

DOI: [10.34220/2311-8873-2023-3-3-67-76](https://doi.org/10.34220/2311-8873-2023-3-3-67-76)



УДК 656.021

UDC 656.021

2.9.5 – эксплуатация автомобильного транспорта

## ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ И ПРОБЛЕМАТИКА ПРИ ПОСТРОЕНИИ ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ

## THE MAIN ASPECTS AND PROBLEMS IN THE CONSTRUCTION OF A TRANSPORT MODEL

**Шемякин Александр Владимирович**, д.т.н., профессор, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, e-mail: [shem.alex62@yandex.ru](mailto:shem.alex62@yandex.ru)

**Shemyakin Alexander Vladimirovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, e-mail: [shem.alex62@yandex.ru](mailto:shem.alex62@yandex.ru)

**Успенский Иван Алексеевич**, д.т.н., профессор, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, e-mail: [ivan.uspensckij@yandex.ru](mailto:ivan.uspensckij@yandex.ru)

**Uspensky Ivan Alekseevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, e-mail: [ivan.uspensckij@yandex.ru](mailto:ivan.uspensckij@yandex.ru)

**Рябчиков Дмитрий Сергеевич**, к.т.н., профессор, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, e-mail: [rds\\_62@mail.ru](mailto:rds_62@mail.ru)

**Ryabchikov Dmitry Sergeevich**, Candidate of Technical Sciences, Professor, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, e-mail: [rds\\_62@mail.ru](mailto:rds_62@mail.ru)

**Тимакина Алина Александровна**, аспирант, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, e-mail: [tim-tim2412@mail.ru](mailto:tim-tim2412@mail.ru)

**Timakina Alina Alexandrovna**, Postgraduate student, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, e-mail: [tim-tim2412@mail.ru](mailto:tim-tim2412@mail.ru)

✉<sup>1</sup> **Комаров Ян Викторович**, к.т.н., младший научный сотрудник, ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж, e-mail: [yaniks88@bk.ru](mailto:yaniks88@bk.ru)

✉<sup>1</sup> **Komarov Yan Viktorovich**, Candidate of Technical Sciences, junior research assistant, VUNC Air Force "VVA", Voronezh, e-mail: [yaniks88@bk.ru](mailto:yaniks88@bk.ru)

**Аннотация.** В данной работе представлена транспортная модель, которая служит инструментом для прогнозирования эффективности предлагаемых мероприятий по организации дорожного движения и оптимизации маршрутной сети общественного транспорта. На основании проведенных расчетов проведена оценка пропускной способности и уровня загрузки наиболее значимого пересечения, расположенного на

**Annotation.** This paper presents a transport model that serves as a tool for predicting the effectiveness of the proposed measures both for organizing traffic and for optimizing the route network of public transport. Based on the calculations carried out, an assessment of the throughput and loading level of the most significant intersection located at the entrance to the area of repair work of Pervomaisky Prospekt was carried out. The results obtained showed an insignificant difference when calculating

въезде в зону проведения ремонтных работ Первомайского проспекта. Полученные результаты показали несущественное различие при расчете по нормативной документации и при использовании программного продукта PTV Vissim.

according to regulatory documentation and when using the PTV Vissim software product.

**Ключевые слова:** ТРАНСПОРТНАЯ МОДЕЛЬ, ТРАНСПОРТНЫЙ ПРОЦЕСС, ИНТЕНСИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ, УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ СЕТЬ.

**Keywords:** TRANSPORT MODEL, TRANSPORT PROCESS, INTENSITY OF TRAFFIC FLOWS, ROAD NETWORK.

<sup>1</sup> Автор для ведения переписки

## 1 Состояние вопроса исследования и актуальность работы

На сегодняшний день в ходе глобальных экономических перемен в России, и в мире в целом, отечественная транспортная система включает в себя 88 тыс. км железных дорог, более 750 тыс. км дорог с твердым покрытием, более 600 тыс. км воздушных линий, 70 тыс. км магистральных нефтепроводов, более 140 тыс. км газопроводов, 115 тыс. км маршрутов речного судоходства [1].

