчитанной протяженности каждого из выбранных маршрутов вычисляется значение начала движения [10]. Из расчёта максимально допустимой скорости движения электросамоката в г. Белгороде $v = 25$ км/ч на преодоление расстояния $S = 1$ км потребуется время $t = 2,4$ минуты.

1. Для маршрута №1 на проезд расстояния в 1000 м будет затрачено 2,4 мин.
2. Для проезда по маршруту №2 протяженностью 856 м необходимо затратить 2,05 мин
3. Используя маршрут № 3 протяженностью 1700 м пользователю СИМ необходимо на поездку потратить 4,08 мин

Для оптимизации процесса пользования СИМ необходимо применение целевой функции, стремящейся к минимуму при помощи экономической оценки по критерию времени T , который состоит из параметров t , и имеет вид:

$$T = \sum_{i=1}^m t_n \rightarrow \min \quad (1)$$

где T – общая продолжительность пользования средством передвижения, мин; t_n – время на выполнение операции при использовании средства передвижения, мин.

На сегодняшний день самым распространенным транспортом в России по-прежнему является личный автомобиль [11]. Хотя он и не всегда удобен в современных дорожных условиях, необходимо произвести оценку пользования личным автомобилем в современном городском пространстве [12].

Для подсчета затрат времени при пользовании СИМ необходимо аналогично применять целевую функцию, стремящуюся к минимуму при помощи экономической оценки по критерию времени T , который состоит из параметров t , следующего вида:

$$T_{CAR} = \sum_{i=1}^8 t_{nC} \quad (2)$$

где t_{nC} – продолжительность операций, связанных с использованием личного автомобиля, мин; t_{nC1} – посадка в автомобиль, проверка регулировки сиденья, зеркал, положения руля, мин; t_{nC2} – фиксация водителя с помощью ремня безопасности, мин; t_{nC3} – проворачивание ключа в замке зажигания и начало работы автомобиля, мин; t_{nC4} – процесс составления маршрута, мин; t_{nC5} – начало движения, мин; t_{nC6} – задержки времени на пересечениях улиц со светофорным регулированием, мин; t_{nC7} – поиск места для парковки, мин; t_{nC8} – завершение использования автомобиля, мин.

Для T_{CAR} 6 элементов – являются постоянными величинами со значениями 15 мин, и 2 элемента имеют переменные значения.

При скорости $v = 40$ км/ч на преодоление расстояния $S = 1$ км автомобилю потребуется время $t = 1,5$ минуты, следовательно:

1. Для маршрута №1 на проезд расстояния в 1600 м будет затрачено 2,4 мин.
2. Для проезда по маршруту №2 протяженностью 2500 м необходимо затратить 3,75 мин.
3. Используя маршрут №3 протяженностью 2800 м пользователю СИМ необходимо на поездку потратить 4,2 мин.

Благодаря составлению трех маршрутов движения с различными целями и полученными результатами установлен определенный алгоритм пользования (рис. 4) для сравнения разнообразных показателей эффективности [13].

Алгоритм позволяет всесторонне проанализировать особенности эксплуатации СИМ в сравнении с личным автомобилем и составить соответствующий план развития разнообразных исходов событий и выявить возможность целесообразного использования для конкретных условий определенного средства передвижения [14].

Применив разработанный алгоритм, возможно, оценить результат выполненного эксперимента. Полученные результаты занесены в табл. 3.

