

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

THE BULLETIN OF ROAD TRANSPORT RESEARCH

Январь
Март

2022

January
March



[Введите текст]

2-я страница обложки - ЧИСТАЯ

[Введите текст]



Научный вестник автомобильного транспорта The Bulletin of Road Transport Research

Научный
ежеквартальный
журнал

ЯНВАРЬ - МАРТ

2022 JANUARY - MARCH

The Quarterly
Scientific Magazine

Издатель: Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта» (ОАО «НИИАТ»). Адрес редакции: 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24, ОАО «НИИАТ»

Publisher: Open Joint-Stock Company «Scientific and Research Institute of Motor Transport» (NIIAT®). Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia, NIIAT

Телефон / Phone: +7 (495) 496-55-23. Факс / Fax: +7 (495) 496-61-36. E-mail: vestnik@niiat.ru. Internet: www.niiat.ru

Рабочие языки: русский и английский.
Статьи прошли научное рецензирование и публикуются в авторской редакции.
Ответственность за опубликованные сведения несут авторы статей.
При цитировании ссылка на журнал и авторов статей обязательна.
Перепечатка статей допускается с письменного согласия редакции.

Working languages: Russian and English. Articles have passed scientific reviewing and are published in author's edition.
Responsibility for the data published is born by authors of articles.
At citing it is necessary to do instructions on magazine and authors of articles.
The reprint of articles is possible in the presence of the written permission of edition.

В журнале публикуются рецензируемые статьи по различным проблемам автомобильного транспорта, преимущественно по следующим отраслям наук и направлениям исследований:
технические науки – транспорт; машиностроение (автомобилестроение);
экономические науки – транспорт; логистика; юридические науки (транспортное право); исторические науки – история науки и техники (транспорт)

The journal publishes peer-reviewed articles on different problems of road transport, mainly on the following fields of sciences and areas of research:
engineering – transport; mechanical engineering (automotive);
economic science – transport; logistics;
jurisprudence (law);
historical sciences – history of science and technology (transport)

За публикацию статей плата с авторов не взимается

For publishing articles with authors' fees are not charged

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор, председатель редакционной коллегии –
Научный руководитель ОАО «НИИАТ» Донченко В.В., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

Редакционный совет:

Комаров В.В., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.;
Матанцева О.Ю., д-р экон. наук, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.;
Спирин И.В., д-р техн. наук, профессор;
Белогребень А.А., канд. экон. наук, доцент;
Чиждова В.С., канд. техн. наук – ученый секретарь редакционной коллегии.

Члены редакционной коллегии:

Андрианов Ю.В., канд. техн. наук, ст. науч. сотр. (НИИАТ); Батищев И.И., канд. экон. наук, ст. науч. сотр. (НИИАТ); Будрина Е.В., д-р экон. наук, профессор (Университет ИТМО); Вайпан В.А., канд. юрид. наук, доцент (Юстицинформ); Гатауллин Т.М., д-р экон. наук, профессор (ГУУ); Герами В.Д., д-р техн. наук, профессор (ВШЭ); Енин Д.В., канд. техн. наук (НИИАТ); Ефимов В.Б., д-р техн. наук, профессор (Союз транспортников России); Кабашкин Игорь, д-р наук, профессор (TTI, Riga); Колик А.В., канд. техн. наук, профессор (ВШЭ); Корчагин В.А., д-р техн. наук, профессор (Липецкий ГТУ); Кравченко П.А., д-р техн. наук, профессор (СПб ГАСУ); Миротин Л.Б., д-р техн. наук, профессор (МАДИ); Рупперт Ласло (KTI, Budapest); Сарбаев В.И., д-р техн. наук, профессор (МГИУ); Степанов А.А., д-р экон. наук, профессор (ГУУ)

EDITORIAL BOARD

The Editor-in-Chief, the Chairman of Editorial Board –
The scientific leader of NIIAT Donchenko V.V., Ph.D., Assistant Professor.

Editorial Council:

Komarov V.V., Ph.D., Assistant Professor; Matantseva O. Ju., Dr.Sci., Assistant Professor;
Spirin I.V., Dr.Sci., Professor; Belogreben A.A., Ph.D., Assistant Professor;
Chizhova V.S., Ph.D. – the Scientific Secretary of Editorial Board

Members of the Editorial Board:

Andrianov J.V., Ph.D., Assistant Professor (NIIAT); Batishchev I.I., Ph.D., Assistant Professor (NIIAT); Professor (University MADI); Budrina E.V., Dr.Sci., Professor (ITMO University); Vajpan V.A., Dr. of Jurisprudence, Assistant Professor («Justitsinform»); Gataullin T.M., Dr.Sci., Professor (GUU); Gerami V.D., Dr.Sci., Professor (University HSE); Enin D.V., Ph.D. (NIIAT); Yefimov V.B., Dr.Sci., Professor (Russian Transportation Union); Kabashkin Igor, Dr.Sci., Professor (TTI, Riga); Kolik A.V., Ph.D., Professor (University HSE); Korchagin V.A., Dr.Sci., Professor (Lipetsk University); Kravchenko P.A., Dr.Sci., Professor (St. Petersburg GASU); Mirotin L.B., Dr.Sci., Professor (University MADI); Ruppert Laslo (KTI, Budapest); Sarbaev V.I., Dr.Sci., Professor (MDI University); Stepanov A.A., Dr.Sci., Professor (GUU)

СОДЕРЖАНИЕ

Донченко В.В., Чижова В.С.

Современные подходы к оценке выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом: состояние, проблемы и пути их решения 5

Катанаев Н.Т., Съедин О.Н., Чебышев А.Е.

Взаимная адаптация системы «человек-машина» как базовая основа безопасности дорожного движения 13

Богумил В.Н., Съедин О.Н.

Разработка методики формирования и ведения рейтингов безопасности автомобильных перевозчиков 19

Белогребень А.А.

Организация и планирование работы пассажирского транспорта общего пользования в условиях пандемии COVID-19: отечественный и зарубежный опыт 32

Трякин К.В.

Некоторые экономические аспекты функционирования метрополитена и трамвайного транспорта (по данным анкетирования перевозчиков) 40

CONTENTS

Donchenko V.V., Chizhova V.S.

Modern approaches to the assessment of emissions of pollutants by road transport: status, problems and ways to solve them 5

Katanayev N.T., Sedin O.N., Chebyshev A.E.

Mutual adaptation of the "man-machine" system as a core pillar for road safety 13

Bogumil V.N., Sedin O.N.

Development of a methodology for the formation and management of safety ratings of road carriers 19

Belogreben A.A.

Organization and planning of the work of public passenger transport in conditions of the COVID-19 pandemic: domestic and foreign experience 32

Tryakin K.V.

Some economic aspects of the functioning of the subway and tram transport (according to the survey of carriers) 40

**Современные подходы к оценке выбросов загрязняющих веществ
автомобильным транспортом: состояние, проблемы и пути решения**

* * *

**Modern approaches to the assessment of emissions of pollutants by road
transport: status, problems and ways to solve them**

Донченко В.В., канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник

Чиждова В.С., канд. техн. наук

Донченко Вадим Валерианович, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник. Научный руководитель ОАО «НИИАТ». E-mail: donchenko@niiat.ru. Адрес: Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

Чиждова Вера Сергеевна, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. отдела «Проблемы устойчивого развития транспортных систем» ОАО «НИИАТ», ст. преп., МАДИ. E-mail: chizhovavs@niiat.ru. Адрес: Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64

Donchenko Vadim Valerianovich, Ph.D., Senior scientific researcher. Scientific Director of Open Joint-Stock Company "NIIAT". E-mail: donchenko@niiat.ru. Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24. 125480, Moscow, Russia

Chizhova Vera Sergeevna, Ph.D, leading researcher department of "Problems of Sustainable Development of Transport Systems" of the Open Joint Stock Company "NIIAT", senior Lecturer MADI. E-mail: chizhovavs@niiat.ru. Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia, Leningradsky Prosp., 64, 125319, Moscow, Russia.

Аннотация

В статье показана важность проведения расчетной оценки выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта. Приведен анализ действующих зарубежных и отечественных методических документов в области расчетной оценки выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта. Проведена оценка возможности использования отдельных положений методических документов при разработке новой редакции отечественной методики и оценка необходимости адаптации положений современных зарубежных методических документов к специфике парка российских автотранспортных средств, условий и режимов их эксплуатации.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, загрязнение атмосферного воздуха, методика расчета выбросов, оценка воздействия на окружающую среду, автотранспортные средства

Abstract

The article shows the importance of carrying out a calculated assessment of emissions of pollutants from road transport. The analysis of the current foreign and domestic methodological documents in the field of the estimated assessment of emissions of pollutants from road transport is given. The assessment of the possibility of using certain provisions of methodological documents in the development of a new edition of the domestic methodology and the assessment of the need to adapt the provisions of modern foreign methodological documents to the specifics of the fleet of Russian vehicles, conditions and modes of their operation.

Keywords: motor transport, atmospheric air pollution, emission calculation methodology, environmental impact assessment, motor vehicles

Снижение негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду и здоровье населения до минимального уровня является одним из основных условий, связанных с понятием «устойчивого развития транспорта» [1-2]. Ключевым принципом устойчивого развития транспортного комплекса является обеспечение транспортных потребностей населения и бизнеса без ущерба для здоровья человека и состояния окружающей среды (Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 N 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года»). При этом одним из наиболее серьезных факторов негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду (далее – ОС) и здоровье населения являются выбросы загрязняющих веществ (далее – ЗВ) в атмосферный воздух [3-8].

Транспорт является крупнейшим загрязнителем атмосферного воздуха в городах России. Если в среднем по стране доля транспорта в загрязнении атмосферного воздуха различными техногенными источниками составляет 43-45 %, то в городах его доля доходит до 75-80 %, а в центральных частях крупнейших городов превышает 90 %. Подавляющий объем этих выбросов (более 90 %) приходится на передвижные источники – автотранспортные средства (далее – АТС)¹.

Согласно Распоряжению Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года», личный автомобиль является главным источником загрязнения воздуха в крупнейших агломерациях, на который приходится более чем 30 процентов общего объема выбросов в атмосферу, в г. Москве – более 90 процентов. Основными ЗВ, создаваемыми движением автомобильного транспорта, являются взвешенные частицы (PM_{2.5-10}), оксиды азота (NO_x) и серы (SO₂) и др. Использование более экологичных автомобилей позволяет решить проблемы с выбросами некоторых вредных веществ, например, существенно сократить выбросы оксидов азота. Тем не менее полностью проблему загрязнения путем обновления автопарка решить невозможно, в том числе потому, что до 82 процентов выбросов взвешенных частиц происходит не из выхлопных газов, а за счет стирания дорожного покрытия и составных частей автомобиля.

Оценка объемов выбросов ЗВ в атмосферный воздух от объектов транспортного комплекса Российской Федерации является важной задачей, связанной с решением целого комплекса задач в сфере обеспечения экологической безопасности транспортного комплекса и формирования политики в области охраны окружающей среды:

- проведение оценки воздействия на окружающую среду транспортных проектов;
- учет экологических факторов при разработке документов транспортного планирования;
- проведение сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха;
- проведение расчетов предельно-допустимых выбросов для эксплуатируемых объектов транспорта;
- учет экологического фактора при разработке стратегий, программ и планов в области развития транспорта.

Оценка выбросов ЗВ от различных объектов транспортного комплекса необходима и для решения широкого круга задач на региональном и местном уровне, таких, как: проведение экологических оценок при разработке программ комплексного развития транспортной инфраструктуры, при разработке проектов организации дорожного движения и обосновании внедрения систем его регулирования, при разработке комплексных схем транспортного обслуживания населения.

Необходимость проведения именно расчетных оценок выбросов ЗВ от АТС, а не прямых измерений, связана мобильным характером этих источников выбросов, их высокой рассредоточенностью.

Методические основы расчета выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами

В нашей стране первые методики инвентаризации выбросов ЗВ от АТС были разработаны и начали применяться еще в середине восьмидесятых годов прошлого века².

В период 1993 - 2016 гг. по заказу Минтранса России НИИАТ разработал 7 методик расчета выбросов ЗВ от АТС, включавшихся для применения в официальный перечень рекомендованных Минприроды России. Первоначально в методиках НИИАТ определялся выброс 6 ЗВ, потом ЗВ было увеличено до 26; количество расчетных типов АТС было увеличено с 13 до 83. Начиная с 2008 года в методиках НИИАТ при расчете выбросов стал учитываться экологический класс АТС.

¹ https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/nmV0UuE3/Ochrana_2020.pdf

² http://www.infosait.ru/norma_doc/11/11099/

За рубежом наиболее известными методическими подходами к оценке выбросов от АТС являются ЕМЕП/CORINAIR, HBEFA и CONCAVE. Международный проект ЕМЕП/CORINAIR (Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe) (далее – Методика ЕМЕП/CORINAIR) был разработан Европейским Агентством по охране окружающей среды (далее – ЕЕА) в содружестве с ЕЭК ООН, и предназначен для проведения унифицированных оценок выбросов от различных источников в рамках реализации положений Конвенции об изменении климата и трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния [9-14]. Для выполнения расчетов по данной методике, разработан программный пакет COPERT³.

В 2012 и 2016 гг. НИИАТ разработал методики расчета выбросов ЗВ от АТС, гармонизированные с подходами, принятыми ЕЕА и реализованными в ПО COPERT версий 4-5. Хотя последние версии методик НИИАТ для расчёта выбросов ЗВ от АТС в крупных городах были практически полностью гармонизированы с действовавшей на тот момент редакцией европейской методики ЕМЕП/CORINAIR, они предусматривали ряд отличий: дифференцированную классификацию рассматриваемых условий городского движения (в отличие от методики ЕМЕП/CORINAIR, где оценка выбросов проводилась для трех условий движения – по городским улицам, загородным дорогам и автомагистралям, в методике НИИАТ рассматривались 5 уровней градации пробеговых выбросов по условиям движения); учёт удельных выбросов ЗВ для АТС российского производства низких экологических классов.

Позднее в 2019 году подведомственными организациями Минприроды России и Росприроднадзора были разработаны методические документы в рассматриваемой сфере. Сравнительный анализ рассмотренных методических документов представлен в табл. 1 – 3.

Различия методик НИИАТ и ЕМЕП/CORINAIR и сравнение расчётов выбросов по данным методикам с натурными наблюдениями подробно освещены в статье [15]. Наиболее значительное расхождение результатов расчета выбросов по методикам ЕМЕП/CORINAIR и НИИАТ отмечалось по таким веществам, как СО, НМЛОС. Было показано, что методика НИИАТ применительно к расчетам выбросов СО в реальных условиях Москвы дает более точные результаты, по сравнению с методикой ЕМЕП/CORINAIR. Эксперименты [15] показали также, что методика НИИАТ чувствительна как к изменению структуры потока автомобилей по экологическим классам, так и к изменению скоростных режимов движения на дорогах и улицах.

