DOI: 10.34220/2311-8873-2023-3-3-77-86

УДК 656.021.2

UDC 656.021.2

2.9.5 – эксплуатация автомобильного транспорта

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Шемякин Александр Владимирович, д.т.н., профессор, Рязанский государствен-ный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, e-mail: shem.alex62@yandex.ru

Успенский Иван Алексеевич, д.т.н., профессор, Рязанский государствен-ный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, e-mail: ivan.uspensckij@yandex.ru

Рябчиков Дмитрий Сергеевич, к.т.н., профессор, Рязанский государствен-ный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, e-mail: rds_62@mail.ru

Тимакина Алина Александровна, аспирант, Рязанский государствен-ный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, e-mail: tim-tim2412@mail.ru

✉[1] **Ключникова Ирина Дмитриевна,** младший научный сотрудник, ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж, e-mail: trifonov_gi@mail.ru

Аннотация. В данной работе представлена методика замеров интенсивности транспортных потоков, которая обеспечивает получение необходимых исходных данных для построения качественной транспортной модели. Для дальнейших расчетов было произведено натурное обследование необходимых для анализа пунктов учета. Полученный в результате обследований видеоматериал обработан согласно действующей нормативной документации по всем типам транспортных

SUBSTANTIATION OF THE METHODOLOGY FOR CONDUCTING A STUDY OF THE INTENSITY OF TRAFFIC FLOWS

Shemyakin Alexander Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, e-mail: shem.alex62@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

Ryabchikov Dmitry Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, e-mail: rds_62@mail.ru

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

✉[1] **Klyuchnikova Irina Dmitrievna,** junior research assistant, VUNC Air Force "VVA", Voronezh, e-mail: trifonov_gi@mail.ru

Annotation. This paper presents a methodology for measuring the intensity of traffic flows, which provides the necessary initial data for the construction of a high-quality transport model. For further calculations, a full-scale survey of the accounting points necessary for the analysis was carried out. The video material obtained as a result of the surveys was processed in accordance with the current regulatory documentation for all types of vehicles and presented in the form of intensity pass-ports for each accounting point.

средств и представлен в виде паспортов интенсивности для каждого пункта учета.

Ключевые слова: ИНТЕНСИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ, РЕОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, ТИПЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ЗАМЕРЫ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ.

Keywords: INTENSITY OF TRAFFIC FLOWS, REORGANIZATION OF TRAFFIC, TYPES OF VEHICLES, MEASUREMENTS OF TRAFFIC FLOWS.

[1] *Автор для ведения переписки*

1 Состояние вопроса исследования и актуальность работы

Интенсивность движения (ИД) определяет эксплуатационное воздействие на автомобильные дороги как вида сооружения и обладает самостоятельным значением. При этом она является случайной величиной как функцией пространственных и временных факторов [1].

В ходе контроля и регистрации движения в городской черте значение приобретает удельная интенсивность, при этом термин «приведенная интенсивность» используется при проведении более детальных расчётов пропускной способности дороги. Данные интенсивности определяются пространственной неравномерностью движения (ПНД) по различным участкам дорог в масштабах их распределения улично-дорожной сети (УДС) от малых участков сетей районов до крупных сетей регионов. Схематично ПНД изображается на картограммах с указанием суммарной ИД в обоих направлениях [2]. Планограмма изображается на плане исследуемой УДС города по всем направлениям ИД, в том числе, и по каждой полосе рассматриваемой дороги.

В ходе проводимых исследований также может быть использована цифрограмма, на которой ИД обозначается в цифровом формате.

Известные статистические данные показывают, что ИД существенно различается для городских УДС и загородного движения по таким параметрам как неравномерность ИД по времени вследствие цикличности в масштабах месяцев, недель, суток, часов, пятиминутных и пятисекундных интервалов, сфетофорных циклов [1-5]. Для городской ИД в недельном масштабе выделяется пятница как самый нагруженный день, а суббота и воскресенье - как наименее нагруженные дни [4]. Ежедневно ИД в городе максимальна и имеют место ее пики в утренние и вечерние часы. В загородных дорогах в выходные дни ИД наиболее высоки, а ежедневные пиковые нагрузки не так заметны, при этом вечерние пики более высоки [5].