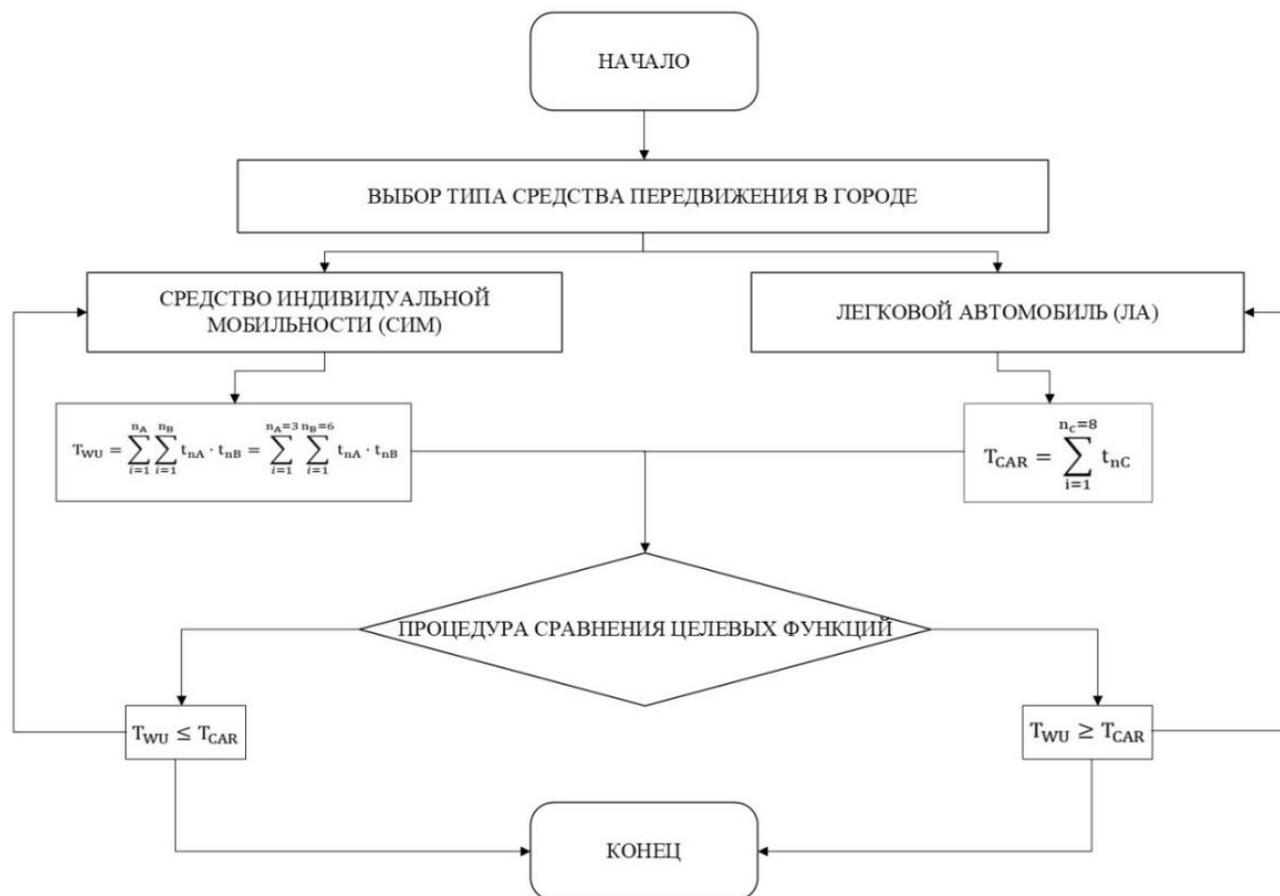


Рисунок 4 – Алгоритм определения целесообразности использования различных средств передвижения в городе

Таблица 3 – Результаты эксперимента

Наименование маршрутов	Тип средства передвижения		Результат применения методики
	Средства индивидуальной мобильности	Личный автомобиль	
Маршрут №1	15,9	30,4	Целесообразно СИМ
Маршрут №2	15,55	24,75	Целесообразно СИМ
Маршрут №3	17,58	28,2	Целесообразно СИМ

4 Обсуждение и заключение

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 рассмотрении результатов полученных маршрутов можно сделать вывод: использование средств индивидуальной мобильности на улично-дорожной сети является эффективным, так как движение можно осуществлять с минимальными временными и денежными затратами.

По каждому маршруту доказана эффективность использования СИМ на относительно небольшие расстояния (по рассмотренным маршрутам до 3 км) по показателю времени, и доказывает значимость проведения данных мероприятий [15].