Таблица 1

Сравнение методических документов по рассматриваемым расчетным категориям АТС

Типы АТС и классы авто- бусов	Методические документы					
	Методика НИИАТ	Методика Росприрод- надзора	Методика Минпри- роды России	ГОСТ Р 56162- 2019	Методика ЕМЕП/ CORINAIR	Модель VISSIM
<i>Расчетный тип АТС</i>						
Легковые ав- томобили	+	+	+	+	+	+
Легкие грузо- вые автомо- били и авто- бусы	+	+	+	+	+	-
Грузовые ав- томобили большой гру- зоподъемно- сти;	+	+	+	+	+	+

³ <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

Автобусы	+	+	+	+	+	-
<i>Подтипы АТС</i>						
Легковые автомобили – рабочий объем двигателя						
менее 1.4 л	+	-	-	-	+	-
1.4 л – 2.0 л	+	-	-	-	+	-
более 2.0 л	+	-	-	-	+	-
<i>Грузовые автомобили – полная масса</i>						
менее 7500 кг	+	-	-	-	+	-
7500 кг – 16000 кг	+	-	-	-	+	-
16000 кг – 32000 кг	+	-	-	-	+	-
более 32000 кг	+	-	-	-	+	-
<i>Автобусы – класс автобуса</i>						
Малый	+	-	-	-	-	-
Средний	+	-	-	-	-	-
Большой	+	-	-	-	-	-
Особо боль- шой	+	-	-	-	-	-

Таблица 2

Сравнение методических документов по рассматриваемым ЗВ

Характеристика выбросов	Методические документы					
	Методика НИИАТ	Методика Роспри-роднад-зора	Методика Минпри-роды Рос-сии	ГОСТ Р 56162-2019	Методика ЕМЕП/CORINAIR	Модель VISSIM
<i>Расчетная модель</i>						
Валовый выброс при движении АТС (т/год)	+	+	+	+	+	+
Валовый выброс при пуске двигателя	+	-	-	-	+	-
Валовый выброс при испарении топлива	+	-	-	-	+	-
<i>Загрязняющие вещества</i>						
Оксид углерода	+	+	+	+	+	+
Углеводороды	+	-	-	-	+	+
Неметановые углеводороды	+	+	-	-	+	+
Метан	+	+	+	-		

Оксиды азота	+	+	+	-		
Диоксид азота	-	+	+	-	+	+
Закись азота	+	-	-	-		
Частицы	+	-	-	-	+	+
PM ₁₀	-	-	-	-		
PM _{2,5}	-	-	+	-		
Аммиак	+	+	-	-		
Диоксид серы	+	+	+	+	+	+
Диоксид углерода	+	-	-	-	+	+
Соединения свинца	+	-	-	-	+	+
1.3 – бутадиен	+	-	-	-	+	-
Толуол	+	-	-	-	+	-
Ксилол	+	-	-	-	+	-
Стирол	+	-	-	-	+	-
Ацетальдегид	+	-	-	-	+	-
Бензол	+	-	-	-	+	+
Формальдегид	+	-	+	+	+	-
Бенз(а)пирен	+	-	+	+	+	-

Таблица 3

Сравнение методических документов по рассматриваемым экологическим классам АТС, используемому топливу и условиям эксплуатации

Классы АТС, топлива, условия эксплуатации	Методические документы					
	Методика НИИАТ	Методика Росприроднадзора	Методика Минприроды России	ГОСТ Р 56162-2019	Методика ЕМЕП/CORINAIR	Модель VISSIM
<i>Экологический класс АТС</i>						
Евро-0	+	+	-	-	+	+
Евро-1	+	+	-	-	+	+
Евро-2	+	+	-	-	+	+
Евро-3	+	+	-	-	+	+
Евро-4	+	+	-	-	+	+
Евро-5	+	+	-	-	+	+
Евро-6	-	-	-	-	+	-
<i>Моторное топливо</i>						
бензин	+	+	-	-	+	+
дизельное топливо	+	+	-	-	+	+
сжиженный нефтяной газ	+	+	-	-	+	-
сжатый природный газ	+	+	-	-	-	-
Экологические характеристики топлива	-	-	-	-	-	-

Категория дорог						
городские	+	+	+	+	+	+
загородные	-	+	-	-	+	+
автомагистрали	+	-	+	+	+	+
Скорость сообщения	+	-	+	+	+	+
Тип населенных пунктов	+	+	-	-	-	-
Срок эксплуатации АТС	-	-	-	-	+	-
Погодно-климатические условия	+	-	+	+	+	-

В [15] показано, что методика НИИАТ может находить практическое применение при оценке эффективности мероприятий, направленных на повышение экологической безопасности автотранспортного комплекса (перевод транспорта на газомоторное топливо; регулирование качества топлива, поставляемого на рынок; введение различных ограничений на передвижение определенных категорий транспортных средств и др.). Из таблиц 1-3 видно, что в методике Минприроды России и ГОСТ 56162-2019 отсутствует экологический класс для расчетных типов АТС. Помимо этого, в этих методиках отсутствует учет расчетных типов АТС в соответствии с принятой классификацией ЕЭК ООН. В методиках Росприроднадзора и ГОСТ Р 56162-2019 в расчетах не предусмотрена оценка выброса такого опасного компонента, как частицы PM_{10} и $PM_{2,5}$ [16]. В методике ЕМЕП/CORINAIR рассчитывается выброс PM (в пересчете на $PM_{2,5}$) [17].

Для расчета выбросов ЗВ транспортный поток делится на 3 типа АТС: легковые, грузовые автомобили и автобусы. Далее могут учитываться рабочий объем двигателя, полная масса, экологический класс АТС и тип топлива (рис.1).

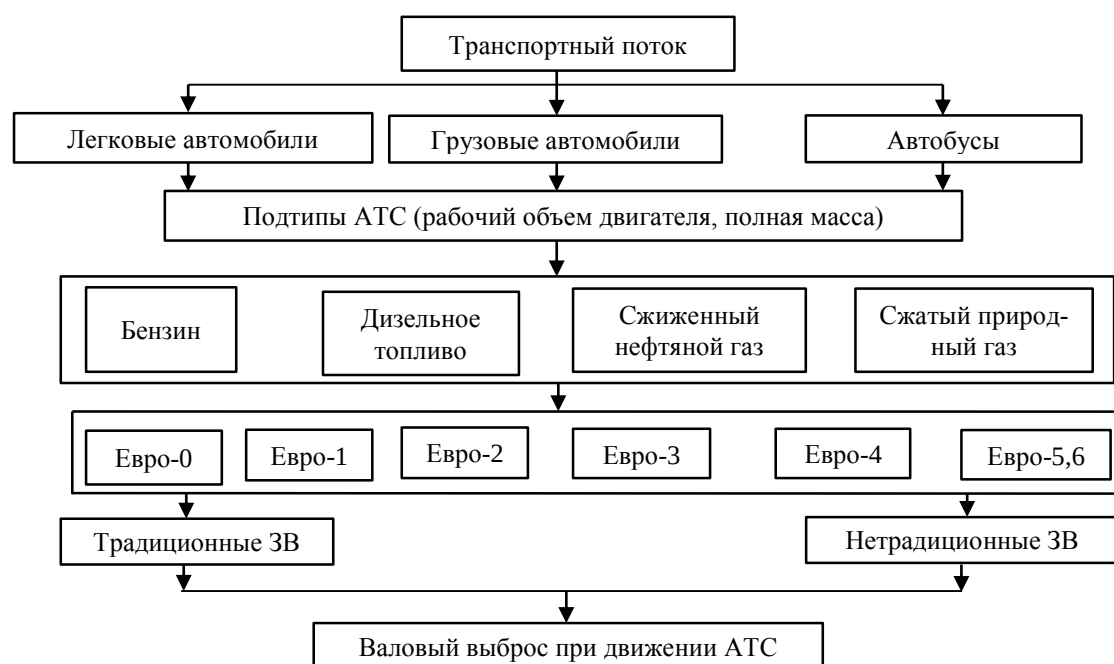


Рис. 1. Структура расчета выбросов ЗВ при движении транспортных потоков

Расчет выбросов от АТС обычно выполняется для «традиционных» ЗВ, но могут учитываться и «нетрадиционные» ЗВ. К «традиционным» ЗВ, которые образуются в

результате функционирования транспортного комплекса, относятся: оксид углерода (CO), углеводороды (CH), оксиды азота (NO_x), взвешенные частицы PM₁₀ и PM_{2,5}, диоксид серы (SO₂), диоксид углерода (CO₂), метан (CH₄), неметановые углеводороды (NMVOC), аммиак (NH₃). К «нетрадиционным» ЗВ относятся: акролеин, 1,3-бутадиен, толуол, ксилол, стирол, ацетальдегид, бензол, формальдегид, бенз[а]пирен.

Недостатком отечественных методик является отсутствие программного обеспечения для автоматизации расчета выбросов ЗВ в атмосферный воздух от передвижных источников.

Направления дальнейшего совершенствования методических подходов к расчету выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств

Принцип оценки выбросов загрязняющих веществ АТС, принятый во всех рассматриваемых методиках, одинаков. В их основу положен известный подход, который может быть представлен в виде формулы (1):

$$M_i = 10^{-6} \sum_{k=1}^h m_{ik} \cdot N_k \cdot L_k, \quad (1)$$

где M_i – массовый выброс i -го загрязняющего вещества, т; m_{ik} – удельный пробеговой выброс i -го вещества автомобилем k -ого типа, г/км; N_k – общее количество автомобилей k -ого типа; L_k – суммарный пробег автомобилей k -ого типа, км; h – количество рассматриваемых типов автомобилей.

Повышение точности расчетов по формуле (1) обеспечивается в различных методиках за счет более детальной дифференциации категорий и классов АТС, их технического состояния, условий дорожного движения и введения в формулу соответствующих поправочных коэффициентов. Основой расчетов являются т.н. пробеговые выбросы АТС в г/км, полученные на основе сертификационных испытаний автомобилей по стандартным ездовым циклам.

Современное состояние методического обеспечения для расчета выбросов ЗВ от АТС позволяет сделать однозначный вывод о необходимости его дальнейшего совершенствования. Такой вывод связан со следующими причинами: появление новых экологических классов АТС (Евро-6, «гибриды»); выявление существенных несоответствий между удельными выбросами, полученными при сертификационных испытаниях АТС, и удельными выбросами при реальных режимах эксплуатации автомобилей; необходимость учета изменения экологических характеристик АТС в эксплуатации (особенно в условиях отмены техосмотра для легковых автомобилей и массовым вмешательством владельцев в конструкцию АТС); необходимость нахождения компромисса между требуемой точностью получаемых оценок выбросов и затратами на получение необходимой для этого исходной информации.

Необходимость дальнейшего усовершенствования методики расчета выбросов от АТС связана, в первую очередь, с задачами оценки и прогнозирования экологической эффективности мероприятий, осуществляемых в транспортном секторе. При переработке существующего методического обеспечения необходимо обеспечить гармонизацию расчетных процедур с действующими международными методиками.

Литература и источники информации

1. Трофименко, Ю. В. Экологическая политика в дорожной отрасли до 2035 г.: целевые ориентиры и пути их достижения / Ю. В. Трофименко, С. В. Карев // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2021. – № 2(96). – С. 1–6. – Библиогр.: с. 6.
2. Донченко, В. В. Обеспечение реализации концепции устойчивого развития транспортных систем на примере внедрения зон с низким уровнем выбросов в городах / В.В. Донченко, М.И. Шаров, В.С. Чижова // Научный вестник автомобильного транспорта. – 2020. – № 1 – С. 10–19. Библиогр.: с.19.
3. Environmental risks of car tire microplastic particles and other road runoff pollutants / J. E. Tamis, A. A. Koelmans, R. Dröge, N. H. Kaag, M. C. Keur, P. C. Tromp, R. H. Jongbloed // Microplastics and Nanoplastics. – 2021. – Vol. 1, no. 10(2021). – P. 1–17.

-
4. Global urban temporal trends in fine particulate matter (PM_{2.5}) and attributable health burdens: estimates from global datasets / V. A. Southerland, M. Brauer, A. Mohegh, M. S. Hammer, A. Donkelaar, R. V. Martin, J. S. Apte, S. C. Anenberg // *Lancet Planet Health*. – 2022. – Vol. 6, Issue 2. – P. 139–146.
 5. Air quality and the number of urgent interventions / A. Cvitkovic, A. Barisin, K. Capak, I. Ivic-Hofman, S. Vidic, V. Poljak, M. Valjetic, V. Vadic // *International Journal of Environmental Impacts*. – 2018. – Vol. 1, Issue 2. – P. 162–171.
 6. Personal exposure to fine particulate air pollution while commuting: An examination of six transport modes on an urban arterial roadway / R. A. Chaney, C. D. Sloan, V. C. Cooper, D. R. Robinson, N. R. Hendrickson, T. A. McCord, J. D. Johnston // *PLOS One*. – 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188053>.
 7. Dias, D. Characterization of traffic-related particulate matter at urban scale / D. Dias, N. Pina, O. Tchepel // *International Journal of Transport Development and Integration*. – 2019. – Vol. 3, no. 2. – P. 144–151.
 8. Long-term air pollution trend analysis in Malaysia / J. Sentian, F. Herman, C. Y. Yih, J. C.-H. Wui // *International Journal of Environmental Impacts*. – 2019. – Vol. 2, no. 4. – P. 309–324.
 9. Particulate matter emission from a heavy duty diesel engine with three binary blends / S. Wang, S. Sprengers, B. Somers, P. De Goey // *Thermal science*. – 2018. – Vol. 22, no. 5. – P. 1–13.
 10. Kowalski, P. A. PM10 forecasting through applying convolution neural network techniques / P. A. Kowalski, K. Sapała, W. Warchalowski // *International Journal of Environmental Impacts*. – 2020. – Vol. 3, no. 1. – P. 31–43.
 11. Suleiman, A. Applying hybrid feature selection methods for statistical modelling of roadside particle concentrations (PM_{2.5} and PNC) / A. Suleiman, M. R. Tight, A. D. Quinn // *International Journal of Environmental Impacts*. – 2020. – Vol. 3, no. 2. – P. 101–111.
 12. Vleugel, J. M. Towards zero CO₂, NO_x and PM₁₀ emissions by passenger cars: technology & behavior / J. M. Vleugel, F. Bal // *International Journal of Environmental Impacts*. – 2019. – Vol. 2, no. 2. – P. 192–205.
 13. Macao air quality forecast using statistical methods / M. T. Lei, J. Monjardino, L. Mendes, F. Ferreira // *International Journal of Environmental Impacts*. – 2019. – Vol. 2, no. 3. – P. 249–258.
 14. Wang, W. Chemical characteristics of water-soluble ions and metal elements in ambient particles of Saitama, Japan during the spring Asian dust event, 2017 / W. Wang, Q. Wang // *International Journal of Environmental Impacts*. – 2019. – Vol. 2, no. 4. – P. 336–345.
 15. Методы расчёта выбросов от автотранспорта и результаты их применения / В. В. Донченко, Ю. И. Кунин, А. В. Рузский, В. А. Виженский // *Журнал автомобильных инженеров*. – 2014. – № 3 (86). – С. 44–51. Библиогр.: с. 51.
 16. Трофименко, Ю. В. Обоснование мероприятий по снижению риска здоровью от загрязнения воздуха взвешенными частицами размером менее десяти микрон (PM₁₀) на улично-дорожной сети городов / Ю. В. Трофименко, В. С. Чинова // *Экология и промышленность России*. – 2019. – № 7. – С. 48–51. – Библиогр.: с. 51.
 17. Трофименко, Ю. В. Оценка выбросов загрязняющих веществ транспортными потоками на отдельных территориях Москвы / Ю. В. Трофименко, В. И. Комков, Б. А. Кутырин, Д. А. Деянов // *Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)*. – 2020. – № 2 (61). – С. 84–91. Библиогр.: с. 91.

Взаимная адаптация системы «человек-машина» как базовая основа безопасности дорожного движения

* * *

Mutual adaptation of the "man-machine" system as a core pillar for road safety

Катанаев Н.Т., д-р техн. наук, профессор,

Сьедин О.Н., канд. техн. наук,

Чебышев А.Е., канд. техн. наук

Катанаев Николай Трофимович, д-р техн. наук, профессор Московского политехнического университета, тел. +7 (916) 174-2342, E-mail: kafedramami@mail.ru, Россия, 107023, Москва, ул. Большая Семёновская, 38

Сьедин Олег Николаевич, канд. техн. наук, заведующий НИО «Проблемы подготовки водителей транспортных средств» ОАО «НИИАТ», тел. +7 (495) 496 6004, E-mail: sedin@niiat.ru, Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

Чебышев Алексей Евгеньевич, канд. техн. наук, вед. научный сотрудник, ОАО «НИИАТ» тел. +7 (495) 496 9178, E-mail: chebyshev@niiat.ru, Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

Katanayev Nikolay Trofimovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Moscow Polytechnic University, Phone +7 (916) 174-2342, E-mail: kafedramami@mail.ru Address: 38 Bolshaya Semyonovskaya str., Moscow, 107023, Russia

Sedin Oleg Nikolayevich, Candidate of Technical Sciences, Head of Research Department «Problems of Training of Drivers of Vehicles» of Open Joint-Stock Company «NIIAT®», Phone +7 (495) 496-6004, E-mail: sedin@niiat.ru Address: 24 Geroyev Panfilovtsev str., Moscow, 125480, Russia

Chebyshev Alexey Evgenyevich, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Open Joint-Stock Company «NIIAT®», Phone +7 (495) 496 9178, E-mail: chebyshev@niiat.ru Address: 24 Geroyev Panfilovtsev str., Moscow, 125480, Russia

Аннотация

Работа посвящена актуальной проблеме снижения уровня дорожно-транспортной аварийности путем включения динамических автомобильных тренажеров в учебный процесс подготовки водителей. С этой целью рассмотрена информационная схема человеко-машинной системы «автомобиль-среда-водитель» (АСВ), а также структурная схема системы, в основу которой положена психическая деятельность водителя. Приведено описание механизма получения, передачи и преобразования информации, на основе которой формируются алгоритмы управления по нулевым, первым и вторым производным управляемых координат движения автомобиля.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения; автомобиль; водитель; управление автомобилем; психическая деятельность; анализаторы; рецепторы.