С ростом автомобильной загруженности дорог и увеличения объема перевозок все в большей степени актуализируется проблема развития состояния улично-дорожных сетей городов РФ и форсирования их пропускной способности. Проблема проявляется возникновением заторов в городских транспортных сетях, возникновением перегруженных городских районов и обуславливается моделями городского землепользования, фактическим состоянием и структурой дорог, заметно отличающейся от оптимальной, особенно старых городских центрах и в пиковые периоды поездок на работу [2-6].

Моделирование транспортных процессов – один из способов решения вышесказанной проблемы.

## 2 Материалы и методы

В рамках изучения транспортных потоков, их состава и интенсивности в границах г. Рязани по каждой точке был сформирован паспорт замеров, содержащий информацию о расположении точки, полученные значения интенсивности транспортных средств по всем направлениям [7-9].

Данные о существующих потоках и загрузке автомобильных дорог, прилегающих к Первомайскому проспекту получены из макромодели г. Рязани и представлены на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что уровень загрузки Первомайского проспекта в настоящее время достаточно высок и составляет 70-90 %, при этом в сутки здесь проезжает до 40000 автомобилей. Столь высокий уровень загрузки основной магистральной дороги вызывает необходимость грамотно организовать перераспределение транспортных потоков на период проведения ремонта.

Для анализа существующей ситуации в узлах пересечения дорог разрабатывается микромодель узла. В процессе моделирования выявляются проблемы, возникающие при проезде исследуемого участка, или делается вывод об их отсутствии [10, 11]. Подробный процесс разработки базовой микромодели рассмотрен на примере построения модели пересечения Первомайского проспекта и ул. Вокзальной.



Рисунок 1 – Интенсивность и загрузка автомобильных дорог

В качестве растровой основы для построения микромодели использовалась картографическая подложка. Основа для пересечения модели приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Вид в плане микромодели узла № 1

В программе VISSIM транспортная схема с пересечением дорог была построена из элементов дорожных и соединительных отрезков, ширина которых соответствовала геометрическим характеристикам моделируемого объекта.

Отрезки в VISSIM представляют собой проезжую часть дороги с установленным количеством полос движения, которое задается как параметр соответствующих отрезков. Схемы создавались на масштабированной графической основе, что позволило построить геометрию пересечения (рис. 3) в соответствии с существующей конфигурацией узла.





Рисунок 3 – Внесение отрезков для движения транспортных средств (ТС)

При выполнении поворота на пересечении, а также при выполнении маневра, проезде искусственных неровностей и тому подобных препятствий водитель снижает скорость. Для моделирования такого поведения автомобилей были применены зоны малоскоростного движения (рис. 4).