В зависимости от цели и задач проводимых исследований, направленных на детальное изучение особенностей дорожного движения, получаемые данные находятся с использованием документальных методов исследования, математического моделирования и т.д.

В рамках планового частичного закрытия движения транспорта по ул. Первомайский проспект в связи с выполнением ремонтных работ теплотрассы планируется рассмотреть изменение организации дорожного движения на центральной артерии города Рязани.

Планирование и проведение транспортных исследований включает в себя сбор и анализ данных об интенсивности движения транспортных потоков в ключевых узлах и разработку мероприятий по реорганизации дорожного движения с учетом этапности перекрытия движения.

Целью исследования является сбор и анализ данных о параметрах дорожного движения, а также исследование интенсивности движения транспортных потоков в целях реорганизации дорожного движения и перенаправления транспортных потоков.

Задачи исследований включают в себя:

1. Сбор и анализ данных по интенсивности транспортных потоков.

2. Предложение по реорганизации дорожного движения на период проведения ремонтных работ.

2 Материалы и методы

Построение транспортной модели является инструментом для оценки эффективности мероприятий по организации дорожного движения [6, 7]. В данном отчете предлагается рассмотреть несколько ключевых узлов, определить маршруты объезда и получить прогноз эффективности предлагаемых мероприятий.

В выбранный временной интервал на обследуемом транспортном узле на стационарный штатив устанавливается видеокамера, в поле зрения которой попадают все измеряемые транспортные потоки.

При невозможности обеспечить попадание в поле зрения видеокамеры всех регистрируемых транспортных потоков, в транспортном узле одновременно устанавливается две видеокамеры. Допускается осуществление видеосъемки из автомобиля при обеспечении регистрации всех направлений движения в транспортном узле.

Установка средств видеофиксации должна быть выполнена на необходимую высоту для обеспечения повышенной видимости объектов и исключения долговременного эффекта «загораживания» обзора транспортом (рис. 1).

Рисунок 1 – Установка оборудования для замера интенсивности потоков

При производстве работ по учету интенсивности движения применяется следующее оборудование:

- позволяющее осуществлять видеосъемку в условиях осадков (быть пыле- и влагозащищенным);
- разрешение не менее 1280x720;
- частота кадров – не менее 20 кадров в секунду;
- транспортное средство, бортовой компьютер (ноутбук) с питанием от бортовой сети 12 В;
- жесткие диски объёмом не менее 1 Тб для регулярного копирования информации;
- GPS/Глонасс-модули (координаты места проведения работ) для обеспечения устойчивого вычисления координат местоположения.

Видеосъемка должна фиксировать распределение транспортных потоков по всем разрешенным направлениям движения, и обеспечивать возможность распознавания категорий транспортных средств. Время выгружаемых данных составляет 14 стационарных пунктов учета суточной интенсивности дорожного движения (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень стационарных пунктов учета суточной интенсивности дорожного движения