Abstract

The work is devoted to the actual problem of reducing the level of road traffic accidents by including dynamic car simulators in the process of driver training. For this purpose, the information scheme of the human-machine system "car-environment-driver" (CED), as well as the structural scheme of the system, which is based on driver's mental activity, is considered. The description of the mechanism of receiving, transmitting and converting information is given, on the basis of which control algorithms are formed based on zero, first and second derivatives of the controlled coordinates of the vehicle movement.

Keywords: road safety; car; driver; driving; mental activity; analyzers; receptors.

Непрерывный рост интенсивности транспортных потоков, наблюдаемый, прежде всего, в городских условиях, в совокупности с повышением скоростей движения, объективно способствуют повышению степени риска возникновения дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП). От водителя автомобиля требуются немедленная реакция и высокий уровень профессионализма, предполагающие заранее наработанный обширный набор управленческих решений на парирование возникающих острых ситуаций. Действенным способом подготовки водителей транспортных средств является использование научно-обоснованных методик,

включающих имитацию дорожно-транспортных ситуаций, как типовых, так и критических, имеющих предпосылки к возникновению аварии.

Совершенствованию навыков вождения в критических ситуациях могут способствовать автомобильные тренажеры с высоким уровнем адекватности динамических моделей с возможностью включения основных психофизиологических каналов восприятия окружающей информации обучаемого и формирования управляющих воздействий, снижающих риск возникновения ДТП. Проблема создания таких тренажеров актуальна и для ее решения требуется глубокое изучение явлений, связанных со взаимной адаптацией элементов системы «человек-машина».

В основе построения модели человеко-машинной системы (далее – ЧМС) «автомобиль-среда-водитель» (далее – «АСВ») лежит информационная схема (рис. 1), отражающая психическую деятельность водителя, которая в процессе управления автомобилем начинается с приема информации об объекте, о состоянии среды, о траектории движения. Преобразование поступившей информации позволяет сформировать перцептивный (чувственный) образ.

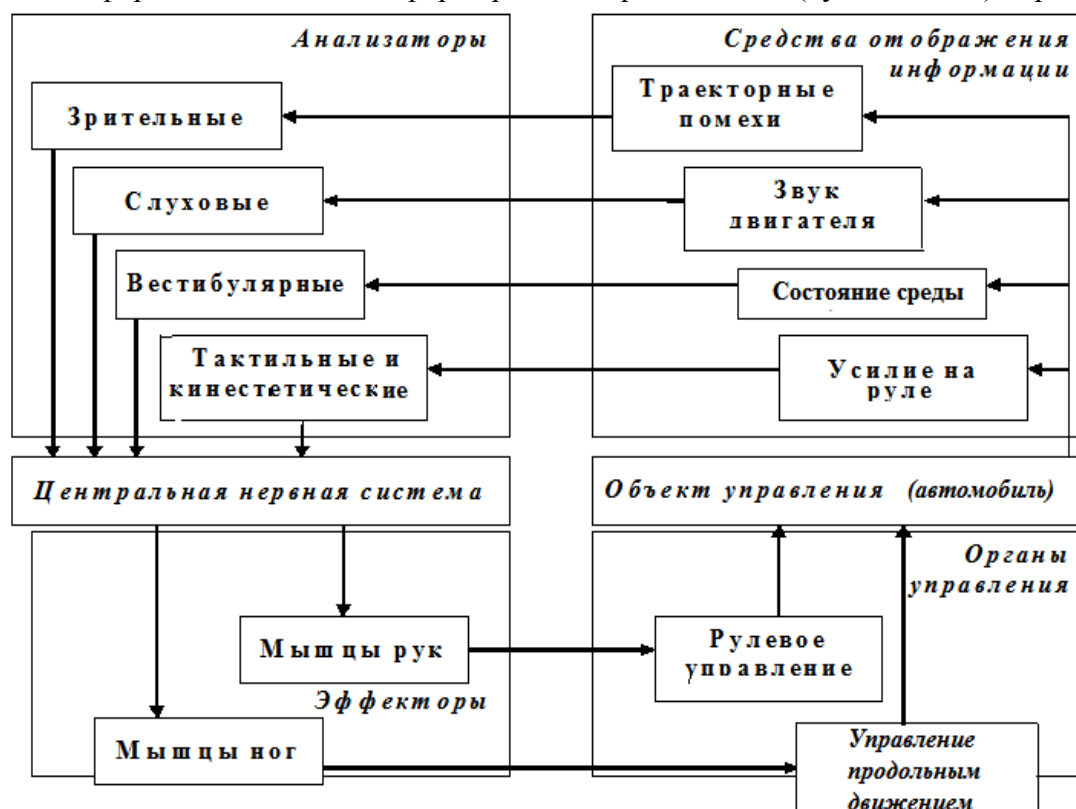


Рис. 1. Информационная модель ЧМС «АСВ», отражающая психическую деятельность водителя [1]

Физиологической основой формирования перцептивного образа является работа анализаторов, включающих рецепторы, нервные пути и центр в коре больших полушарий. По важности анализаторы, создающие перцептивный образ, можно расположить в последовательности: зрительный, слуховой, вестибулярный, тактильный и кинестетический (кожно-мышечные анализаторы) [2].

Анализируя деятельность водителя в ЧМС «АСВ», можно отметить, что он преимущественно выполняет функцию компенсаторного слежения. Этот вид деятельности выступает как динамический процесс сенсомоторных координаций: непрерывное изменение состояний входного сигнала требует непрерывного двигательного приспособления к нему.

Слежение можно представить в виде стереотипной последовательности сенсомоторных актов, состоящих из двух основных взаимосвязанных компонентов: перцептивной оценки величины и знака рассогласования и координированной с результатами перцептивной оценки

двигательных управляющих воздействий, направленных на устранение текущего рассогласования.

В психологическом аспекте работа оператора в режиме слежения имеет ярко выраженную взаимосвязь сенсорных и моторных процессов и является наиболее типичным видом деятельности в системах ручного управления.

Зрительная система выполняет функцию измерения величины рассогласования; кинестетическая определяет величину перемещения рук. В основании соизмерения зрительных и кинестетических сигналов находится «чувственная» мера движения, обеспечивающая объединение парциальных движений в относительную непрерывность зрительно-моторной координации. Проприоцептивные сигналы об усилиях и положениях управляющих конечностей является основной входной величиной в системе регулирования движений. Сравнительный анализ психической регуляции и процесса управления в системах автоматического регулирования показывает, что существуют общие кибернетические принципы управления, распространяющиеся как на автоматы, так и на нервную систему, осуществляющую психическое регулирование.

На начальных ступенях адаптации водителя к автомобилю образование управляющих навыков осуществляется под контролем зрительных, слуховых и вестибулярных анализаторов. Преобразование в центральной нервной системе (далее – ЦНС) идет по поисковому каналу в форме сознательной деятельности, включающей трансформации образов, понятий, признаков. В процессе адаптации образуется автоматизированный канал, представляющий собой прочно закрепленные условно-рефлекторные связи.

Сформированные в ЦНС сигналы (см. рис. 1) подаются на эффекторы (мышцы рук и ног), с помощью которых осуществляется воздействие через органы управления на параметры состояния и движения автомобиля.

Отметим еще одно важное свойство человека, как управляющего звена системы. Вначале формирование двигательного навыка происходит под контролем зрительного анализатора; впоследствии же этот контроль постепенно переходит к чувствительным органам двигательного аппарата – к тактильному и кинестетическому анализаторам (например, восприятие кожно-мышечными рецепторами усилия на руле). При этом образуется внутренний контур регулирования, определяемый действием этих анализаторов. В этом контуре сигналы проходят значительно быстрее (с задержкой 0,4 с.), чем по внешнему контуру, включающему зрительный анализатор (задержка 1-2 с.) [1]. Это важное свойство может быть использовано для повышения качества управления автомобилем путем подачи сигналов обратной связи не на зрительный, а непосредственно на кожно-мышечные рецепторы, воспринимающие усилие на руле. Знание водителем результатов своих действий и внешних возмущений является важным фактором повышения эффективности управления.

На основе информационной модели (рис. 1), а также согласно [3], была разработана структурная схема ЧМС «АСВ» (рис. 2).

С помощью рецепторов водитель в условиях помех $v_0, v_1, v_2, \dots, v_n$ воспринимает информацию о параметрах движения и состояния объекта и с задержками по каждому каналу $\tau_0, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ передает ее в ЦНС, которая формирует управляющие сигналы и с задержками τ_9 и τ_{14} , в свою очередь, подает на эффекторы, представляющие соответственно мышцы ног и рук. В системе образуются проприоцептивные обратные связи (ПОС) (кожно-мышечные), экстероцептивные обратные связи (ЭОС) (зрение, слух). Управление осуществляется по замкнутым через водителя контурам с каналами преобразования продольного движения (оператор A_1) с координатой x и ее производными (P – оператор Лапласа), бокового движения (оператор A_2) с координатой y и ее производными, а также угла курса (оператор A_3) с координатой φ и ее производными.

Управление автомобилем осуществляется методом последовательного переключения каналов, осуществляемого в результате сенсомоторной деятельности человека. Переключение с одного канала управления на другой происходит в том случае, когда информация об ошибке слежения становится значимой.

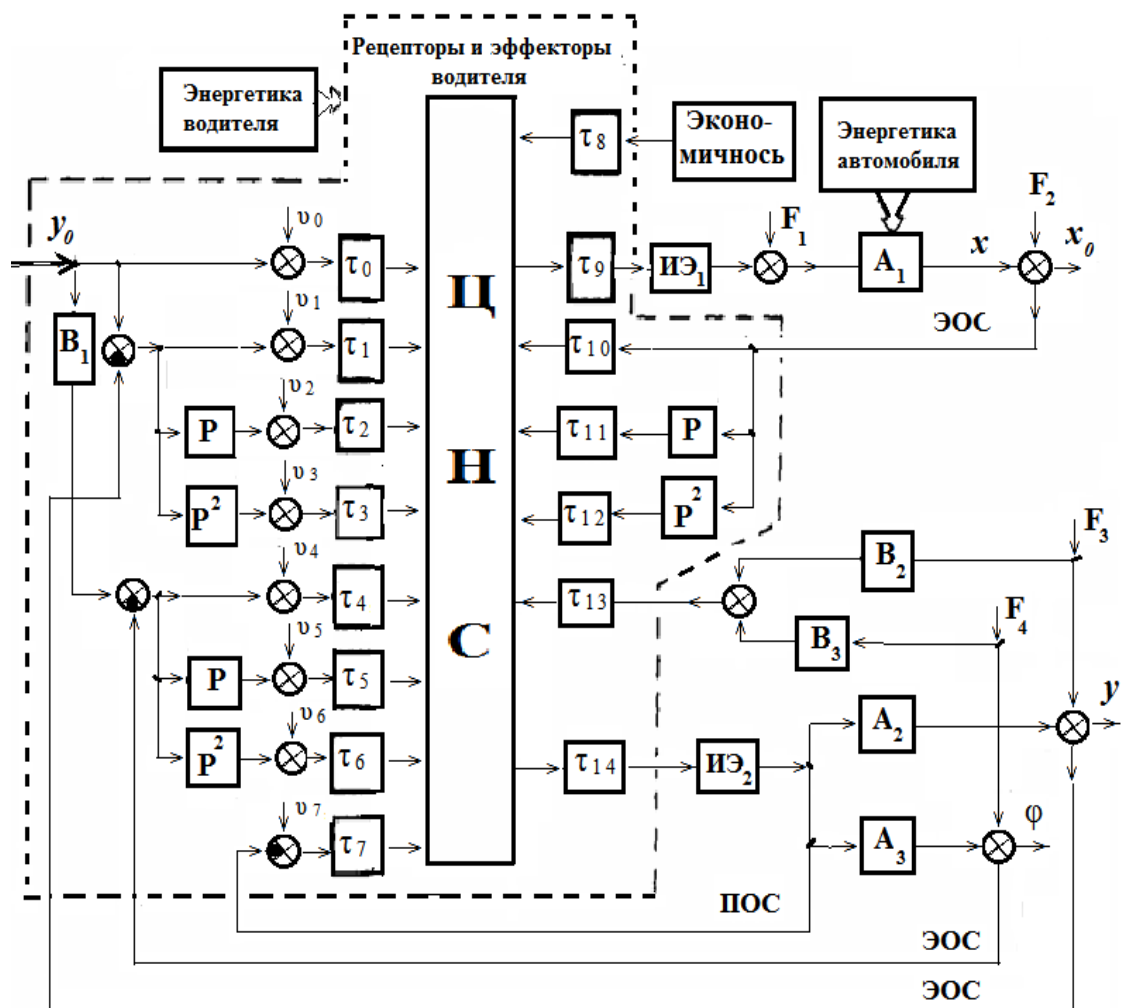


Рис. 2. Структура преобразования информации в человеко-машинной системе «Автомобиль-среда-водитель»

Кроме наличия сложных обратных связей особо следует выделить в системе канал, образованный операторами рулевого привода B_2 и B_3 и двигательным анализатором, который информирует ЦНС о состоянии мышечного и суставного аппарата. Его рецепторы (проприоцепторы) имеют сложное строение и размещены в мышцах, сухожилиях и суставах. Мышечно-суставная система является не только исполнительным аппаратом, но и своеобразным органом чувств. Этот канал образует разомкнутую часть системы регулирования по нагрузке (F_3 и F_4) на рулевом колесе.

Отметим еще одно важное свойство человека в системе. В процессе неустановившегося движения автомобиля в условиях случайных воздействий свойства объекта управления и его связь со средой могут существенно изменяться, принимая состояния, близкие к критическим. Особенно в этих условиях проявляется высшая деятельность нервной системы, сущность которой сводится не только к настройке параметров чувствительности по различным каналам восприятия, но и в некоторых случаях даже к перестройке самой структуры управления движения автомобиля.

Рассмотренные информационные схемы позволяют выявить структуру каналов управления системы, необходимую при разработке и создании модели человеко-машинной системы ЧМС.

Формирование управленческих операций является сложным процессом получения, преобразования и передачи сигналов. Заметим, что любой сигнал обладает соответствующей информативностью и энергетическим уровнем. Однако при анализе ЧМС «АСВ» вопросам энергоемкости человеческого организма не уделяется необходимого внимания. Тем не менее,

энергетические резервы водителя не безграничны [4]. Поэтому соотношение потребных и предполагаемых затрат энергии может оказать существенное влияние на качество и надежность работы системы в целом.

Учитывая, что человек черпает энергию из собственного ограниченного биологического источника (см. рис. 2), естественно предположить о существовании предела нагрузки водителя, превышение которой может привести к ДТП или к перегрузке всего организма. Поэтому весьма важно регламентировать энергозатраты при организации процессов управления автомобилем.

Запасенная энергия расходуется на самообслуживание организма, на сенсорную и моторную деятельность водителя. Самой сложной является сенсорная или нервно-мозговая деятельность человека. Задача количественной оценки энергозатрат на такой вид деятельности человека до сих пор еще не решена и является предметом пристального изучения специалистов в области инженерной психологии.

Моторная деятельность водителя связана с воздействием на органы управления автомобиля соответствующими движениями рук и ног. Физиологическая энергия при этом затрачивается, в основном, на повороты рулевого колеса, нажатия на педали сцепления, тормоза управления дроссельной заслонкой. Такой вид деятельности человека легче поддается количественному измерению и может служить в качестве оценки свойств объекта управления по затратам энергии, связанным с процессом управления.

Исследования человеко-машинной системы АСВ с целью адаптации машины к человеку следует начинать с определения основных понятий управляемости и наблюдаемости, а также оценок качества системы, выступающих в роли функций цели в задачах оптимизации параметров автомобиля.

Заметим, что существуют классические определения наблюдаемости и управляемости; они предложены Калманом еще в 1961 г. [5-7] и с успехом используются в теории автоматического управления [8, 9]. Однако это теоретическое направление является предметом конструирования автомобиля с оптимальными параметрами, удовлетворяющими качествам водителя.