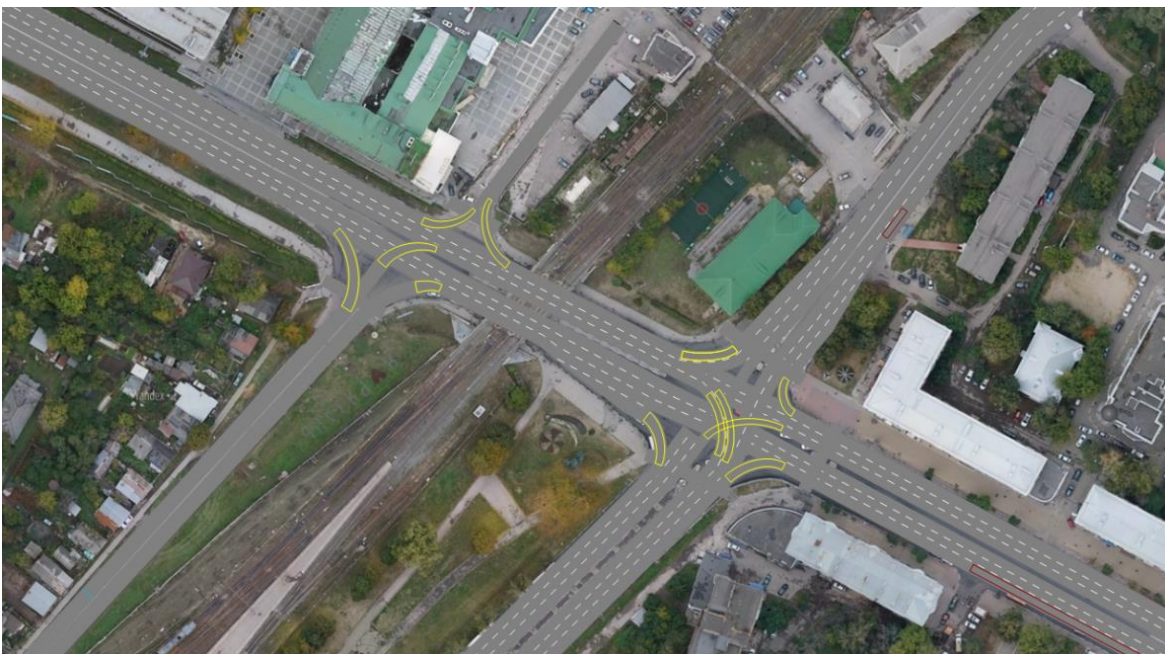


Рисунок 4 – Зоны малоскоростного движения

В модели порядок проезда конфликтных точек определен на основании существующей организации дорожного движения (рис. 5).

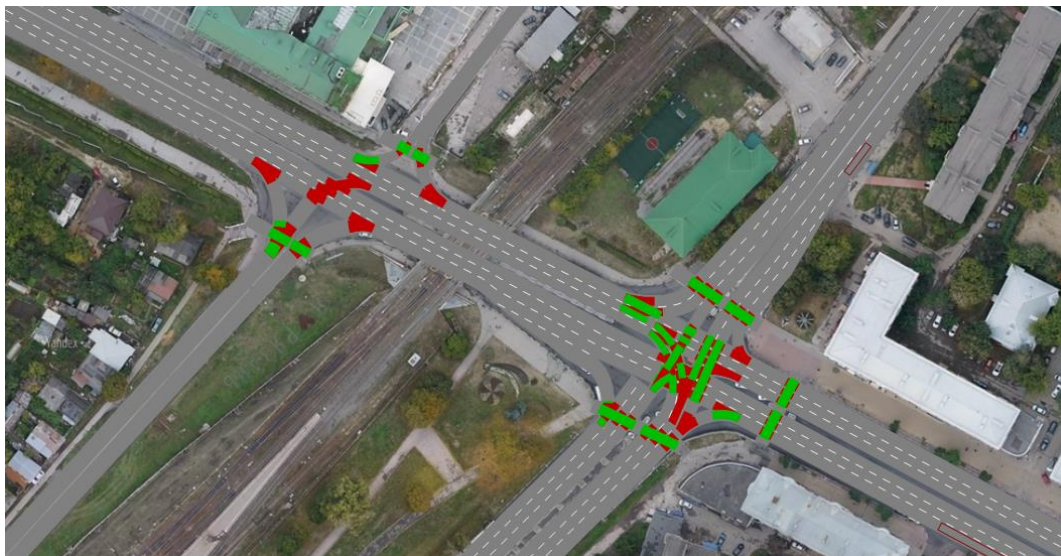


Рисунок 5 – Определение правил проезда

Зеленым цветом выделена полоса движения, находясь на которой транспортное средство обладает приоритетом проезда.

### 3 Результаты исследований

Пересечение Первомайского проспекта и ул. Вокзальной является регулируемым. В программу введен режим работы светофорного объекта (СО) (рис. 6).