№	Широта	Долгота	Наименование перекрестка
1	54.63089776616082	39.70472929937044	Пересечение Первомайский просп. - ул. Вокзальная
3	54.62903976406798	39.71620378953575	Пересечение Первомайский просп. - ул. Дзержинского
4	54.629357217590254	39.7242182300721	Пересечение Первомайский просп. - ул. Каширина
5	54.637106048343966	39.72309181426251	Пересечение ул. Каширина - ул. Солнечная
7	54.62927941039186	39.721798989516905	Пересечение Первомайский просп. - ул. Вокзальная
8	54.629215011454534	39.733657039760956	Пересечение Первомайский просп. - ул. Маяковского
9	54.62920567455805	39.736097849964416	Пересечение Первомайский просп. - ул. Соборная
10	54.63151492761052	39.740201629756925	Пересечение ул. Ленина - ул. Соборная
11	54.62517505858783	39.716592826007435	Пересечение ул. Дзержинского - ул. Высоковольтная
19	54.62124563613431	39.70447182215826	Пересечение ул. Высоковольтная – ул. Весенняя
23	54.63288578907059	39.724213205771015	Пересечение ул. Семинарская - ул. Каширина
31	54.624098511807894	39.6993537197832	Пересечение ул. Чкалова - ул. Весенняя
32	54.631412654410646	39.70307662589545	Пересечение Московское ш - Михайловское ш

Классификация и подсчет транспортных средств, а также представление результатов будут выполнены согласно разработанным формулярам. Данные по проведенным замерам необходимо предоставить с разбивкой по каждому часу [8].

3 Результаты исследований

Фиксация результатов наблюдений выполняется в соответствии с представленной ниже классификацией, позволяющей привести результаты к системам транспорта (рис. 2).

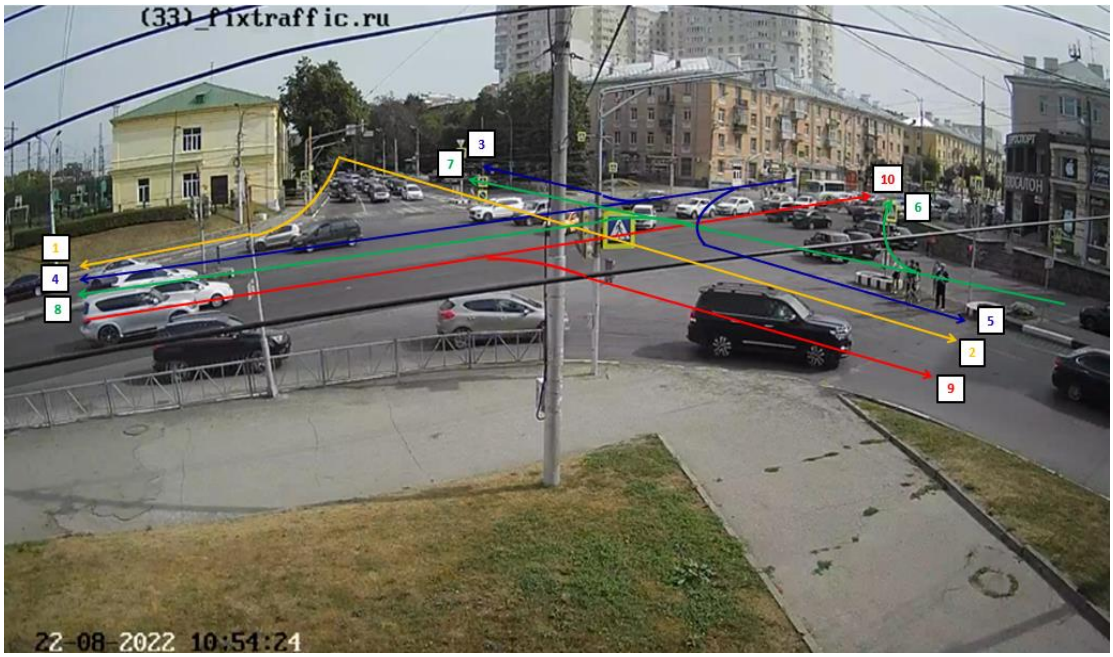

Рисунок 2 – Фото с камеры (с отмеченными направлениями движения транспортных средств)

Обработка и анализ результатов исследования интенсивности транспортных потоков проводится сотрудниками ООО «Фикстрафик» (рис. 3).