Направление исследований, связанных с задачей адаптации человека к машине, а также и с профотбором, во многом зависит от формирования первичных навыков вождения с последующим их закреплением на специально спроектированных динамических автомобильных тренажерах (далее – ДАТ). Такие тренажеры позволяют моделировать сложные, обладающие высокой степенью риска критические ситуации (например, гололед), которые в реальных условиях могли бы привести к ДТП.

Главная особенность ДАТ состоит в том, что они позволяют формировать наиболее полные законы управления, учитывающие нулевые, первые и вторые производные отклонения действительной траектории движения от заданной в соответствии со структурой преобразования информации в ЧМС «АСВ» (рис. 2).

Повышение безопасности дорожного движения во многом зависит от создания эффективной системы обучения вождению автомобиля. Использование современных автотренажеров возможно лишь при знакомстве с приборным оснащением кабины водителя и отработке первичных навыков манипулирования органами управления движением автомобиля, поскольку отсутствуют адекватные модели, способные создать условия полноты загрузки всех анализаторов обучаемого, дающих возможность центральной нервной системе сформировать управляющие сигналы на основании отклонений от заданной траектории и их производных с последующим преобразованием в управляющие воздействия.

Создание ДАТ возможно при современном уровне развития вычислительной техники, информационных систем, а также средств имитации движения и внешних воздействий при условии соответствующей доработки динамических математических моделей, построенных с использованием неголономных кинематических связей шин с опорной поверхностью, дающих возможность имитировать движение по скользкой дороге.

Литература и источники информации

1. Катанаев Н. Т. Системные оценки управляемости колесных машин // Известия МГТУ. 2012. №1, С.34-41.
2. Основы инженерной психологии. Учеб. пособие. /Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Высшая школа, 1977. – 335с.
3. Динамика системы дорога-шина-автомобиль-водитель. /Под общ. ред. А.А. Хачатурова. – М.: Машиностроение, 1975. – 535с.
4. Адамович Н.В. Управляемость машин (эргономические основы оптимизации рабочего места человека-оператора). М.: Машиностроение, 1977. – 280с.
5. Kalman R.E.; Bertram J.E. A Unified Approach to the Theory of Sampling Systems, J. Franklin Inst., 1959, 267, p.p. 405 – 436.
6. Kalman R.E. Canonical Structure of Linear Dynamical Systems, Proc. Nat. Acad. Sci.US, 1962, 48, p.p. 596 – 600.
7. Kalman R.E., HO Y.C., Narendra L.S. Controllability of Linear Dynamical Systems, Contributions to Differential Equations; Interscience Publishers Inc. N.Y., 1962, p.p. 189 – 213.
8. Основы теории оптимального управления. Ли Э.Б., Маркус Л., пер. с англ., Наука, М., 1972, 576с.
9. Цибулевский Е.И. Человек как звено следящей системы. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 288с.

Разработка методики формирования и ведения рейтингов безопасности автомобильных перевозчиков

* * *

Development of a methodology for the formation and management of safety ratings of road carriers

Богумил В.Н., канд. техн. наук, доцент,
Сьедин О.Н., канд. техн. наук

Богумил Вениамин Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Транспортная телематика» ФГБОУ ВО «МАДИ», тел. +7 (499) 155 0408, E-mail: v_bogumil@mail.ru. Россия, 125319, г. Москва, Ленинградский проспект, 64.

Сьедин Олег Николаевич, канд. техн. наук, заведующий НИО «Проблемы подготовки водителей автотранспортных средств» ОАО «НИИАТ», тел. +7 (495) 496 6004, E-mail: sedin@niiat.ru. Россия, 125480, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

Bogumil Veniamin Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport Telematics, MADi, tel. +7 (499) 155 0408, E-mail: v_bogumil@mail.ru. Address: Leningradsky Prospekt, 64, 125319, Moscow, Russia

Sedin Oleg Nickolaevich, Candidate of Technical Sciences, Head of Research Department «Problems of training drivers of motor vehicles» of Open Joint-Stock Company «NIIAT®», Phone +7 (495) 496 6004, E-mail: sedin@niiat.ru. Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia

Аннотация

В статье рассматриваются методические вопросы расчета рейтингов безопасности при оценке деятельности автомобильных коммерческих перевозчиков. Вводится понятие «рейтинг безопасности перевозчика». Приводятся примеры расчета рейтингов безопасности перевозчиков.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, рейтинг безопасности перевозчика, качество оказанных услуг, автомобильный перевозчик, требования безопасности.

Abstract

The article discusses the methodological issues of calculating safety ratings when evaluating the activities of road carriers. The concept of "carrier safety rating" is introduced. Examples of calculating the safety ratings of carriers are given.

Keywords: road safety, carrier safety rating, quality of service delivery, road carrier, safety requirements.

В России уделяется большое внимание вопросам безопасности дорожного движения как на уровне законодательной, так и исполнительной власти. Федеральный закон № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» определил правовые основы обеспечения безопасности дорожного движения на территории Российской Федерации [1]. Данный закон неоднократно корректировался с целью отражения изменений в данной области. В 2018 году принята «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 - 2024 годы» [2]. В Стратегии намечены весьма амбициозные ориентиры по снижению аварийности на дорогах страны. Так, например, была поставлена задача к 2024 году радикально снизить показатель социального риска (количества погибших в ДТП на 100 000 населения) до четырех, что сопоставимо с показателями аварийности наиболее передовых стран мира ⁴.

Однако, несмотря на определенные позитивные изменения, уровень дорожно-транспортной аварийности в стране остается достаточно высоким – каждое одиннадцатое ДТП приводит к смертельному исходу. За 9 месяцев 2021 года девять из десяти (88,7%) ДТП произошли из-за нарушения Правил дорожного движения (далее – ПДД) водителями транспортных

⁴ По итогам расширенного заседания президиума Государственного совета, состоявшегося 28 сентября 2020 года, достижение данного показателя отнесено на более поздний срок – 2030 год.

средств [3]. Особую тревогу вызывает рост нарушений при перевозках пассажиров, за 9 месяцев 2021 года почти на четверть (23,5%) увеличилось число погибших из-за нарушения ПДД водителями автобусов. Всего за рассматриваемый период в 2 528 подобных ДТП погибли 126 и ранены 3 848 человек. Также отмечен рост показателей аварийности из-за нарушения ПДД водителями троллейбусов. Количество ДТП увеличилось на 13,4% (144) и число раненых – на 9,6% (160), погиб один человек.

Среди традиционных проблем пассажирских автомобильных перевозок, с которыми сталкиваются общество и контролирующие государственные органы, следует отметить несоблюдение перевозчиками установленных правил безопасности, износ подвижного состава, работа нелегальных перевозчиков на пассажирских маршрутах, дефицит профильных специалистов, в том числе водителей, уровень подготовки которых не отвечает поставленным задачам и т.п. Некоторое количество водителей все еще допускает в своей работе неприемлемо высокие риски, связанные с безопасностью (превышение скорости, излишнее рабочее время, ненадлежащее обслуживание транспортных средств и т. д.). Поэтому перевозчики, ответственно соблюдающие установленные правила, оказываются в невыгодном экономическом положении.

Как показывает мировой и отечественный опыт, к ДТП с участием коммерческого автомобильного транспорта приводит множество факторов, в силу этого разработка полноценной модели прогнозирования аварий затруднена или на практике невозможна, а наиболее разумным представляется риск-ориентированный подход, заключающийся в профилактике аварийности, основанной на превентивных мероприятиях контрольно-надзорных органов в отношении тех перевозчиков, которые создают наибольшие риски для безопасности перевозок [4,5].

В качестве механизма прогнозирования рисков возможно использовать рейтингование коммерческих перевозчиков по ряду показателей (индикаторов). В соответствии с риск-ориентированным подходом мероприятия контрольно-надзорных органов должны носить превентивный характер и могут быть основаны на:

1) выявлении худших по критериям безопасности перевозок субъектов транспортной деятельности (по результатам обработки исходных данных за отчетный период) для превентивной работы именно с этой группой субъектов;

2) выборе и реализации мер воздействия в зависимости от ситуации с нарушениями, выявленными у субъектов. Система рейтингов безопасности перевозчиков одной из важнейших целей должна ставить выявление тех из них, которые уделяют слишком мало внимания обеспечению безопасности. Взаимодействие контрольно-надзорных органов с этими перевозчиками может побудить их изменить свое поведение и тем самым уменьшить количество аварий в будущем.

В Российской Федерации до настоящего времени отсутствуют механизмы и объективные критерии оценки деятельности перевозчиков с точки зрения их соответствия требованиям законодательства и правилам безопасности перевозок, поэтому разработка подобных механизмов и критериев является достаточно актуальной. Ниже излагаются основные положения предлагаемой методики.

Общие положения

Рейтинги безопасности формируются для автомобильных перевозчиков, включаемых в Единый федеральный реестр перевозчиков (далее реестр), осуществляющих коммерческие автомобильные перевозки пассажиров и грузов (далее перевозчики).

Формирование рейтингов осуществляется в электронной форме оператором государственной автоматизированной информационной системы безопасности перевозок (далее АИС «БП») по завершению очередного календарного года путём обработки: 1) данных об аварийности и 2) данных о нарушениях ПДД коммерческими перевозчиками, поступивших за отчетный период из автоматизированных систем Министерства внутренних дел России (МВД России).

Отчетным периодом является трехлетний период, включающий три календарных года, предшествующих году формирования рейтинга. Рейтинг формируется не позднее мая текущего года. Пример: год формирования рейтинга 2023-й, отчетный период включает в себя 2020-2022 годы. Первым годом отчетного периода является 2022 год - ближайший год к году формирования рейтинга, вторым годом отчетного периода является 2021 год, третьим годом отчетного периода является 2020 год.

Группирование данных для расчета рейтингов безопасности перевозчиков

Расчет рейтингов осуществляется для отдельных групп перевозчиков, включенных в реестр. Схематично разбиение перевозчиков показано на рис. 1:



Рис. 1. Структурирование перевозчиков по группам для расчёта рейтингов безопасности

Перевозчики разбиваются на группы по следующим признакам:

На первом уровне разбиение осуществляется в соответствии с административно-территориальным делением Российской Федерации.

На втором уровне разбиение осуществляется по виду перевозок (грузовые, пассажирские).

На третьем уровне разбиение осуществляется по численности парка подвижного состава. При расчёте численности парка учитываются автобусы категорий М2 и М3, грузовые автомобили категорий N2 и N3. Пассажирские и грузовые перевозчики по данному признаку разделяются в зависимости от количества транспортных средств в парке следующим образом:

А) пассажирские:

Группа 1 – субъекты с численностью парка на момент формирования отчетности до 50 единиц включительно;

Группа 2 – субъекты с численностью парка на момент формирования отчетности свыше 50 единиц.

Б) грузовые:

Группа 3 – субъекты с численностью парка на момент формирования отчетности до 20 единиц включительно;

Группа 4 – субъекты с численностью парка на момент формирования отчетности свыше 20 единиц.

Пример. Регион «Московская область» будет иметь четыре группы перевозчиков:

1) Пассажирские перевозчики Московской области с численностью парка на момент формирования отчетности до 50 единиц включительно;

2) Пассажирские перевозчики Московской области с численностью парка на момент формирования отчетности свыше 50 единиц;

3) Грузовые перевозчики Московской области с численностью парка на момент формирования отчетности до 20 единиц включительно;

4) Грузовые перевозчики Московской области с численностью парка на момент формирования отчетности свыше 20 единиц.

Примечание 1. При расчете численности парка количество прицепного состава не учитывается.

Примечание 2. Если перевозчик выполняет пассажирские и грузовые перевозки, то он должен быть отнесен к одной из перечисленных групп, в зависимости от того, какой подвижной состав преобладает. При этом отнесение к группе по численности парка зависит от общего количество транспортных средств в парке.

Пример. Перевозчик выполняет пассажирские и грузовые перевозки. В парке на момент формирования отчетности имеется 45 пассажирских транспортных средств и 10 грузовых транспортных средств (тягачей).

Решение: перевозчик должен быть отнесен к группе пассажирских перевозчиков с численностью парка на момент формирования отчетности свыше 50 единиц.

Формирование показателя «Нарушения правил» для перевозчика по данным отчетного Периода

Показатель «Нарушения правил» формируется для каждого перевозчика на основании сведений о нарушениях ПДД, полученных от МВД России за отчетный период. Данные о нарушениях ПДД относятся к перевозчику по следующим признакам:

- предприятие в реестре перевозчиков являлось эксплуатантом транспортного средства нарушителя на момент совершения нарушения;
- нарушение совершено в отчетный период.

Информация о каждом нарушении должна содержать код статьи Кодекса административных правонарушений (КоАП), в соответствии с которой классифицировано нарушение.

Все нарушения ПДД за отчетный период, совершенные перевозчиком, распределяются на три группы по годам совершения нарушения:

- нарушения, совершенные в первый год отчетного периода;
- нарушения, совершенные во второй год отчетного периода;
- нарушения, совершенные в третий год отчетного периода.

Каждое нарушение в каждой группе (за каждый год отчетного периода) оценивается в баллах в соответствии с нижеприведенной табл. 1 и подсчитывается суммарное количество баллов за нарушения ПДД по каждому году отчетного периода.

Подсчитывается суммарное количество баллов перевозчика за нарушения ПДД с учетом коэффициента дисконтирования (коэффициента, учитывающего старение информации).

Нарушения, попавшие по времени совершения в первый год, необходимо учитывать с коэффициентом дисконтирования, равным 1,0; нарушения, попавшие по времени совершения во второй год, необходимо учитывать с коэффициентом дисконтирования, равным 0,75; нарушения, попавшие по времени совершения в третий год, необходимо учитывать с коэффициентом дисконтирования, равным 0,50. Следовательно, данная величина определится из выражения:

Суммарное взвешенное количество баллов перевозчика за нарушения ПДД = $1,0 \times (\text{Суммарное количество баллов перевозчика за нарушения ПДД в первый год отчетного периода}) + 0,75 \times (\text{Суммарное количество баллов перевозчика за нарушения ПДД во второй год отчетного периода}) + 0,50 \times (\text{Суммарное количество баллов перевозчика за нарушения ПДД в третий год отчетного периода})$ (1)

Таблица 1

Балльные оценки нарушений ПДД и правил перевозок по соответствующим статьям КоАП РФ

№ п/п	Статья КоАП	Содержание статьи КоАП РФ	Штрафы (руб.), наказания	Баллы для учета в АИС «Система БДД»
АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ПРАВОНАРУШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ (ВОДИТЕЛИ)				
1.	<u>12.9</u>	Превышение установленной скорости движения		
	ч.2	на 20-40 км/ч	500	4
	ч.3	на 40-60 км/ч	1-1,5 тыс.	9
	ч.4	свыше 60 км/ч	От 2 тыс., лишение	10
2.	<u>12.16</u>	Несоблюдение требований, предписанных дорожными знаками или разметкой проезжей части дороги	От 500 до 5 тыс., лишение до 1 года	5
	ч.3	Движение во встречном направлении по дороге с односторонним движением		9
		Повторное		10
3.	<u>12.12</u>	Проезд на запрещающий сигнал светофора или на запрещающий жест регулировщика	От 800 до 5 тыс. лишение до 6 мес.	9
4.	<u>12.15</u>	Нарушение правил расположения транспортного средства на проезжей части дороги, встречного разъезда или обгона	От 1 тыс. до 5 тыс., лишение до 6 мес.	6
5.	<u>12.5</u>	Управление ТС с заведомо неисправными тормозной системой (за исключением стояночного тормоза), рулевым управлением или сцепным устройством (в составе поезда)	500	7
6.	<u>12.6</u>	Управление транспортным средством водителем, не пристегнутым ремнем безопасности, перевозка пассажиров, не пристегнутых ремнями безопасности, если конструкцией транспортного средства предусмотрены ремни безопасности	1 тыс.	4
7.	<u>12.37, ч.2</u>	Неисполнение владельцем ТС обязанности по страхованию своей гражданской ответственности, а равно управление транспортным средством, если такое обязательное страхование заведомо отсутствует	800	2
8.	<u>12.17</u>	Непредоставление преимущества в движении маршрутному ТС или ТС с включенными спецсигналами	От 500 до 3 тыс. лишение до 1 года	4