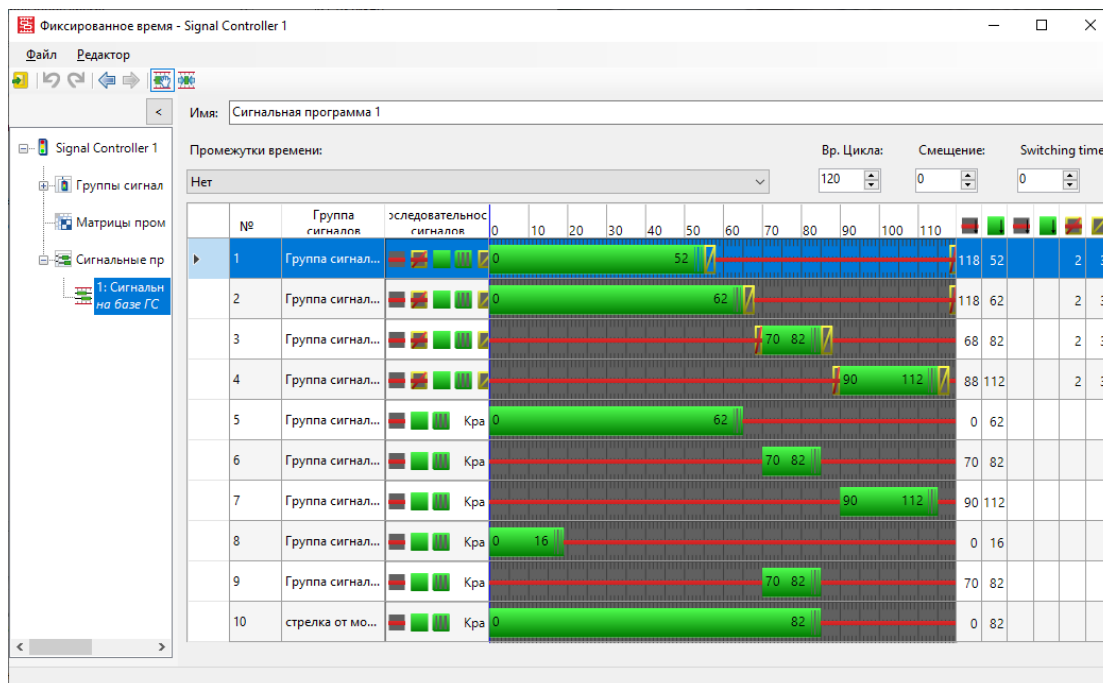


Рисунок 6 – Режим работы СО

После калибровки модели получена базовая версия, на основании которой можно оценить предлагаемые мероприятия по изменению организации дорожного движения, включая режим работы светофора, на момент проведения работ на Первомайском проспекте (рис. 7).





Рисунок 7 – Кадр 3D симуляции модели

Проведя анализ замеров результатов интенсивности транспортных потоков и построив транспортные модели в ключевых узлах, предлагается к реализации следующее решение: закрыть движение для всего транспорта, кроме общественного на участке дороги от пересечения Первомайского проспекта и ул. Вокзальная до пересечения Первомайского проспекта с ул. Типанова (рис. 8).



Рисунок 8 – Предлагаемая схема дорожного движения

На данных участках дороги из существующих шести полос остаются для функционирования только две – по одной полосе в каждом направлении (правые полосы).

Таким образом, движение личного транспорта будет организовано по объездным маршрутам по ул. Вокзальная через ж/д станцию Рязань-1 и Рязань-2 (рис. 9).

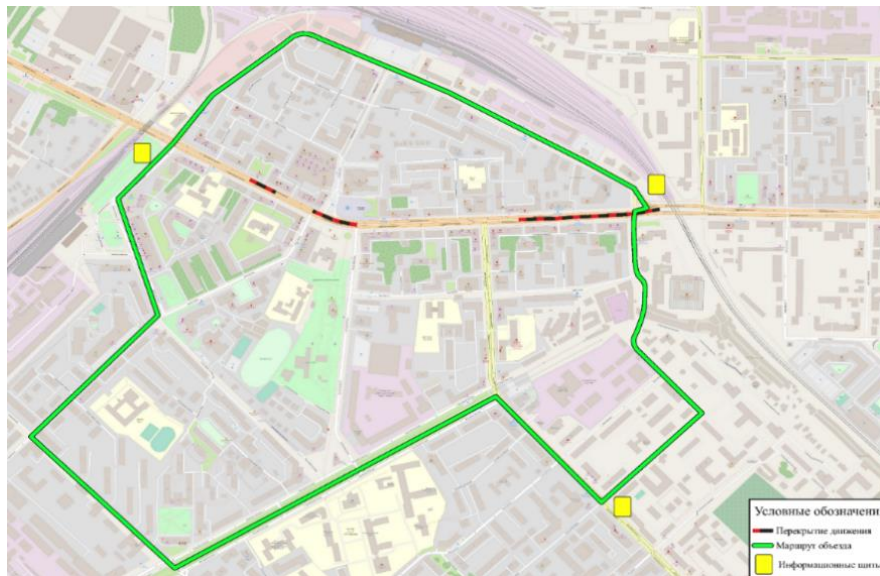


Рисунок 9 – Схема объезда для транспортных потоков, кроме общественного транспорта (ОТ)