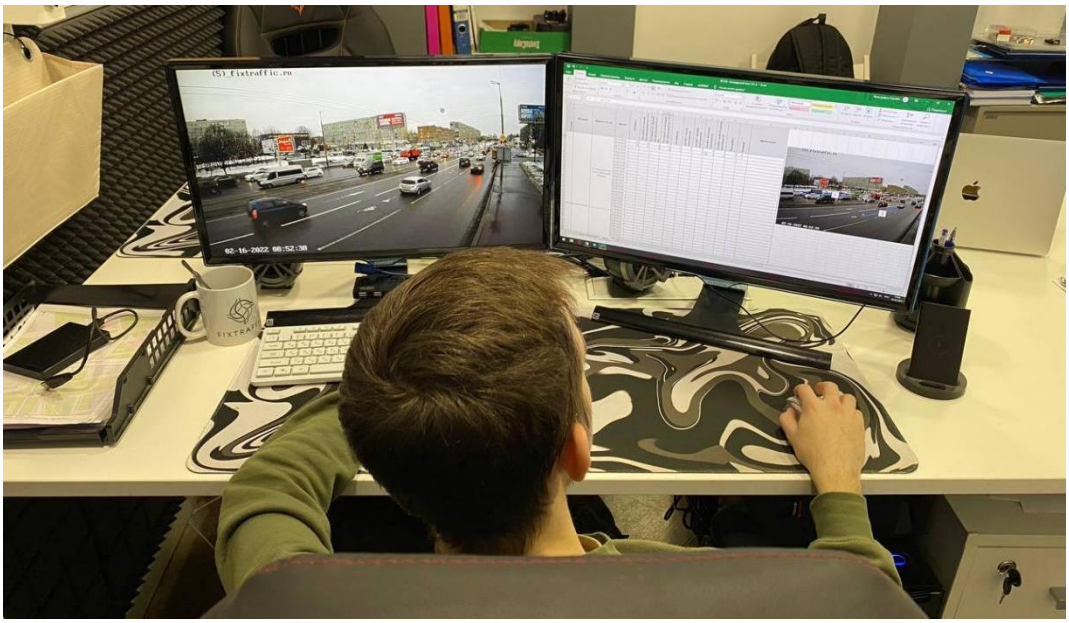

Рисунок 3 – Обработка и анализ результатов исследования интенсивности транспортных потоков

Типы транспортных средств, подлежащие к учету, приведены в таблице 2.

После того, как было отснято видео на выбранных перекрестках, было подсчитано количество транспортных средств. Полученные данные были занесены в таблицу, в которой транспортные средства проклассифицированы по виду (грузовые ТС, легковые автомобили и т.д.). На рисунке 4 представлено расположение точек замеров интенсивности ТС на карте.

Таблица 2 – Типы транспортных средств

Группа ТС	**Тип транспортного средства**	**Коэффициент приведения к легковому автомобилю**
1	Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	1,0
2	Двухосные грузовые автомобили	1,5
3	Трехосные грузовые автомобили	1,8
4	Четырехосные грузовые автомобили	2,0
5	Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)	2,2
6	Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	2,7
7	Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,2
8	Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
9	Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
10	Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
11	Шестиосные седельные автопоезда	3,2
12	Автомобили с семью и более осями и другие	3,2
13	Автобусы	3,0