9.	<u>12.18</u>	Непредоставление преимущества в движении пешеходам или иным участникам дорожного движения	От 1500 до 2500	7
10.	<u>12.1, ч.2</u>	Управление легковым такси, автобусом или грузовым автомобилем, предназначенным и оборудованным для перевозок людей, с числом мест для сидения более чем восемь (кроме места для водителя), специализированным ТС, предназначенным и оборудованным для перевозок опасных грузов, которые не прошли технический осмотр	От 500 до 800 руб.	4
11.	<u>12.2, ч.1</u>	Управление ТС с нечитаемыми, нестандартными или установленными с нарушением требований государственными регистрационными знакам	500	2
12.	<u>12.3, ч.2</u>	Управление ТС водителем, не имеющим при себе документов на право управления им, страхового полиса ОСАГО владельцев ТС, за исключением случая, предусмотренного <u>частью 2 статьи 12.37 КоАП, путевого листа</u> или товарно-транспортных документов	500	2
13.	<u>12.7 ч.1</u>	Управление ТС водителем, не имеющим права управления	5 - 15 тыс.	7
	<u>12.7 ч.2</u>	Управление ТС водителем, лишенным права управления	30 тыс., арест	10
14.	<u>12.8</u>	Управление ТС водителем, находящимся в состоянии опьянения, передача управления ТС лицу, находящемуся в состоянии опьянения	30 тыс., лишение до 2 лет	10
15.	<u>12.10</u>	Нарушение правил движения через железнодорожные пути	1 тыс., лишение 6 мес., повторно 1 год	9
16.	<u>12.11</u>	Нарушение правил движения по автомагистрали	1-2,5 тыс.	5
17.	<u>12.13</u>	Нарушение правил проезда перекрестков	1 тыс.	8
18.	<u>12.19</u>	Нарушение правил остановки или стоянки ТС	500-5000	4
19.	<u>12.20</u>	Нарушение правил пользования световыми приборами, звуковыми сигналами, аварийной сигнализацией	500	3
20.	<u>12.21</u>	Нарушение правил перевозки грузов, правил буксировки	500	7
21.	<u>12.23, ч. 2-6</u>	Нарушение правил перевозки людей, в т.ч. детей	До 200 тыс. (орган. групп детей)	6
22.	<u>12.26</u>	Невыполнение водителем требования о прохождении медицинского освидетельствования на состояние опьянения	30 тыс. лишение до 2 лет, арест до 15 сут.	10
23.	<u>12.27, ч.2</u>	Оставление водителем в нарушение Правил дорожного движения места ДТП, участником которого он являлся, при отсутствии признаков уголовно наказуемого деяния	от 1,5 до 30 тыс., лишение до 2 лет	6
24.	<u>12.28</u>	Нарушение правил, установленных для движения ТС в жилых зонах	1,5 – 3 тыс.	7
25.	<u>12.36.1</u>	Нарушение правил пользования телефоном водителем ТС	1,5 тыс.	8

АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ПРАВОНАРУШЕНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ (ПЕРЕВОЗЧИКИ)				
1.	<u>11.23</u> ч.2	Выпуск на линию ТС без тахографа Несоблюдение норм времени управления ТС и отдыха либо нарушение режима труда и отдыха водителей	Должн. лица от 7 до 10 тыс.; ИП - от 15 до 25 тыс.; юрлица - от 20 до 50 тыс.	3 – город
	ч.3			8 – межгород
2.	<u>11.32</u>	Нарушение порядка проведения обязательного медицинского освидетельствования водителей ТС либо обязательных медицинских осмотров	От 30 до 50 тыс. (юрлица и ИП – одинаково)	6
3.	<u>12.31</u> ч.1.	Выпуск на линию ТС, не прошедшего техосмотра,	Должн. лица 500 Юрлица до 50 тыс.	6
	ч.2	имеющего неисправности, с которыми запрещена эксплуатация	Должн. лица 5-8 тыс.	
4.	<u>12.31.1</u>	Нарушение требований обеспечения безопасности перевозок		
	ч.1	- проф. и квалиф. требований, предъявляемых к работникам	20 (должн. лица)-100 тыс. (юрлица)	4
	ч.2	- требований о проведении предрейсовых и послерейсовых медицинских осмотров	5 (должн. лица)-30 тыс. (юрлица)	6
	ч.3	- требований о проведении предрейсового контроля технического состояния ТС	5 (должн. лица)-30 тыс. (юрлица)	4
	ч.4	- требований перевозок в особых условиях	Водитель – 2,5 тыс. 20 (должн. лица)-100 тыс.(юрлица)	6
	ч.5	- требований к прохождению инструктажей водителями	10 (должн. лица)-30 тыс. (юрлица)	
	ч.6	Прочее кроме частей 1-5	Водитель – 1,5 тыс. 10 (должн. лица)-25 тыс. (юрлица)	3
5.	<u>14.1.2</u>	Осуществление предпринимательской деятельности в области транспорта без лицензии	Должн. лица 50 тыс.; ИП – 100 тыс.; юрлица – 400 тыс.	3

Расчет суммарного пробега парка перевозчика за отчетный период. Суммарный пробег парка за отчетный период рассчитывается как сумма пробегов всех транспортных средств парка за каждый год отчетного периода по данным, фиксируемым Единой автоматизированной информационной системой технического осмотра МВД России (ЕАИСТО), исходя из следующего выражения:

Суммарный пробег парка перевозчика за отчетный период, км = (Суммарный пробег парка перевозчика в первый год отчетного периода по данным ЕАИСТО, км) + (Суммарный пробег парка перевозчика во второй год отчетного периода по данным ЕАИСТО, км) + (Суммарный пробег парка перевозчика в третий год отчетного периода по данным ЕАИСТО, км)
(2)

Расчет показателя «Нарушения правил» для перевозчика. Данный показатель рассчитывается как отношение суммарного взвешенного количества баллов перевозчика за нарушения ПДД к суммарному пробегу транспортных средств парка в тысячах километров за отчетный период из выражения:

$$\text{Показатель Нарушение правил} = \frac{\text{Суммарное взвешенное количество баллов перевозчика за нарушения ПДД}}{10^{-3}(\text{Суммарный пробег парка перевозчика за отчетный период})}, \quad (3)$$

Расчет положения (рейтинга) перевозчика в группе перевозчиков по показателю «Нарушение правил»

Предварительное разбиение перевозчиков на группы позволяет оценить положение перевозчика по показателю «Нарушение правил» в группе, к которой оно было отнесено. С этой целью после того, как для всех перевозчиков группы произведен расчет значений показателя «Нарушение правил», эти значения ранжируются по возрастанию следующим образом:

$$P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n, \quad (4)$$

где $P_1, P_2, \dots, P_n$ - значения показателей «Нарушение правил» для перевозчиков, попавших в одну типовую группу за отчетный период, ранжированные по возрастанию, P_1 – наименьшее значение показателя в группе, P_n – наибольшее значение показателя в группе, n – количество перевозчиков в группе.

Рейтинг безопасности автомобильного перевозчика по показателю «Нарушение правил» определяется его местоположением в ранжированном списке. Чем больше значение показателя, тем хуже перевозчик по показателю «Нарушение правил».

После ранжирования перевозчиков группы производится расчет нормированного значения показателя «Нарушение правил» для каждого перевозчика по формуле:

$$p_i = \frac{P_i}{P_n}, \quad (5)$$

где p_i – относительное значение показателя «Нарушение правил» i -го (по результатам ранжирования) перевозчика в группе; P_i – значение показателя «Нарушение правил» i -го (по результатам ранжирования) перевозчика в группе; P_n – значение показателя «Нарушение правил» n -го (наихудшего по результатам ранжирования) перевозчика в группе.

Определение неблагоприятных и благополучных перевозчиков в группе по показателю «Нарушение правил» с использованием метода процентилей:

Определение неблагоприятных и благополучных перевозчиков в группе производится после ранжирования перевозчиков группы по значению показателя «Нарушение правил» на основе использования «метода процентилей». P -й процентиль – это значение показателя, позиция которого вычислена по данным ранжированного по возрастанию ряда значений показателя «Нарушение правил», вычисленного для перевозчиков группы, слева от которого лежит $P\%$ значений ряда [6].

Расчёт позиции P -го процентиля находится по формуле:

$$P_{\%} = \frac{(n + 1)P}{100}, \quad (6)$$

где n – общее количество членов вариационного ряда; P – процент членов ряда лежащих слева от позиции процентиля.

Пример. Пусть общее количество членов ряда равно 50. Зададим значение процентиля: $P=75$ (P_{75}). Тогда позиция процентиля P_{75} в ряду, содержащем 50 членов определится по формуле:

$$P_{75} = \frac{(50 + 1)75}{100} = 38,25$$

В данном примере позиция процентиля находится между 38-м и 39-м членами вариационного ряда. Члены ряда, начиная с 39-го попадают в верхнюю часть ряда, составляющую 25% от общего числа членов ряда.

Для определения благополучных и неблагополучных перевозчиков в каждой группе по показателю «Нарушение правил» установлены пороговые значения процентов. Приняты следующие пороговые значения процентов для показателя «Нарушения правил», отделяющие зону неблагополучных перевозчиков:

 пассажирские перевозки: 80%;

 грузовые перевозки 90%.

Таким образом, 20 процентов перевозчиков, занимающих верхнюю часть ранжированного списка в группе пассажирских перевозчиков в соответствии с формулой (6), должны быть отнесены к неблагополучным по показателю «Нарушения правил».

10 процентов перевозчиков, занимающих верхнюю часть ранжированного списка в группе грузовых перевозчиков в соответствии с формулой (6), должны быть отнесены к неблагополучным по показателю «Нарушения правил».

Приняты следующие пороговые значения процентов для показателя «Нарушения правил», отделяющие зону благополучных перевозчиков:

Значение процентиля определяет границу, слева от которой находятся зона значений, соответствующих благополучным перевозчикам. Значения данного процентиля выбраны в два раза меньше соответствующего критического значения для групп перевозчиков, указанных выше:

 пассажирские перевозки: 40%;

 грузовые перевозки 45%.

Таким образом, 40 процентов перевозчиков, занимающих нижнюю часть ранжированного списка в группе пассажирских перевозчиков в соответствии с формулой (6), должны быть отнесены к благополучным по показателю «Нарушения правил».

45 процентов перевозчиков, занимающих нижнюю часть ранжированного списка в группе грузовых перевозчиков в соответствии с формулой (6), должны быть отнесены к благополучным по показателю «Нарушения правил».

Формирование показателя «Аварийность» для перевозчика по данным отчетного периода

Показатель «Аварийность» формируется для каждого перевозчика на основании сведений о ДТП с пострадавшими (погибшими и/или ранеными), полученных от МВД за отчетный период.

Данные ДТП учитываются *независимо от того*, являлось транспортное средство перевозчика виновником ДТП или нет.

Исходными данными являются данные ДТП с пострадавшими, представленные МВД России за отчетный период, в которых участвовали транспортные средства перевозчика.

Данные о ДТП относятся к перевозчику по следующим признакам:

- предприятие в реестре перевозчиков числилось эксплуатантом транспортного средства участника ДТП на момент совершения ДТП;
- ДТП совершено в отчетный период.

Расчёт количества ДТП, фиксируемых МВД России, с участием транспортных средств перевозчика за отчетный период осуществляется с учетом коэффициента дисконтирования. ДТП с пострадавшими, попавшие по времени совершения в первый год отчетного периода, необходимо учитывать с коэффициентом дисконтирования, равным 1,0; ДТП, попавшие по

времени совершения во второй год отчетного периода, необходимо учитывать с коэффициентом дисконтирования, равным 0,75; ДТП, попавшие по времени совершения в третий год отчетного периода, необходимо учитывать с коэффициентом дисконтирования, равным 0,50. Следовательно, «взвешенное» количество ДТП с пострадавшими за отчетный период для перевозчика определится из выражения:

Суммарное взвешенное количество ДТП с пострадавшими = $1,0 \times (\text{Суммарное количество ДТП с пострадавшими в первый год отчетного периода}) + 0,75 \times (\text{Суммарное количество ДТП с пострадавшими во второй год отчетного периода}) + 0,50 \times (\text{Суммарное количество ДТП с пострадавшими в третий год отчетного периода})$ (7)

Показатель «Аварийность» для перевозчика определяется отношением Суммарного взвешенного количества ДТП с пострадавшими за отчетный период к суммарному пробегу парка за отчетный период в миллионах километров. Суммарный пробег парка рассчитывается по формуле (2). Показатель «Аварийность» для перевозчика рассчитывается по формуле:

$$\text{Показатель Аварийность} = \frac{\text{Суммарное взвешенное количество ДТП с пострадавшими}}{10^{-6} (\text{Суммарный пробег парка перевозчика за отчетный период})}, \quad (8)$$

Расчет положения (рейтинга) перевозчика в группе перевозчиков по показателю «Аварийность»

Предварительное разбиение перевозчиков на группы позволяет оценить положение перевозчика по показателю «Аварийность» в группе, к которой оно было отнесено. С этой целью после того, как для всех перевозчиков группы произведен расчет значений показателя «Аварийность», эти значения ранжируются по возрастанию следующим образом:

$$P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n, \quad (9)$$

где $P_1, P_2, \dots, P_n$ - значения показателей «Аварийность» для перевозчиков, попавших в одну типовую группу за отчетный период, ранжированные по возрастанию, P_1 – наименьшее значение показателя в группе, P_n – наибольшее значение показателя в группе, n – количество перевозчиков в группе.

Рейтинг безопасности автомобильного перевозчика по показателю «Аварийность» определяется его местоположением в ранжированном списке. Чем больше значение показателя, тем хуже перевозчик по показателю «Аварийность».

После ранжирования перевозчиков группы производится расчет нормированного значения показателя «Аварийность» для каждого перевозчика по формуле:

$$p_i = \frac{P_i}{P_n}, \quad (10)$$

где p_i – относительное значение показателя «Аварийность» i -го (по результатам ранжирования) перевозчика в группе; P_i – значение показателя «Аварийность» i -го (по результатам ранжирования) перевозчика в группе; P_n – значение показателя «Аварийность» n -го (наихудшего по результатам ранжирования) перевозчика в группе.

Для разделения благополучных и неблагополучных перевозчиков используется метод процентилей путём определения порогового значения показателя.

Приняты следующие пороговые значения процентилей для показателя «Аварийность», отделяющие зону неблагополучных перевозчиков:

пассажирские перевозки: 50%;

грузовые перевозки 70%.

Таким образом, 50 процентов перевозчиков, занимающих верхнюю часть ранжированного списка в группе пассажирских перевозчиков в соответствии с формулой (9), должны быть отнесены к неблагополучным по показателю «Аварийность».

30 процентов перевозчиков, занимающих верхнюю часть ранжированного списка в группе грузовых перевозчиков в соответствии с формулой (8), должны быть отнесены к неблагополучным по показателю «Аварийность».

Приняты следующие пороговые значения процентилей для показателя «Аварийность», отделяющие зону благополучных перевозчиков:

пассажирские перевозки: 25%;

грузовые перевозки 35%.

Значение процентиля определяет границу, слева от которой находятся зона значений показателя «Аварийность», соответствующих благополучным перевозчикам. Значения данного процентиля выбраны в два раза меньше соответствующего критического значения для неблагополучных перевозчиков.

Таким образом, 25 процентов перевозчиков, занимающих нижнюю часть ранжированного списка в группе пассажирских перевозчиков в соответствии с формулой (8), должны быть отнесены к благополучным по показателю «Аварийность», а 35 процентов перевозчиков, занимающих нижнюю часть ранжированного списка в группе грузовых перевозчиков в соответствии с формулой (6), должны быть отнесены к благополучным по показателю «Аварийность».

Расчет интегрального (комбинированного) рейтинга безопасности перевозчика с использованием метода расстояний

Расчет интегрального (комбинированного) рейтинга безопасности перевозчика позволяет определить его место в анализируемой группе перевозчиков с одновременным учетом полученных расчетных значений показателей «Нарушения правил» и «Аварийность».

Расчет интегрального (комбинированного) показателя рейтинга безопасности перевозчика выполняется с использованием **метода расстояний** [7,8], который позволяет формировать интегральную оценку каждого перевозчика в группе путем объединения значений показателей «Нарушения правил» и «Аварийность».

Для расчета интегрального (комбинированного) рейтинга безопасности перевозчика метод расстояний используется следующим образом:

1) Нормирование значений показателей в вариационных рядах.

Для рядов, составленных из рассчитанных по значениям показателей «Нарушения правил» и «Аварийность» в группе перевозчиков, выполняется нормирование значений членов этих двух рядов, как описано выше. При этом члены каждого ряда имеют значение меньше единицы (кроме последнего).