Постоянная базовая модель позволяет оценить эффективность изменения организации дорожного движения в узле, например, провести оптимизацию светофорного регулирования, проверить эффективность локально-реконструкционных мероприятий, оценить изменение движения по полосам, оценить влияние парковки на дорожную ситуацию [12, 13].

В результате транспортная модель служит инструментом для прогнозирования эффективности предлагаемых мероприятий как по организации дорожного движения, так и по оптимизации маршрутной сети общественного транспорта [14].

На основании проведенных расчетов (как по ОДМ, так и произведенных в модели) проведена оценка пропускной способности и уровня загрузки наиболее значимого пересечения, расположенного на въезде в зону проведения ремонтных работ Первомайского проспекта. Полученные результаты показали незначительное различие при расчете по нормативной документации и при использовании программного продукта PTV Vissim. Следовательно, для оценки пропускной способности и коэффициента загрузки возможно использовать оба рассмотренных способа, однако микромодель имеет более широкое применение при организации и оценке дорожного движения [15, 16].

#### 4 Обсуждение и заключение

Результаты исследований показали адекватность модели интенсивности транспортных потоков при использовании программного продукта PTV Vissim. Путем использования модели для случая проведения ремонтных работ Первомайского проспекта обоснована целесообразность ограничения движения для индивидуального транспорта и предоставление приоритета для общественного транспорта. Таким образом, предлагается закрыть движение по Первомайскому проспекту для всего транспорта, кроме общественного.

Микромоделирование является мощным инструментом для анализа существующей ситуации и проверки гипотез при организации дорожного движения. Благодаря полученной из модели информации специалисты могут предлагать и моделировать мероприятия по улучшению транспортной ситуации на центральной артерии города Рязани. Реализация мероприятий по ОДД должна привести к снижению времени проезда, повышению уровня безопасности дорожного движения и снижению негативного воздействия транспортных средств на окружающую среду.

### Список литературы

- 1 Кильдишев, А.А., Определение эффективности общественного транспорта путем опроса населения / А.А. Кильдишев, Д.С. Рябчиков, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК. Материалы международной студенческой научно-практической конференции. 2021. С. 217-220.
- 2 Латышенок, Н.М Оптимизация дорожного движения в городах / Н.М. Латышенок, В.В. Терентьев, О.А. Тетерина, А.В. Шемякин // Сборник научных статей 14-й Международной научно-технической конференции «Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2022)». Курск, 2022. С. 163-166.
- 3 Аникина, Я.А. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики / Я. А. Аникина, Т. А. Ролкина. – М.: Проспект, 2013. 344 с.
- 4 Панюков, А. В. Математическая модель для решения оперативной проблемы региональных грузоперевозок / А. В. Панюков, Ю. В. Пивоварова, Х. Чалуб // Тр. 70-й конф. преподавателей и сотрудников ЮУрГУ. Челябинск, ЮУрГУ. Май 2018 г. Изд. центр ЮУрГУ, 2018. С. 71-76.
- 5 Курганов, В.М. Международные перевозки / В. М. Курганов, Л. Б. Миротин. – М.: Изд. центр «Академия», 2013. 304 с.
- 6 Рябчиков, Д.С. Модель оценки качества обслуживания населения / Д.С. Рябчиков, Н.В. Аникин // Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск, 2021. С. 182-185.
- 7 Мальчиков, В.Н. Цифровизация транспортной отрасли / В.Н. Мальчиков, В.В. Терентьев, Тетерина О.А. // Сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные решения для АПК». Рязань, 2023. С. 291-296.
- 8 Мальчиков, В.Н. Применение интеллектуальных транспортных систем в перевозочном процессе / В.Н. Мальчиков, А.В. Шемякин, Д.С. Рябчиков // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта 27 октября 2022 года. Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета. Рязань, 2022. С. 213-219.
- 9 Dib, O. Advance modeling approach for computing multicriteria shortest paths in multimodal transportation networks / O. Dib, M. Manier, L. Moalic // 2016 IEEE Int. Conf. on Intelligent Transportation Engineering. 2016. pp. 40–44.
- 10 Тимакина, А.А. Анализ математической модели транспортирования грузов с учетом дорожных и природно-климатических условий / А.А. Тимакина, Н.М. Куминов, Д.С. Рябчиков, В.М. Ульянов, И.А. Мурог // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2023. Т. 15. № 1. С. 160-167.
- 11 Тимакина, А.А. Оценка и анализ параметров, характеризующих дорожное движение, и параметров эффективности организации дорожного движения / А.А. Тимакина, Н.А. Ляляева, Д.С. Рябчиков // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве. Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной 80-летию д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича 27 января 2022 года. Министерство сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». 2022. С. 135-139.
- 12 Ульянов, И.С. Методология проведения замеров пассажиропотока в сечении участка маршрутной сети городского пассажирского транспорта / И.С. Ульянов, Д.С. Рябчиков, И.Н. Горячкина // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конферен-