Список литературы

- 1 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.
- 2 Бурлуцкая, А. Г. Влияние параметров на внедрение дополнительной левоповоротной секции при использовании светофорного регулирования /А.Г. Бурлуцкая, А.Г. Шевцова, А.Д. Еронин, А.А. Юнг // В сборнике: Логистический аудит транспорта и цепей поставок. материалы III международной научно- практической конференции. Тюмень, – 2020. – С. 30-35.
- 3 Волков, П. А. Средства индивидуальной мобильности: вопросы теории и практики использования [Текст] / П.А. Волков, Ю.В. Кемяш. // Вестник Белгородского юридического института МВД России им. И.Д. Путилина. – 2021.– № 1. – С. 51–55.
- 4 Верещак, С. Б. Средства индивидуальной мобильности: проблемы правового регулирования участия в дорожном движении и административной ответственности / С.Б. Верещак, А.В. Верещак, Л.А. Абрамова // Право и практика. – 2020. – № 4. – С. 75–78.
- 5 Галюзин, А. И. Разработка подхода к управлению транспортных потоков в зоне автоматизированного перекрестка / А.И. Галюзин, А.А. Юнг // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Материалы конференции. Белгород, – 2021. – С. 1945-1950.
- 6 Глаголев С.Н., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Снижение экологической нагрузки городской территории за счет минимизации влияния грузового транспорта // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – № 3 (70). – С. 97–106.
- 7 Ирошников, Д.В. Правовые проблемы обеспечения безопасности личности на транспорте в условиях использования индивидуального электротранспорта [Текст] / Д.В. Ирошников // Правовое государство: теория и практики. – 2019. – № 1/1. – С. 58-89.
- 8 Лавров, С. Е. Проблемы развития улично-дорожной сети города с учетом нетрадиционных видов транспорта / С.Е. Лавров // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: сборник статей 77-ой Всероссийской научно- технической конференции. – Самара. – 2020. – С. 157-161.
- 9 Мишина, Ю. В. К вопросу об участии в дорожном движении пользователей средств индивидуальной [Текст] / Ю.В. Мишина // Правопорядок: история, теория, практика. – 2020. – № 1/2. – С. 24.
- 10 Мишина, Ю. В. Проблемы определения административно-правового статуса лиц, использующих для передвижения электросамокат, сегвей и иные современные технические средства [Текст] / Ю.В. Мишина // Проблемы экономики и юридической практики. – 2020. – № 4. – С. 321–325
- 11 Новиков, И. А. Влияние изменения задержек транспортных средств на количество режимов работы светофорного объекта [Текст] / И.А. Новиков, А.Г. Шевцова // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 4(35). – С. 62-68.
- 12 Шевцова, А. Г. Оценка аварийности с участием средств индивидуальной мобильности с учетом сезонности / А.Г. Шевцова, А.А. Юнг // В сборнике: наукоемкие технологии и инновации (xxiv научные чтения). Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгород, – 2021. – С. 238-241.
- 13 Шевцова, А. Г. Оценка влияния параметров автомобилей на значение потока насыщения / А.Г. Шевцова, А.Г. Бурлуцкая, А.А. Юнг // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 1. – С. 126-134.
- 14 Шевцова А. Г., Безродных А. А. Новый способ повышения безопасности движения на регулируемых пешеходных переходах // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. –2015. – № 6–1. – С. 113–117.
- 15 Юнг, А. А. Оценка динамики достижения показателей стратегии безопасности дорожного движения / А.А. Юнг, И.А. Новиков, А.Г. Шевцова // В сборнике: Проблемы функционирования систем транспорта. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2020. – № 2. – С. 332-335.