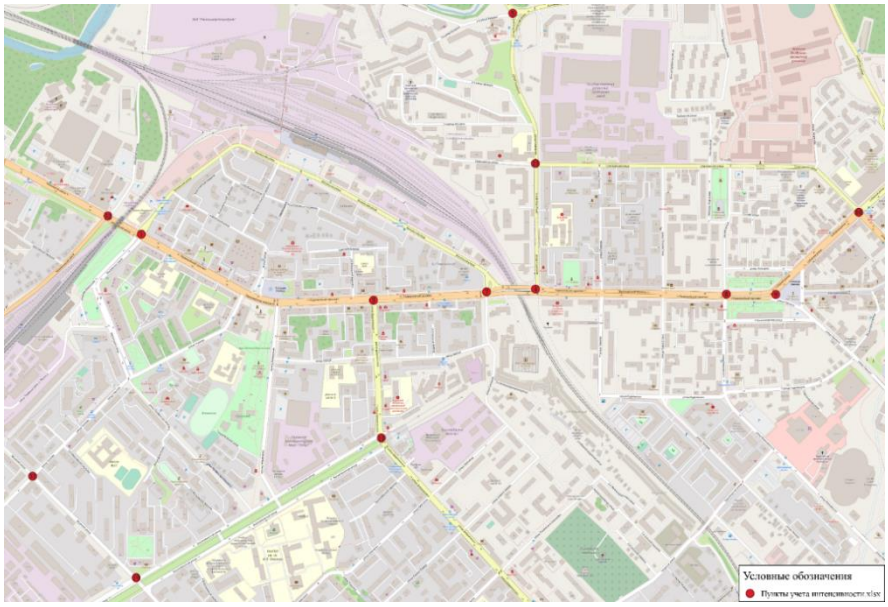

Рисунок 4 – Расположение точек проведения замеров на карте

Изученные направления движения транспортных средств на перекрестке Первомайский проспект – ул. Вокзальная представлены на рисунке 5. Каждому направлению движения присваивается свой номер для удобства дальнейшего внесения значения интенсивности транспортных потоков.

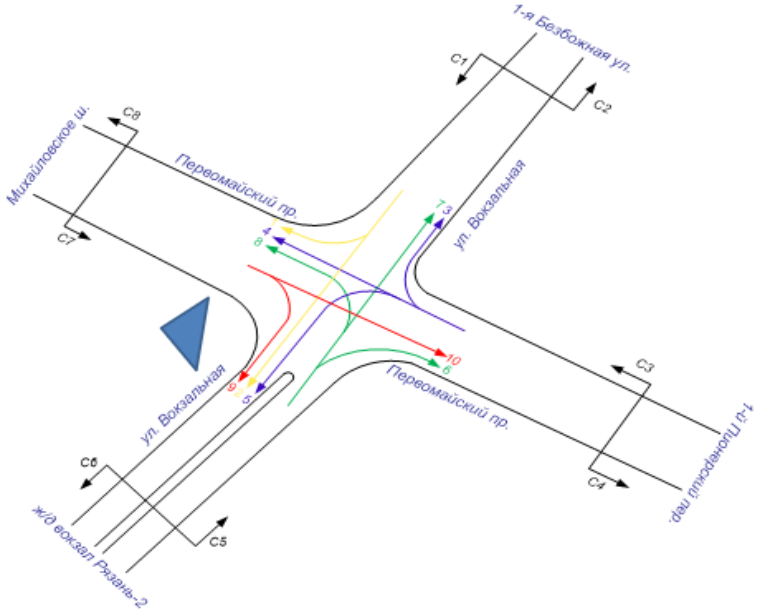

Рисунок 5 – Схема направления движения транспортных средств

Далее были подытожены все значения, полученные после обсчета, и сформирована общая таблица с процентным соотношением каждого вида транспортного средства (для наглядности построена диаграмма) (рис. 6).

	Распределение по типам ТС										
	Легковые автомобили, фургоны	Грузовые автомобили						Автобусы			Троллейбусы
		2 оси	3 оси	4 оси	5 осей	6 осей	7 и более осей	Микро-автобусы	Средние	Большие	
Итого	88,9%	2,7%	0,3%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	2,0%	3,3%	1,1%	1,5%