ции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта 27 октября 2022 года. Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета. Рязань, 2022. С. 154-159.

13 Шемякин, А.В. Комплексная цифровизация на предприятиях автомобильного транспорта: перспективы внедрения / А.В. Шемякин, А.Б. Мартынушкин, О.В. Лозовая, Н.Н. Пашканг, В.В. Терентьев // Грузовик. 2023. № 6. С. 30-34. DOI: 10.36652/1684-1298-2023-6-30-34.

14 Шемякин, А.В. Современные подходы к обеспечению безопасности дорожного движения / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.Б. Мартынушкин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве. Материалы национальной научно-практической конференции, посвященные памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный Факультет. 2023. С. 347-353.

15 D. Ryabchikov, I. Marusina, A. Shemyakin, M. Alexeevsky and V. Malchikov, "The relevance of the Use of Electric Buses at Motor Transport Enterprises for Intracity Passenger Routes," 2022 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), Vienna, Austria, 2022, P. 1-5, doi: 10.1109/EMCTECH55220.2022.9934070.

16 V. N. Malchikov, A. V. Shemyakin, D. S. Ryabchikov, A. V. Marusin and A. A. Polyarush, "Implementation of Unmanned Vehicles to Improve the Quality of Passenger Transportation," 2022 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), Vienna, Austria, 2022, P. 1-5, DOI: 10.1109/EMCTECH55220.2022.9934038.

### References

1 Kildishev, A.A., Determination of public transport efficiency by population survey / A.A. Kildishev, D.S. Ryabchikov, V.V. Terentyev, K.P. Andreev // Priority directions of innovative development of transport systems and engineering structures in the agro-industrial complex. Materials of the international student scientific-practical conference. 2021. pp. 217-220.

2 Latyshenok, N.M. Optimization of road traffic in cities / N.M. Latyshenok, V.V. Terentyev, O.A. Teterina, A.V. Shemyakin // Collection of scientific articles of the 14th International Scientific and Technical Conference "Modern Automotive Materials and Technologies (SAMIT - 2022)". Kursk, 2022. pp. 163-166.

3 Anikina, Ya. A. Logistics and supply chain management. Theory and practice. Fundamentals of logistics / Ya. A. Anikina, T. A. Rodkina. – M.: Prospect, 2013. 344 p.

4 Panyukov, A.V. A mathematical model for solving the operational problem of regional cargo transportation / A.V. Panyukov, Yu. V. Pivovarova, H. Chalub // Tr. 70th conf. of teachers and staff of SUSU. Chelyabinsk, SUSU. May 2018, SUSU Publishing Center, 2018. pp. 71-76.