Таким образом, нормированные значения ряда по первому показателю «Нарушения правил» будут иметь вид:

$$x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1i}, \dots, x_{1n} \quad (11)$$

где x_{1i} – нормированное значение показателя перевозчика, занимающего i -ю позицию в вариационном ряду нормированных показателей «Нарушения правил», $x_{1n}=1$ – нормированное значение перевозчика, занимающего n -ю (последнюю) позицию в ряду нормированных показателей «Нарушения правил».

Нормированные значения вариационного ряда по второму показателю «Аварийность» будут иметь вид:

$$x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2i}, \dots, x_{2n} \quad (12)$$

где x_{2i} – нормированное значение показателя перевозчика, занимающего i -ю позицию в ряду нормированных показателей «Аварийность», $x_{2n}=1$ – нормированное значение показателя перевозчика, занимающего n -ю (последнюю) позицию в ряду нормированных показателей «Аварийность».

Примечание. В общем случае для каждого перевозчика показатели «Нарушения правил» и «Аварийность» будут занимать разные позиции в первом и во втором ряду.

2) Расчет интегрального показателя безопасности перевозчика.

Обозначим для некоторого j -го перевозчика значение нормированных показателей «Нарушение правил» - x_{1j} ; «Аварийность» - x_{2j} .

Тогда значение интегрального показателя для j -го перевозчика (r_j) определится из выражения:

$$r_j = \sqrt{(1 - x_{1j})^2 + (1 - x_{2j})^2}, \quad (13)$$

Значение интегрального показателя будет тем выше, чем дальше (по формуле расстояния) находится нормированное значение каждого показателя этого перевозчика от наихудшего значения нормированного показателя (равного 1).

3) Ранжирование (определение рейтинга) перевозчиков по интегральному показателю.

После расчета интегральных показателей для каждого перевозчика, они ранжируются по данному показателю в порядке возрастания. Большие значения интегрального показателя соответствуют лучшим перевозчикам. Меньшие значения интегрального показателя соответствуют худшим перевозчикам.

Из расчетной формулы (13) следует, что идеальный перевозчик, не имеющее нарушений в отчетном периоде по обоим показателям получит значение интегрального показателя равное $r_j^{ideal} = \sqrt{(1 - 0)^2 + (1 - 0)^2} = \sqrt{2} = 1,41$

Наихудший случай возможен для перевозчика, которое в обоих нормированных рядах оказалось на последнем месте, в этом случае значение интегрального показателя равно $r_j^{worse} = \sqrt{(1 - 1)^2 + (1 - 1)^2} = \sqrt{0} = 0$

Определение благополучных и неблагополучных перевозчиков по интегральному показателю с использованием метода процентилей

Для выявления перевозчиков, неблагополучных по интегральному показателю из группы анализируемых перевозчиков, с целью проведения дополнительной проверки или других превентивных действий для устранения неблагополучной ситуации в данной группе используется метод процентилей.

Первый процентиль отделяет благополучных перевозчиков, значения интегральных показателей которых лежат справа от первого процентиля. Приняты следующие пороговые значения процентиля для интегрального показателя, отделяющие зону благополучных перевозчиков:

пассажирские перевозки: 70%;

грузовые перевозки 50%.

Второй процентиль определяет критическую границу, слева от которой находятся зона значений интегральных показателей, соответствующих неблагополучным перевозчикам. Рекомендуются следующие значения критического процентиля:

Пассажирские перевозки: 35%;

Грузовые перевозки 25%.

Расчет показателя сопровождается присвоением т.н. «цветного рейтинга» интегрального показателя безопасности:

- благополучным с точки зрения интегрального показателя перевозчикам присваивается зеленый рейтинг,
- средним по интегральному показателю перевозчикам присваивается желтый рейтинг,
- неблагополучным с точки зрения интегрального показателя перевозчикам присваивается красный рейтинг.

Проведение контрольно-надзорных мероприятий в отношении перевозчиков

При планировании и проведении контрольно-надзорных мероприятий учитываются результаты присвоения «цветного» рейтинга перевозчику по интегральному показателю безопасности.

Рейтинги безопасности автотранспортных перевозчиков представляют собой рабочий инструментальный контрольно-надзорных органов, главной задачей которого является соответствие требованиям обеспечения безопасности дорожного движения в ходе перевозок. Расширение доступа контрольно-надзорных органов к аналитике и показателям безопасности компаний направлено на безусловное и эффективное исполнение законодательства Российской Федерации в области автомобильного транспорта. Это имеет первостепенное значение для повышения безопасности дорожного движения, улучшения условий труда водителей и их социальной защиты, а также обеспечения справедливой конкуренции между коммерческими перевозчиками.

Литература и источники информации

1. Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ (ред. от 29.11.2021) «О безопасности дорожного движения».
2. «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 - 2024 годы» (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 08.01.2018 № 1-р).
3. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 9 месяцев 2021 года. Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2021, 39 с.
4. Safety Measurement System (США). - [Электронный ресурс]. // URL: [Safety Measurement System - Overview \(U.S. DOT# 121018\)](#).
5. Operator Rating System. New Zealand Transport Agency, 2013.
6. Основы организации научно-исследовательской работы в области телематики на автомобильном транспорте / В.М. Власов, В.Н. Богумил, Д.Б. Ефименко, И.В. Конин. – М.: МАДИ, 2015. – 112 с.
7. Каплан Роберт С., Нортон Дейвид П. Организация, ориентированная на стратегию / Пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003, 416 с.
8. Ольве Нильс-Горан, Рой Жан, Веттер Магнус. Оценка эффективности деятельности компании. Практическое руководство по использованию сбалансированной системы показателей / Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильяме», 2004. 304 с.

Организация и планирование работы пассажирского транспорта общего пользования в условиях пандемии COVID-19: отечественный и зарубежный опыт

* * *

Organization and planning of the work of public passenger transport in conditions of the COVID-19 pandemic: domestic and foreign experience

Белогребень А.А., канд. экон. наук, доцент

Белогребень Антон Александрович, канд. экон. наук, доцент. Заведующий научно-исследовательским отделом «Экономика транспорта» ОАО «НИИАТ». E-mail: abelogreben@niiat.ru. Адрес: Россия, 125480, Москва, Героев Панфиловцев ул., д.24.

Belogreben Anton Aleksandrovich, Ph.D, associate professor. Head of Research Department «Transport economics» of Open Joint-Stock Company «NIIAT». E-mail: belogreben@niiat.ru. Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24. 125480, Moscow, Russia

Аннотация

В статье рассмотрены последствия пандемии COVID-19 на работу пассажирского транспорта общего пользования в России и за рубежом. Отмечены основные меры стимулирования спроса на услуги пассажирского транспорта и виды планирования его работы в условиях ограничений.

Ключевые слова: пассажирский транспорт, перевозка пассажиров, пандемия, планирование работы пассажирского транспорта.

Abstract

The article discusses the consequences of the COVID-19 pandemic on the operation of public passenger transport in Russia and abroad. The main measures to stimulate the demand for passenger transport services and the types of planning of its work in conditions of restrictions are noted.

Keywords: passenger transport, passenger transportation, pandemic, passenger transport planning.

Пандемия COVID-19 внесла серьезные коррективы в мировую экономику в целом и в сферу пассажирских перевозок в частности. Так, согласно данным Международного союза автомобильного транспорта потери только грузового транспорта во всем мире превысили 550 млрд. евро, а влияние кризиса на пассажирский транспорт втрое сильнее. Только европейские пассажирские перевозчики оценили свои потери в 81 млрд. евро или 57% годовой выручки. Больше всего пострадали перевозчики в сфере автобусного туризма (-82%) и междугородных перевозок (-70%), за которыми следуют компании такси (-60%) и городские автобусные перевозки (-42%)⁵ (рис.1).

Во многих крупных городах мира наблюдается сокращение количества поездок с начала пандемии, в том числе более чем на 90%. По состоянию на конец августа 2020 года наполняемость общественного транспорта повысилась, но при этом составляет в Нью-Йорке 24%, в Мехико – 24%, в Москве – 80%, в Париже – 61%, в Риме – 42%, в Сеуле – 28%, в Токио – 11%⁶.

⁵<https://www.iru.org/ru/%D0%A0%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D1%8B/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8/poteri-transporta-stavyat-pod-ugrozu-vosstanovlenie-mirovoy-ekonomiki>

⁶ Дайджест. Транспортная сфера в контексте COVID-19. Счетная палата РФ. 2020. Режим доступа: <https://ach.gov.ru/upload/pdf/Covid-19-transport.pdf>

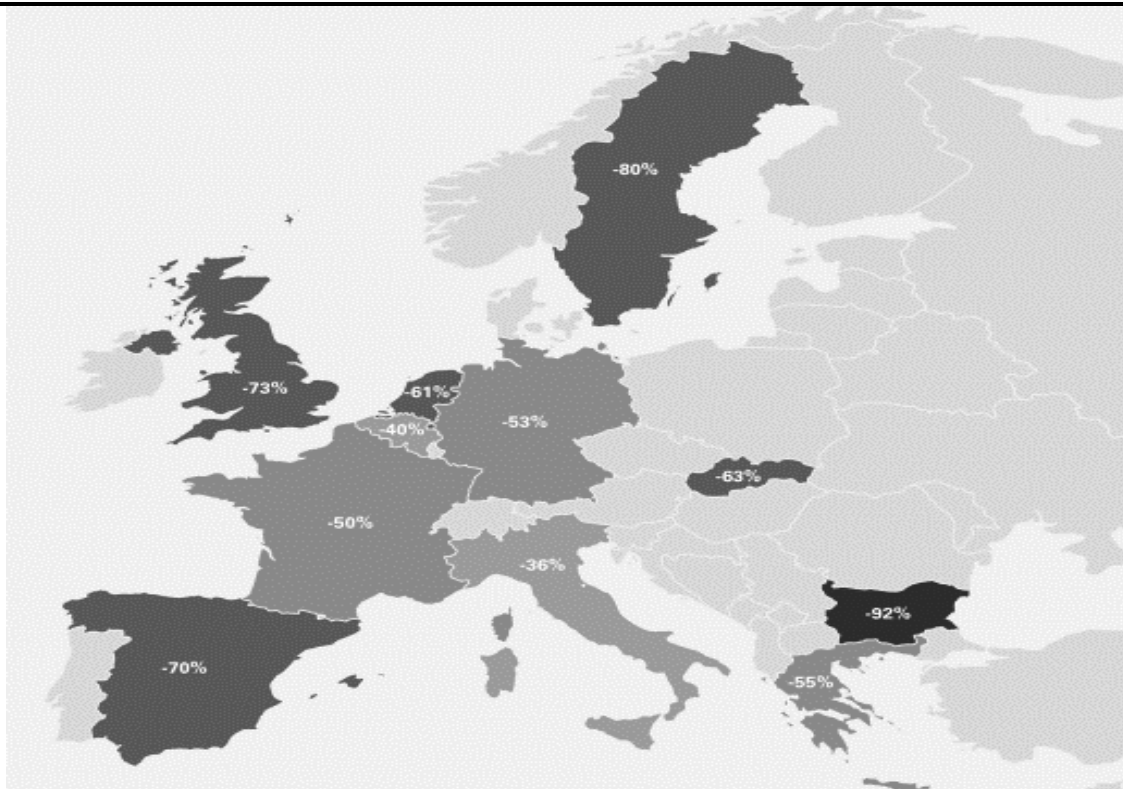


Рис.1. Картограмма сокращения объемов перевозок пассажиров в странах Европы. Источник: IRU

По материалам аналитического обзора InfraOne Research⁷ потери в транспортном секторе в результате COVID-19 существенны, особенно это касается авиационного транспорта, а также различных видов пассажирского транспорта общего пользования (рис. 2).

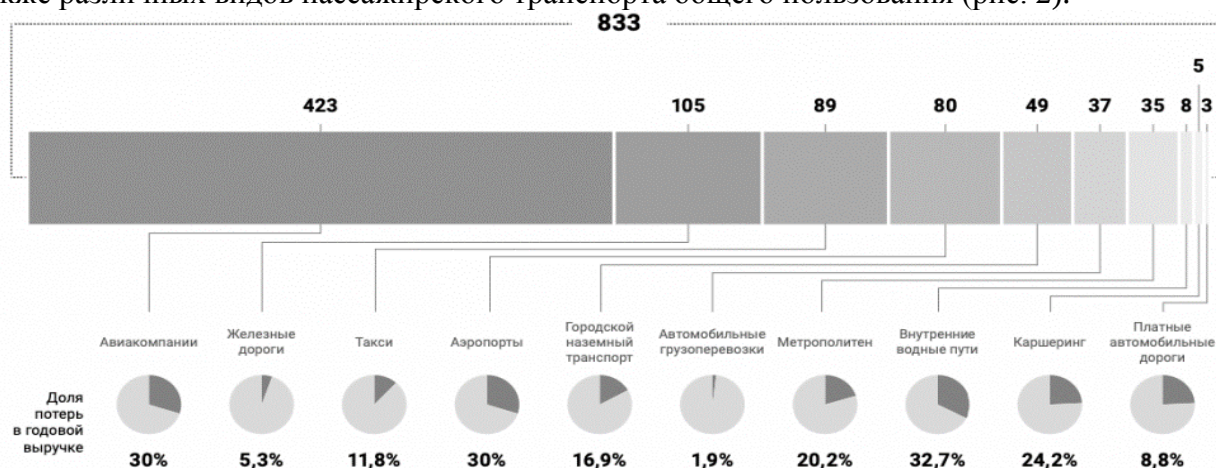


Рис. 2. Распределение потерь в транспортной инфраструктуре в результате COVID-19. Источник: InfraOne Research

Влияние пандемии сказалось на общественном транспорте и в США, в результате чего резко выросли продажи легковых автомобилей в связи с тем, что собственный автомобиль стал восприниматься как единственный безопасный способ передвижения. Об этом свидетельствуют данные опросов, проводимые Центром будущей мобильности McKinsey до и после пандемии (рис. 3). По данным New York Times за 2020 году в штате Нью-Йорк зарегистрировано на 18% больше новых автомобилей, чем в прошлом году. По данным IHS Markit, за весь 2020 год в Нью-Йорке было зарегистрировано почти 900 000 новых автомобилей. По состоянию на май 2021 года было

⁷ https://infraone.ru/sites/default/files/analitika/2020/scenarii_poteri_i_vostanovleniya_otrasli_infraone_research.pdf

зарегистрировано еще 437 548 автомобилей, что составляет почти 7,5% от общего числа зарегистрированных новых автомобилей в стране в этом году. Несмотря на удаленную работу и закрытые офисы, количество пройденных миль на дорогах Нью-Йорка увеличивается. В марте 2021 года оно выросло почти на 2% по сравнению с февралем 2020-го и на 20% по сравнению с мартом того же года. Примерно такая же картина характерна для 37 штатов. Рост пользования личным автотранспортом наблюдался не только в США, но и в других развитых странах, отмечался рост автомобилизации, при этом ограниченный снижением объемов производства из-за приостановки деятельности заводов.

Для развивающихся стран напротив пандемия сопровождалась резким спадом объемов перевозок пассажиром транспортом общего пользования. В ряде стран, например, Индии сокращение составило 90% и более.



Рис. 3. Основные предпочтения (причины) выбора вида транспорта по агрегированным данным Центра будущей мобильности McKinsey для Китая, Франции, Германии, Италии, Великобритании, США и Японии

В Российской Федерации также наблюдался спад объемов перевозок как на автомобильном, так и на наземном городском электрическом транспорте. На основе анкетирования перевозчиков, выполненного ОАО «НИИАТ» в рамках государственного контракта на выполнении научно-исследовательской работы по заказу Минтранса России, были получены данные о снижении объемов перевозок пассажиров в городах (табл. 1). Снижение объемов перевозок в отдельных городах составило до 40%, особенный спад наблюдался в метрополитене. Однако, стоит отметить метрополитен Казани, снижение объемов перевозок для которого составило всего 9%, что является самым низким показателем среди всех городов России и всех видов пассажирского транспорта.

Таблица 1

Динамика объемов перевозок пассажиров ГЭТ в 2018-2020 гг.