References

- 1 Borovskoy, A.E. Distribution of the composition of the traffic flow on the example of the urban agglomeration "Belgorod" [Text] / A.E. Borovskoy, P.A. Volya, I.A. Novikova, A.G. Shevtsova // The world of transport and technological machines. - 2015. - No. 4. - P. 103-110.
- 2 Burlutskaya, A.G. Influence of parameters on the implementation of an additional left-turn section when using traffic light regulation / A.G. Burlutskaya, A.G. Shevtsova, A.D. Eronin, A.A. Jung // In the collection: Logistics audit of transport and supply chains. materials of the III international scientific and practical conference. Tyumen, - 2020. - P. 30-35.
- 3 Volkov, P. A. Individual mobility devices: issues of theory and practice of use [Text] / P. A. Volkov, Yu. V. Kemyash. // Bulletin of the Belgorod Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after I. D. Putilin. - 2021. - No. 1. - P. 51-55.
- 4 Vereshchak, S. B. Individual mobility devices: problems of legal regulation of participation in road traffic and administrative liability / S. B. Vereshchak, A. V. Vereshchak, L. A. Abramova // Law and Practice. - 2020. - No. 4. - P. 75-78.
- 5 Galyuzin, A. I. Development of an approach to managing traffic flows in the area of an automated intersection / A. I. Galyuzin, A. A. Jung // In the collection: International scientific and technical conference of young scientists of BSTU named after V.G. Shukhov. Conference materials. Belgorod, - 2021. - P. 1945-1950.
- 6 Glagolev S.N., Shevtsova A.G., Vasilyeva V.V. Reducing the environmental load of the urban area by minimizing the impact of freight transport // The world of transport and technological machines. - 2020. - No. 3 (70). - P. 97-106.
- 7 Iroshnikov, D.V. Legal problems of ensuring personal safety in transport in the context of using individual electric transport [Text] / D.V. Iroshnikov // Legal state: theory and practice. - 2019. - No. 1/1. - P. 58-89.
- 8 Lavrov, S. E. Problems of development of the city's street and road network taking into account non-traditional modes of transport / S. E. Lavrov // Traditions and innovations in construction and architecture: collection of articles of the 77th All-Russian scientific and technical conference. - Samara. - 2020. - P. 157-161.
- 9 Mishina, Yu. V. On the issue of participation in road traffic of users of personal means [Text] / Yu. V. Mishina // Law and order: history, theory, practice. - 2020. - No. 1/2. - P. 24.
- 10 Mishina, Yu. V. Problems of determining the administrative and legal status of persons using electric scooters, segways and other modern technical means for transportation [Text] / Yu. V. Mishina // Problems of Economics and Legal Practice. - 2020. - No. 4. - P. 321-325
- 11 Novikov, I. A. The Impact of Changes in Vehicle Delays on the Number of Traffic Light Operation Modes [Text] / I. A. Novikov, A. G. Shevtsova // The World of Transport and Technological Machines. - 2011. - No. 4(35). - P. 62-68.
- 12 Shevtsova, A. G. Accident Rate Assessment with the Participation of Individual Mobility Vehicles Taking into Account Seasonality / A. G. Shevtsova, A. A. Jung // In the collection: science-intensive technologies and innovations (xxiv scientific readings). Collection of reports of the International scientific and practical conference. Belgorod, - 2021. - P. 238-241.
- 13 Shevtsova, A. G. Assessment of the Impact of Vehicle Parameters on the Saturation Flow Value / A. G. Shevtsova, A.G. Burlutskaya, A.A. Jung // Intelligence. Innovations. Investments. - 2022. - No. 1. - P. 126-134.
- 14 Shevtsova A. G., Bezrodnykh A. A. New way to improve traffic safety at regulated pedestrian crossings // Bulletin of Tula State University. Technical sciences. -2015. - No. 6-1. - P. 113-117.
- 15 Jung, A. A. Assessment of the dynamics of achieving road safety strategy indicators / A.A. Jung, I.A. Novikov, A.G. Shevtsova // In the collection: Problems of functioning of transport systems. Proceedings of the International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists. - 2020. - No. 2. - P. 332-335.

© Юнг А. А., Шевцова А. Г., 2024