Время	Сумма всех
00:00-01:00	425
01:00-02:00	348,2
02:00-03:00	255,2
03:00-04:00	245,3
04:00-05:00	330,6
05:00-06:00	521,8
06:00-07:00	1233,7
07:00-08:00	2204,3
08:00-09:00	2242,7
09:00-10:00	2440,6
10:00-11:00	2455,6
11:00-12:00	2604,8
12:00-13:00	2653,3
13:00-14:00	2720,2
14:00-15:00	2532,7
15:00-16:00	2644,5
16:00-17:00	2688,6
17:00-18:00	2784,2
18:00-19:00	2605,8
19:00-20:00	2134,5
20:00-21:00	2045,3
21:00-22:00	1692
22:00-23:00	1067,8
23:00-24:00	675,5

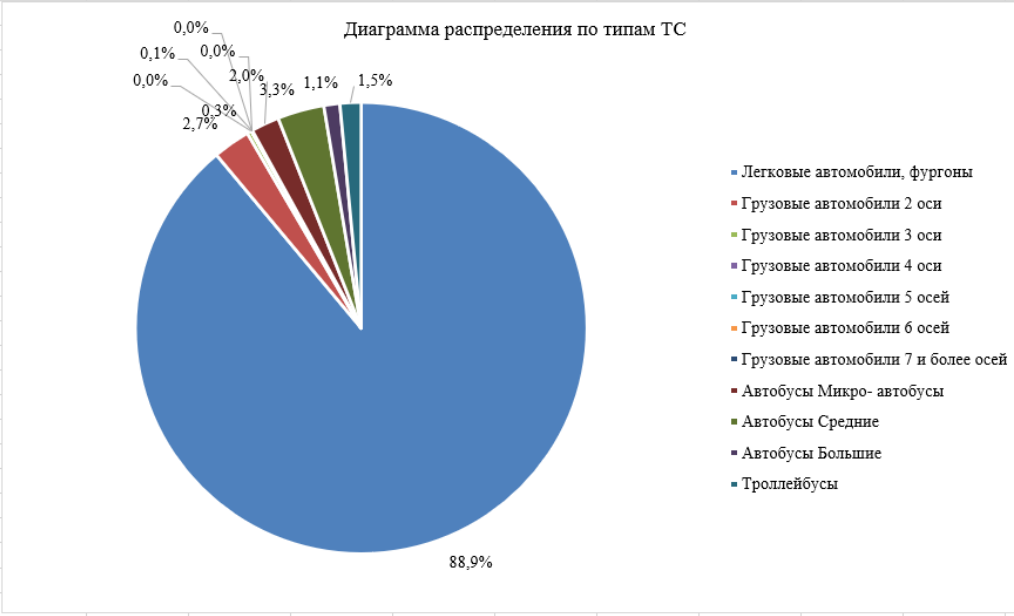

Рисунок 6 – Полученное количество транспортных средств

По данным значениям видно, что преимущественно в потоке находятся легковые автомобили, фургоны, что свойственно для центральной части города [9–11].

4 Обсуждение и заключение

Рассмотренная методика замеров интенсивности транспортных потоков обеспечивает получение необходимых исходных данных для построения качественной транспортной модели.

Для дальнейших расчетов было произведено натурное обследование необходимых для анализа пунктов учета. Полученный в результате обследований видеоматериал обработан согласно действующей нормативной документации по всем типам транспортных средств и представлен в виде паспортов интенсивности для каждого пункта учета.

Постоянная базовая модель позволит 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.

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

Список литературы

1 Кильдишев А.А., Рябчиков Д.С., Терентьев В.В., Андреев К.П. Определение эффективности общественного транспорта путем опроса населения. В сборнике: 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., Терентьев В.В., Тетерина О.А., Шемякин А.В. Оптимизация дорожного движения в городах. В сборнике: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2022). сборник научных статей 14-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2022. – С. 163-166.

3 Мальчиков В.Н., Терентьев В.В., Тетерина О.А. Цифровизация транспортной отрасли. В сборнике: Инновационные решения для АПК. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. 2023. – С. 291-296.

4 Порошин Д., Рябчиков Д.С., Андреев К.П. Совершенствование организации дорожного движения. В сборнике: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2020. – С. 394-399.