Город	Вид транспорта	Объём перевозок пассажиров, тыс. пасс.			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Снижение 2020/2019, %
Волгоград	Трамвайный	35 370	31 103	20 484	34%
Липецк	Трамвайный	3 860	3 778	2 937	22%
Уфа	Трамвайный	10 450	10 297	7 213	30%
	Троллейбусный	7 635	8 690	6 703	23%
Улан-Удэ	Трамвайный	13 498	15 160	12 919	15%

Волжский	Трамвайный	5 713	4 222	3 364	20%
Череповец	Трамвайный	8 098	8 563	6 941	19%
Ангарск	Трамвайный	2 280	2 403	1 854	23%
Иркутск	Трамвайный	8 075	6 844	5 178	24%
Усолье-Сибирское	Трамвайный	18 572	18 872	14 007	26%
Краснодар	Трамвайный	76 391	74 078	50 669	32%
Красноярск	Трамвайный	4 822	5 565	4 235	24%
Курск	Трамвайный	6 553	5 585	3 631	35%
	Троллейбусный	8 995	8 149	5 570	32%
Москва	Метрополитен	2 500 414	2 559 597	1 618 168	37%
	Трамвайный	219 409	212 049	134 194	37%
Коломна	Трамвайный	19 794	19 149	12 723	34%
Нижний Новгород	Трамвайный	26 190	25 746	17 827	31%
	Метрополитен	29 586	30 408	18 710	38%
Новосибирск	Трамвайный	22 750	22 097	17 159	22%
	Троллейбусный	50 876	48 914	34 834	29%
	Метрополитен	83 093	84 482	58 117	31%
Омск	Трамвайный	9 281	8 641	6 091	30%
	Троллейбусный	14 203	14 774	10 522	29%
Оренбург	Трамвайный	21 040	17 634	15 035	15%
	Троллейбусный	4 660	3 473	2 506	28%
Орел	Трамвайный	7 149	6 145	4 701	23%
Ростов-на-Дону	Трамвайный	8 121	6 595	4 904	26%
Самара	Трамвайный	63 764	61 696	44 925	27%
	Троллейбусный	19 394	18 300	14 233	22%
	Метрополитен	13 758	13 124	8 785	33%
Санкт-Петербург	Трамвайный	160 504	165 135	110 580	33%
	Метрополитен	743 193	762 316	495 306	35%
Екатеринбург	Трамвайный	78 494	79 015	53 874	32%
	Метрополитен	47 933	45 864	27 595	40%
Нижний Тагил	Трамвайный	10 896	11 118	8 687	22%

Смоленск	Трамвайный	10 982	9 719	4 957	49%
	Троллейбусный	4 836	5 612	4 372	22%
Пятигорск	Трамвайный	12 617	11 588	7 240	38%
Набережные Челны	Трамвайный	19 390	19 590	15 731	20%
Нижекамск	Трамвайный	10 236	9 949	7 755	22%
Томск	Трамвайный	6 733	5 769	3 853	33%
Ижевск	Трамвайный	43 029	43 366	34 628	20%
Ярославль	Трамвайный	10 110	10 040	7 436	26%
Казань	Трамвайный	15 407	15 551	11 846	24%
	Метрополитен	27 956	23 625	21 484	9%

Число поездок на автобусном транспорте сократилось в целом по России на 25,8% или на 2,63 млрд. поездок.

Особо пострадали при этом перевозчики частной формы собственности, так как на них не распространялись меры государственной поддержки. Вместе с тем, именно организаций частной формы собственности на рынке городского и пригородного автобусного транспорта наиболее количество, они составляют по данным Федеральной службы государственной статистики около 80%. Аналогичные проблемы с покрытием затрат имеются и за рубежом. Опросы показали, что у 90% всех пассажирских операторов расходы, связанные с новыми санитарно-гигиеническими требованиями, увеличились, вплоть до 7 раз.

В целом, все мероприятия, которые были направлены на минимизацию риска заражения на ПТОП можно объединить в две группы:

- направленные на минимизацию рисков заражения;
- направленные на корректировку транспортных операций (табл. 2).

Таблица 2

Мероприятия по минимизации риска заражения на ПТОП

Минимизация рисков заражения	Корректировка транспортных операций
Дезинфекция. Поставщики общественного транспорта внедрили эффективные и частые процедуры очистки для дезинфекции подвижного состава и помещений, от офисов до складов, остановок и станций. Многие также предоставляют дезинфицирующие средства для рук и портативные моющие средства для рук как для пользователей, так и для рабочих.	Корректировка услуг: резкое снижение пассажиропотока требует быстрой корректировки графиков обслуживания (частоты, времени работы, количества маршрутов), чтобы обеспечить возможность сокращения предложения услуг там, где это менее важно, при одновременном укреплении критически важных услуг для минимизации переполненности.

Особо острым стоит вопрос планирования работы ПТОП в условиях так называемой новой «нормальности». В условиях резкого сокращения пассажиропотока, правительственных постановлений и опасений в области общественного здравоохранения поставщики услуг общественного транспорта во всем мире прибегли к ограничению продолжительности обслуживания, отмене некоторых услуг и закрытию отдельных станций для адаптации своей деятельности.

Физическое дистанцирование: сюда входят практические шаги по ограничению узких мест на турникетах и платформах для посадки, а также защита водителей и рабочих станции экранами или щитами.	Улучшенная связь для поставщиков медицинских услуг и других основных работников: несколько систем добавили или изменили услуги для быстрого перемещения медицинских работников к медицинским центрам (например, выделенные автобусы-шаттлы между транзитными станциями и больницами).
Связь: например, операторы разместили в своих сетях знаки, препятствующие ненужным поездкам, наклеили на полу наклейки, чтобы обозначить достаточное расстояние, и отображали информацию о том, как получить доступ к медицинской помощи.	Переключение пассажирского движения с общественного транспорта на другие виды транспорта: в попытке ограничить использование общественного транспорта во время пандемии некоторые города разработали безопасные и доступные альтернативы, такие, например, как бесплатное пользование велопрокатом.
Технология отслеживания контактов: некоторые транспортные системы полагаются на цифровые платформы, чтобы помочь найти потенциально заразных людей и тех, кто контактирует с ними. В метро Пекина создана система онлайн-бронирования перед поездкой и добровольной регистрации на борту с помощью QR-кодов/	

Например, в Лондоне приостановлена работа ночного метро и закрыто 40 станций метро, которые не пересекаются с другими линиями. Аналогичным образом, Управление транспорта столичного округа Вашингтон закрыло 19 станций метро (из 91), сократило частоту обслуживания с 10 поездов в час до 3-4 поездов в час в часы пик и ограничило работу ежедневных служб метро до 9 вечера. В Риме и Неаполе службы работают с пониженной частотой и закрываются рано в 9 и 8 вечера соответственно.

В Бельгии, Португалии, Словакии и Словении было изменено расписание движения городского общественного транспорта: оно было рационализировано (к примеру, транспорт был запущен в режиме выходных и праздничных дней) либо ограничено.

В Ирландии и Италии было пересмотрено расписание движения междугородных пассажирских поездов и автобусов. С марта 2020 года количество междугородных и пригородных перевозок в районе Дублина было сокращено до 45–65% от нормы. Курсировали поезда с максимальным количеством вагонов, чтобы облегчить физическое дистанцирование.

В целях планирования работы ПТОП в условиях пандемии необходимо ответить на 3 ключевых вопроса:

1. Каковы последствия пандемического кризиса и, в частности, соответствующих правил санитарного дистанцирования для планирования и моделирования общественного транспорта?

2. Каковы основные методы планирования общественного транспорта на стратегическом, тактическом и оперативном уровнях и какие из них могут быть или уже были адаптированы с учетом правил дистанцирования?

3. Какие исследования для планирования и моделирования работы общественного транспорта должны быть проведены в ближайшее время?

Планирование должно охватывать три уровня – оперативное, тактическое и стратегическое. На оперативном уровне должно осуществляться управление потоками пассажиров на остановочных пунктах и станциях. Тактическое планирование направлено на изменение графиков движения транспортных средств. Стратегическое планирование заключается в проектировании всей сети ПТОП в условиях пандемии. Характеристика всех трех видов планирования, а также примеры научных исследований, которые посвящены соответствующим вопросам и могут помочь органам власти представлены в табл. 3:

Планирование работы ПТОП в условиях ограничений

Вид планирования	Сущность	Влияние COVID	Примеры исследований, посвященных решению задачи
Стратегическое	Проектирование сети общественного транспорта (определение маршрутов и станций)	Поскольку речь не идет о проектировании новых маршрутов, то стратегическое планирование сводится к определению остановок/станции, которые могут быть закрыты или остановка транспортных средств по которым осуществляется с иной периодичностью.	Jamili, A., & Aghaee, M. P. Надежные схемы пропуска остановок в городских железнодорожных операциях в условиях изменения ситуации с движением. Gkiotsalitis, K. Надежная остановка на этапе тактического планирования с эволюционной оптимизацией. Chen, J., Liu, Z., Zhu, S., & Wang, W. Проектирование автобусного сообщения с ограниченными остановками с ограничением пропускной способности и стохастическим временем в пути
Тактическое	Определение частоты обслуживания маршрутов, изменение расписаний и графиков движения транспортных средств, сокращение общей продолжительности работы на маршруте	Определение оптимальной частоты обслуживания в качестве компромисса между общими затратами на пассажиров (например, время ожидания) и эксплуатационными расходами (например, количество транспортных средств и общий пробег).	Gkiotsalitis, K., Wu, Z., & Cats, O. Модель минимизации затрат для распределения автобусного парка, включающая тактическую генерацию вариантов коротких поворотов и промежуточных линий. Verbas, IÖ, & Mahmassani, H. S. Изучение компромиссов в распределении частот в транзитной сети с использованием схем автобусных маршрутов: методология и применение к крупномасштабным городским системам. Cortés, C. E., Jara-Díaz, S., & Tirachini, A. Интеграция коротких поворотов и тупикового движения в оптимизацию транзитных услуг.
Оперативное	Управление потоком пассажиров на станции/остановке исходя из ограниченной пропускной способности системы/линии (предварительные 30-минутные интервальные резервирования для входа на станцию), пропуск остановок при наполнении транспортного средства, контроль скорости для удержания транспортных средств	Ограничение скопления пассажиров в салонах ТС и в объектах инфраструктуры исходя из установленных Правительствами норм санитарного дистанцирования.	Hickman, M. D. Аналитическая стохастическая модель для задачи удержания транзитного транспортного средства. Sun, A., & Hickman, M. Проблема пропуска остановок в реальном времени. Li, Z., & Hensher, D. A. Скученность в общественном транспорте: обзор объективных и субъективных показателей.

Планирование работы ПТОП в условиях ограничений, пожалуй, является лучшей возможностью передачи накопленного опыта в сфере исследований транспортной подвижности и организации работы пассажирского транспорта для практического применения.

Столкнувшись с проблемой снижения транспортного спроса города по всему миру используют три основных способа его восстановления и стимулирования:

-
1. Развитие и интеграция микротранзита по требованиям в систему ПТОП. Микротранзит по требованию (Microtransit-On-Demand – MOD) представляет собой гибкую схему для решения проблем «первой/последней мили». Суть MOD заключается в том, что люди, проживающие на значительном отдалении от остановок общественного транспорта, могут забронировать место в подъездном микроавтобусе на конкретное время. Микроавтобус малой вместимости (до 20 человек) подберёт пассажира прямо рядом с домом. Процесс бронирования координируется в приложении.
 2. Развитие гибких форм проездных билетов и тарифов на ПТОП (с учетом частично дистанционной работы).
 3. Проведение исследований по классификации пользователей общественного транспорта по паттернам передвижения, и рекомендации по формированию адресных мер удержания.

Литература и источники информации

1. <https://www.iru.org/ru>
2. Jamili, A., & Aghaee, M.P. Robust stop-skipping patterns in urban railway operations under traffic alteration situation. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 61, pp. 63–74.
3. K Gkiotsalitis, Z Wu, O Cats - *Transportation Research Part C: Emerging*, 2019, Vol. 98, pp. 14–36.
4. Cortés, C. E., Jara-Díaz, S., & Tirachini, A. Planning the departure of vacant transit vehicles to the median stops in a single line. *Transportation Research Procedia*. Volume 25, 2017, Pages 1317-1326.
5. A. Sun and M. Hickman, The Real-Time Stop-Skipping Problem, *Journal of Intelligent. Transportation Systems*, Vol. 9, No. 2, pp. 91-109, 2005.
6. Li, Zheng & Hensher, David A. 2013. Crowding in Public Transport: A Review of Objective and Subjective Measures. *Journal of Public Transportation*, 16 (2): 107-134.
7. <https://www.smartcitiesdive.com/news/the-pandemic-changed-car-ownership-how-can-cities-adapt/604497/>
8. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01441647.2020.1857886>
9. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965856421001932?dgcid=rss_sd_all

Некоторые экономические аспекты функционирования метрополитена и трамвайного транспорта (по данным анкетирования перевозчиков)

* * *

Some economic aspects of the functioning of the subway and tram transport (according to the survey of carriers)

Трякин К.В.

Трякин Кирилл Владимирович, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела «Экономика транспорта» ОАО «НИИАТ». E-mail: kirill_tryakin@mail.ru. Россия, 125480, Москва, Героев Панфиловцев ул., д.24.

Tryakin Kirill Vladimirovich, Senior Researcher, Research Department "Economics of Transport", JSC "NI-IAT". E-mail: kirill_tryakin@mail.ru. Russia, 125480, Moscow, Heroes Panfilovtsev st., 24.

Аннотация

На примере перевозчиков ряда городов Российской Федерации рассмотрены взаимозависимости некоторых эксплуатационных и экономических параметров трамвайного транспорта и метрополитена.

Abstract

On the example of carriers in a number of cities of the Russian Federation, the interdependencies of some operational and economic parameters of tram transport and the subway are considered.

Ключевые слова: метрополитен, объём перевозок, пробег, производительность труда, себестоимость, статьи расходов, трамвайный транспорт.

Keywords: subway, traffic volume, mileage, labor productivity, prime cost, expense items, tram transport.

В 2020 году, в рамках проведения НИОКР по государственному контракту с Минтрансом России, с целями изучения состояния трамвайного транспорта и метрополитена, было проведено анкетирование перевозчиков метрополитеном и трамвайным транспортом, осуществляющих свою деятельность на территории Российской Федерации. Представленный анализ характеризует 2019 год - последний предпандемийный год, характеризовавшийся стабильными условиями работы с точки зрения пассажиропотоков и доходов от сбора платы за проезд.

Метрополитен

Данные по работе метрополитенов были предоставлены всеми действующими предприятиями метрополитена, функционирующими в Российской Федерации. К сожалению, не все предприятия метрополитена смогли предоставить полную номенклатуру требуемых данных, отчего на рассматриваемых ниже диаграммах данные отдельных городов по некоторым показателям будут отсутствовать.

На рис. 1 приведены наиболее общие характеристики систем метрополитенов российских городов, представленные объемом перевозок пассажиров и парком вагонов метрополитена. Из рисунка видно, что метрополитены российских городов различаются по мощности на порядки. Наиболее значительными системами являются системы Москвы и Санкт-Петербурга, метрополитены других городов, по сравнению с перечисленными двумя, можно охарактеризовать как крайне малоразвитые.

На рис. 2 представлены удельные стоимостные показатели функционирования метрополитенов, характеризующиеся себестоимостью 1 км пробега вагонов метро и себестоимостью перевозки 1 пассажира. Метрополитены городов расположены в порядке убывания себестоимости перевозки 1 пассажира. Значение этого показателя изменяется в диапазоне, характери-

зуюмом почти трёхкратным соотношением максимального и минимального значений. Диапазон изменения стоимости 1 км пробега вагонов метро несколько уже, соотношение максимального и минимального значений составляет чуть менее 2. Корреляция между этими показателями не велика, причинами этого является существенное различие влияющих показателей, таких, как средняя дальность перевозки одного пассажира (для четырёх предприятий, представивших соответствующие данные, она изменяется в диапазоне от 6,2 до 14,8 км), коэффициент наполнения вагонов (от 0,08 до 0,21), и иных, включая эксплуатационные, характеризующие интенсивность использования подвижного состава и путевого хозяйства, и местные ценовые.