5 Kurganov, V. M. International transportation / V. M. Kurganov, L. B. Mirotin. – M. : Publishing center "Academy", 2013. 304 p.

6 Ryabchikov, D.S. Model for assessing the quality of public service / D.S. Ryabchikov, N.V. Anikin // Science of the young - the future of Russia. Collection of scientific articles of the 6th International Scientific Conference of Promising developments of young Scientists. Kursk, 2021. pp. 182-185.

7 Malchikov, V.N. Digitalization of the transport industry / V.N. Malchikov, V.V. Terentiev, O.A. Teterina // Collection of scientific articles of the All-Russian Scientific and Practical Conference "Innovative solutions for agro-industrial complex". Ryazan, 2023. pp. 291-296.

8 Malchikov, V.N. Application of intelligent transport systems in the transportation process / V.N. Malchikov, A.V. Shemyakin, D.S. Ryabchikov // Innovative solutions in the field of development of transport systems and road infrastructure : Materials of the All-Russian student scientific and practical conference dedicated to the professional holiday – the Day of the motor transport worker on October 27, 2022. Publishing House of Ryazan State Agrotechnological University. Ryazan, 2022. pp. 213-219.

9 Dib, O. Advance modeling approach for computing multicriteria shortest paths in multi-modal transportation networks / O. Dib, M. Manier, L. Moalic // 2016 IEEE Int. Conf. on Intelligent Transportation Engineering. 2016. pp. 40–44.

10. Timakina, A.A. Analysis of a mathematical model of cargo transportation taking into account expensive and climatic conditions / A.A. Timakina, N.M. Kuminov, D.S. Ryabchikov, V.M. Ulyanov, I.A. Murog // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2023. Vol. 15. No. 1. pp. 160-167.

11 Timakina, A.A. Assessment and analysis of parameters characterizing road traffic and parameters of the effectiveness of traffic management / A.A. Timakina, N.A. Lyalyaeva, D.S. Ryabchikov // Actual issues of transport and mechanization in agriculture. Materials of the national scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the Doctor of Technical Sciences, Professor Valery V. Bychkov on January 27, 2022. Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva". 2022. pp. 135-139.

12 Ulyanov, I.S. Methodology for measuring passenger traffic in the section of the route network of urban passenger transport / I.S. Ulyanov, D.S. Ryabchikov, I.N. Goryachkina // Innovative solutions in the field of development of transport systems and road infrastructure: Materials of the All-Russian Student Scientific and practical conference dedicated to the professional holiday – Motor Transport Worker's Day on October 27, 2022. Publishing House of Ryazan State Agrotechnological University. Ryazan, 2022. pp. 154-159.

13 Shemyakin, A.V. Complex digitalization at automobile transport enterprises: prospects for implementation / A.V. Shemyakin, A.B. Martynushkin, O.V. Lozovaya, N.N. Pashkang, V.V. Terentyev // Truck. 2023. No. 6. pp. 30-34. DOI: 10.36652/1684-1298-2023-6-30-34

14 Shemyakin, A.V. Modern approaches to ensuring road safety / A.V. Shemyakin, V.V. Terentyev, A.B. Martynushkin // Topical issues of transport and mechanization in agriculture. Materials of the national scientific and practical conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor Valery Bychkov. Ministry of Agriculture of the Russian Federation Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev" Automobile Faculty. 2023. pp. 347-353.

15 D. Ryabchikov, I. Marusina, A. Shemyakin, M. Alexeevsky and V. Malchikov, "The relevance of the Use of Electric Buses at Motor Transport Enterprises for Intracity Passenger Routes," 2022 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EM-CTECH), Vienna, Austria, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/EMCTECH55220.2022.9934070.

16 V.N. Malchikov, A. V. Shemyakin, D. S. Ryabchikov, A. V. Marusin and A. A. Polyarush, "Implementation of Unmanned Vehicles to Improve the Quality of Passenger Transportation," 2022 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EM-CTECH), Vienna, Austria, 2022, pp. 1-5, DOI: 10.1109/EMCTECH55220.2022.9934038.

© Шемякин А.В., Успенский И.А., Рябчиков Д.С., Тимакина А.А., Комаров Я.В., 2023