5 Рябчиков Д.С., Аникин Н.В. Модель оценки качества обслуживания населения. В сборнике: Наука молодых - будущее России. сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск, 2021. – С. 182-185.

6 Тимакина А.А., Куминов Н.М., Рябчиков Д.С., Ульянов В.М., Мурог И.А. Анализ математической модели транспортирования грузов с учетом дорожных и природно-климатических условий. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2023. Т. 15. № 1. – С. 160-167.

7 Тимакина А.А., Ляляева Н.А., Рябчиков Д.С. Оценка и анализ параметров, характеризующих дорожное движение, и параметров эффективности организации дорожного движения. В сборнике: 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.

8 Ульянов И.С., Рябчиков Д.С., Горячкина И.Н. Методология проведения замеров пассажиропотока в сечении участка маршрутной сети городского пассажирского транспорта. В сборнике: Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». 2022. – С. 154-159.

9 Успенский И.А., Рябчиков Д.С., Степашкина А.С. Научно-практические аспекты транспортного моделирования. В сборнике: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». 2020. – С. 162-166.

10 Шемякин А.В., Мартынушкин А.Б., Лозовая О.В., Пашканг Н.Н., Терентьев В.В. Комплексная цифровизация на предприятиях автомобильного транспорта: перспективы внедрения. Грузовик. 2023. № 6. – С. 30-34.

11 Шемякин А.В., Терентьев В.В., Мартынушкин А.Б. Современные подходы к обеспечению безопасности дорожного движения. В сборнике: 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.

References

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

2 Latyshenok N.M., Terentyev V.V., Teterina O.A., Shemyakin A.V. Optimization of traffic in cities. In the collection: Modern automotive materials and technologies (SAMIT - 2022). collection of scientific articles of the 14th International Scientific and Technical Conference. Kursk, 2022. pp. 163-166.

3 Boys V.N., Terentyev V.V., Teterina O.A. Digitalization of the transport industry. In the collection: Innovative solutions for the agro-industrial complex. Ministry of Agriculture of the Russian Federation Federal State budgetary educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev" Council of Young Scientists of the Federal State Budgetary Educational Institution of the Russian Federation Council of Young Scientists and Specialists of the Ryazan Region. 2023. pp. 291-296.

4 Poroshin D., Ryabchikov D.S., Andreev K.P. Improving the organization of traffic. In the collection: Technological innovations as a factor of sustainable and effective development of the modern agro-industrial complex. Materials of the National Scientific and Practical Conference. 2020. pp. 394-399.

5 Ryabchikov D.S., Anikin N.V. A model for assessing the quality of public services. In the collection: The 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.

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

7 Timakina A.A., Lyalyaeva N.A., Ryabchikov D.S. Evaluation and analysis of parameters characterizing road traffic and parameters of the effectiveness of traffic management. In the collection:

Topical 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. Kostychev". 2022. pp. 135-139.

8 Ulyanov I.S., Ryabchikov D.S., Goryachkina I.N. Methodology for measuring passenger traffic in the section section of the route network of urban passenger transport. In the collection: Innovative solutions in the field of development of transport systems and road infrastructure. Ministry of Agriculture of the Russian Federation Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev". 2022. pp. 154-159.

9 Uspensky I.A., Ryabchikov D.S., Stepashkina A.S. Scientific and practical aspects of transport modeling. In the collection: Modern trends and approaches to the design and construction of engineering structures. Materials of the All-Russian Scientific and practical Conference. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev". 2020. pp. 162-166.

10 Shemyakin A.V., Martynushkin A.B., Lozovaya O.V., Pashkang N.N., Terentyev V.V. Integrated digitalization at automobile transport enterprises: prospects for implementation. Truck. 2023. No. 6. pp. 30-34.

11 Shemyakin A.V., Terentyev V.V., Martynushkin A.B. Modern approaches to road safety. In the collection: 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.

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