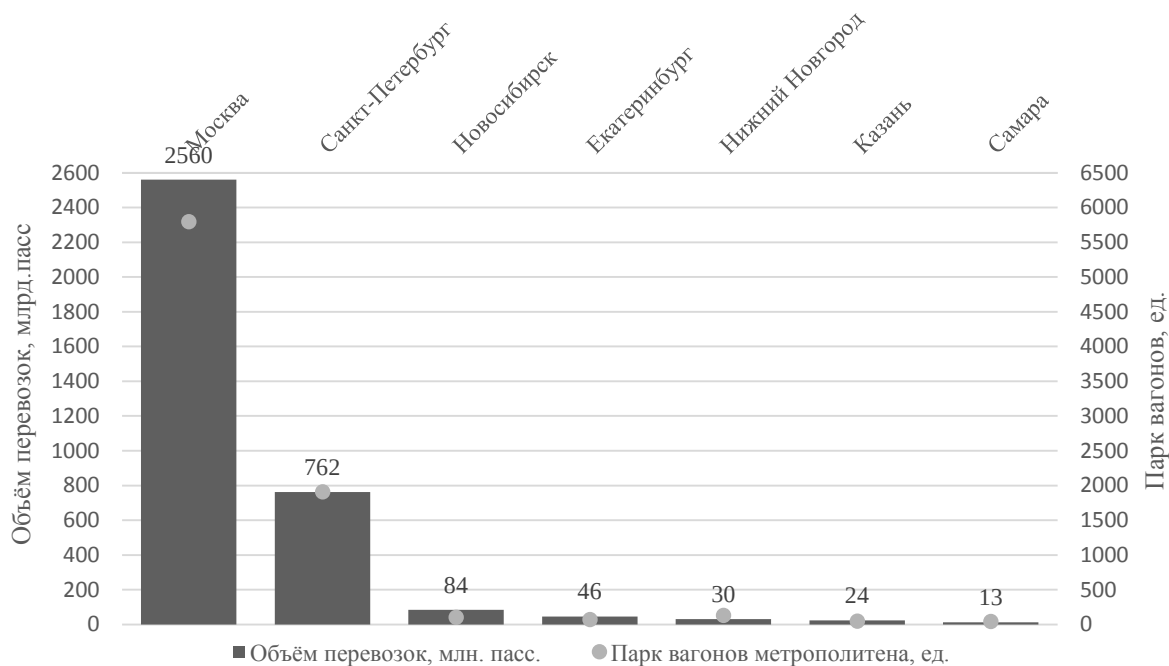


Рис. 1. Объём перевозок пассажиров и численность парка вагонов метрополитена российских городов

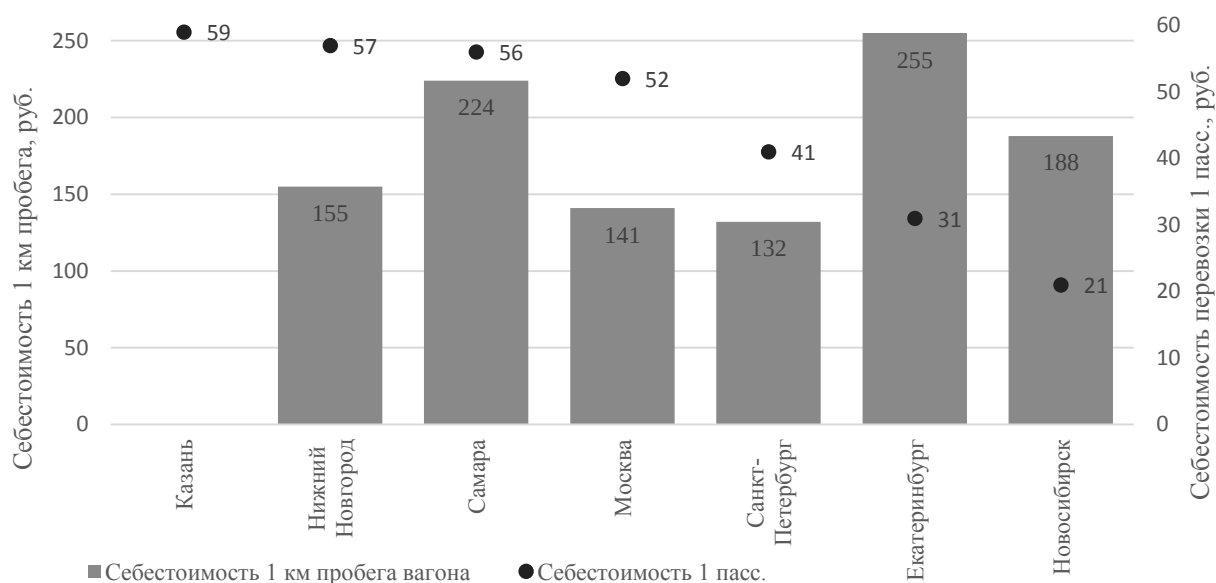


Рис. 2. Себестоимость 1 км пробега вагона метрополитена, себестоимость перевозки метрополитеном 1 пассажира

Показатели, характеризующие интенсивность использования подвижного состава и путевого хозяйства - среднегодовые пробеги одного вагона метрополитена и среднегодовые пробеги вагона в расчёте на 1 км пути - представлены на рис. 3. Последний показатель характеризует интенсивность использования путевого и тоннельного хозяйства, и, по сути, представляет собой среднее число рейсов, совершённое одним вагоном метрополитена, приходящееся на любую точку путей, за рассматриваемый период времени.

Соотношение максимального и минимального значений среднегодового пробега одного вагона метрополитена составляет 2,25, наилучшие значения характерны для метрополитенов Москвы и Санкт-Петербурга. Соотношение максимального и минимального значений среднегодовых пробегов вагона в расчёте на 1 км пути превышает восьмикратное значение, что свидетельствует о крайне неэффективном использовании провозных возможностей путевого и тоннельного хозяйства в городах с низким значением этого показателя.

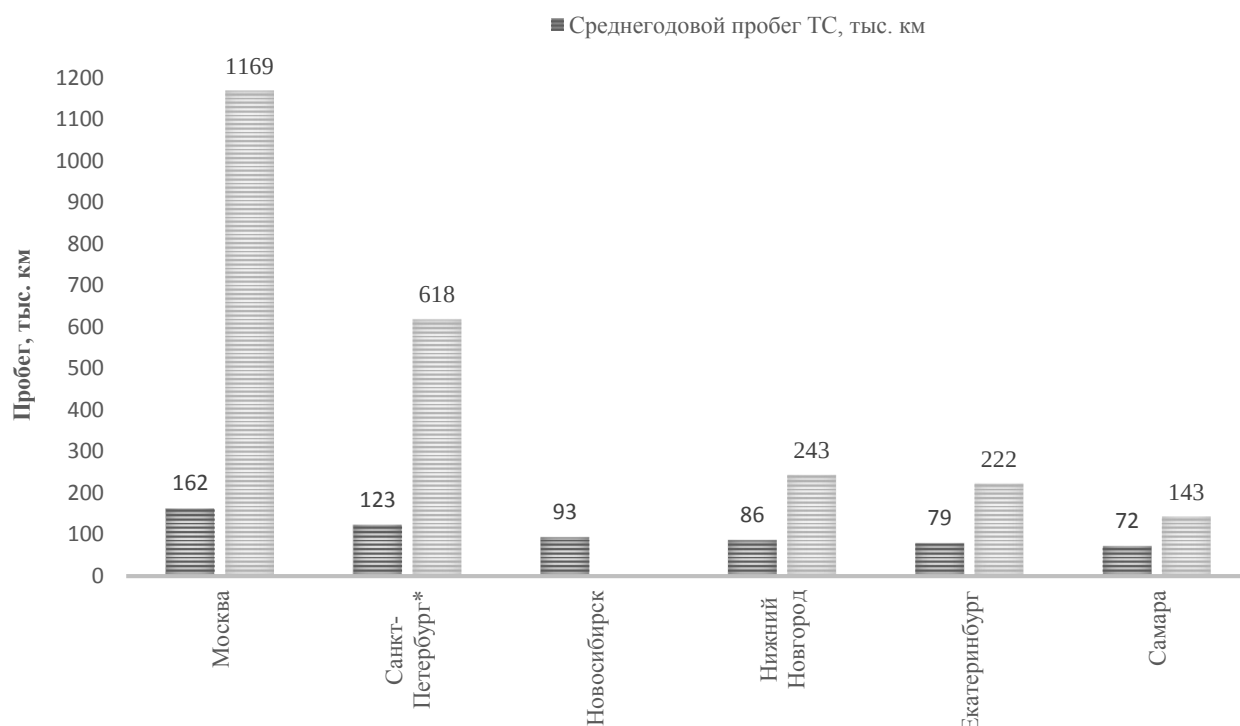


Рис. 3. Среднегодовые пробеги одного вагона метрополитена и среднегодовые пробеги вагона в расчёте на 1 км пути, используемого для перевозки пассажиров

Увеличение интенсивности эксплуатации вагонов метрополитена за счёт повышения среднегодовых пробегов приводит к снижению себестоимости в расчёте на 1 км пробега (рис. 4). Основным обуславливающим фактором является повышение производительности труда, выраженное в среднегодовом пробеге, приходящемся на 1 занятого в соответствующих системах метрополитена. Анализируя стоимостный показатель, следует учитывать, что две крайние правые точки относятся к городам Москва и Санкт-Петербург, характеризующиеся значительно более высоким уровнем оплаты труда, нежели другие города, отчего себестоимость пробега на диаграмме снижается менее интенсивно, чем возрастает производительность труда. Из этого можно сделать вывод, что повышение среднегодовых пробегов вагонов в других городах приведёт к более значительному снижению себестоимости пробега вагона.

На рис. 5 представлены взаимосвязи некоторых статей расходов - заработной платы и расходов на электроэнергию - от среднегодового пробега вагона. Видно, что, по мере увеличения пробега, доля в себестоимости перевозок общего фонда оплаты труда снижается при некотором росте фонда оплаты труда машинистов электропоездов. Также, не значительно увеличивается доля расходов на электроэнергию. Вообще, сравнительно с практикой автомобильного и наземного городского электротранспорта, обращает на себя высокая доля

расходов на оплату труда в себестоимости перевозок метрополитеном при относительно небольших расходах на оплату труда машинистов подвижного состава. Это объясняется значительными расходами на содержание персонала, обслуживающего сооружения и механизмы метрополитена - тоннели, станции, пути, эскалаторы и др., а также работников, занятых организацией движения подвижного состава - диспетчеров и пр.

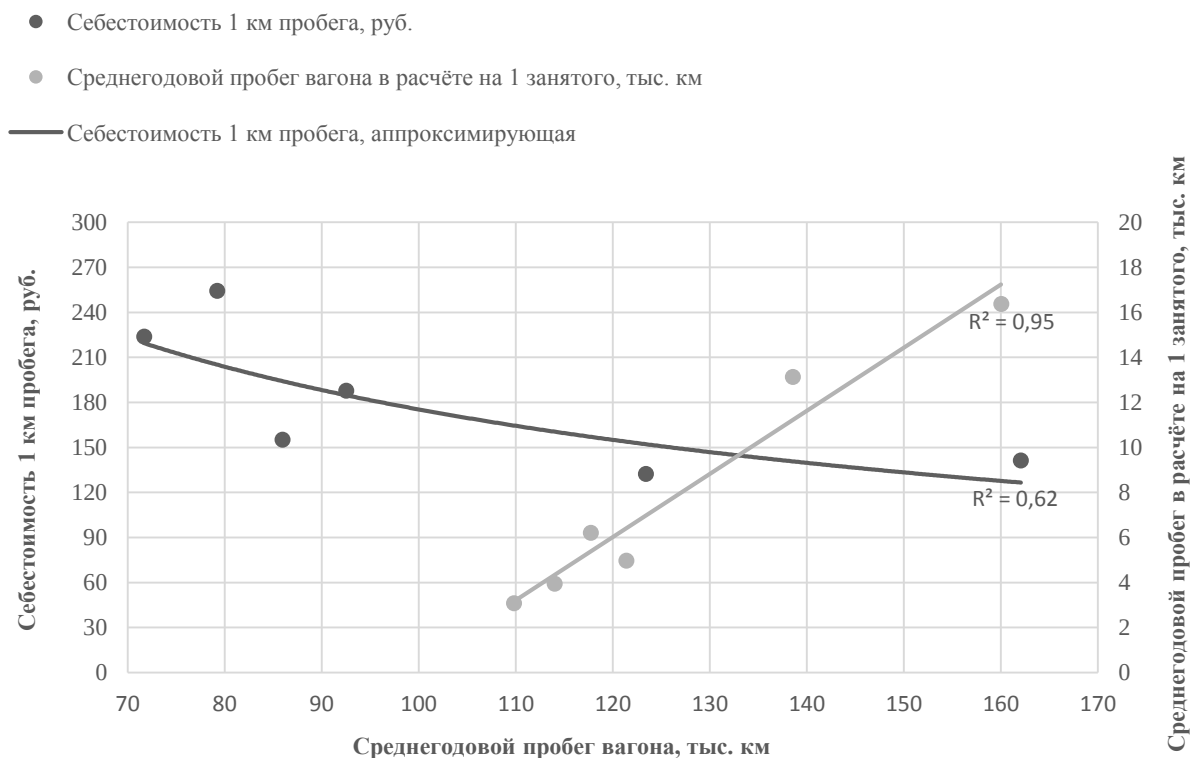


Рис. 4. Зависимость себестоимости 1 км пробега вагона метрополитена и производительности труда работников метрополитена от среднегодового пробега вагона

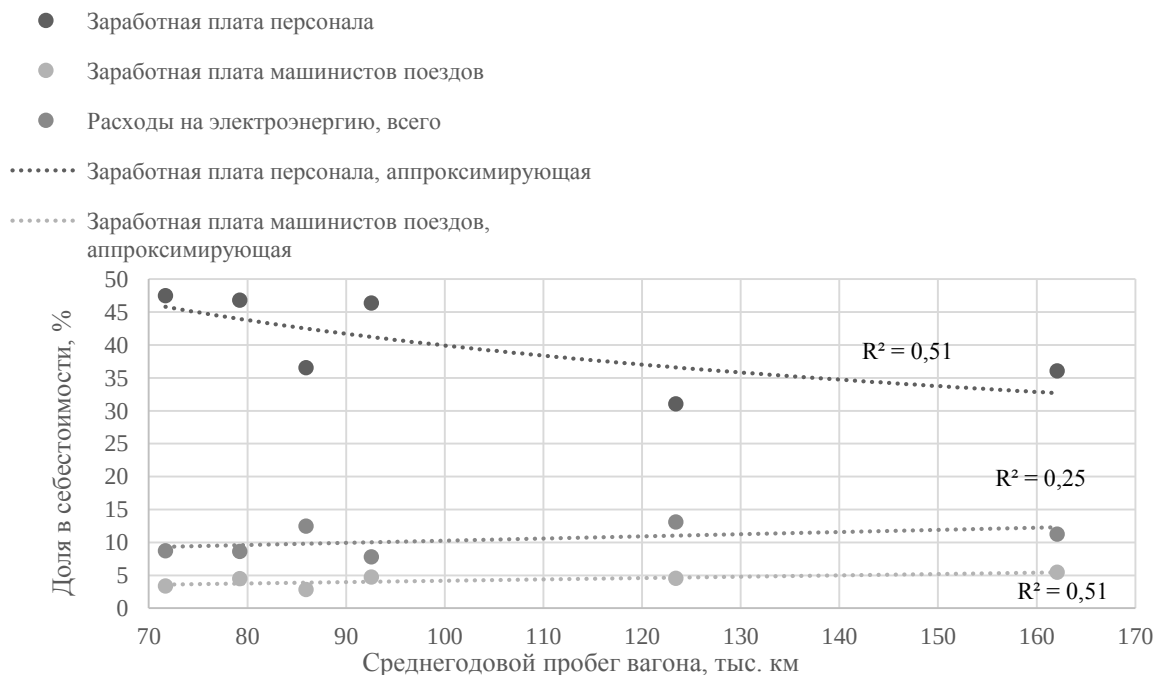


Рис. 5. Зависимость удельного веса в себестоимости перевозок метрополитеном фонда оплаты труда персонала метрополитена и расходов на электроэнергию от среднегодового пробега вагона

Следует обратить внимание, что, по мере увеличения среднегодового пробега вагона, заметно снижается соотношение расхода электроэнергии на различные вспомогательные нужды (освещение, вентиляцию, откачку воды и т.д. - рисунок 6) к расходу электроэнергии на движение поездов. При малых пробегах на эти нужды может расходоваться более 130 % электроэнергии, а при значительных пробегах - не более 50 % электроэнергии, потребляемой на движение.

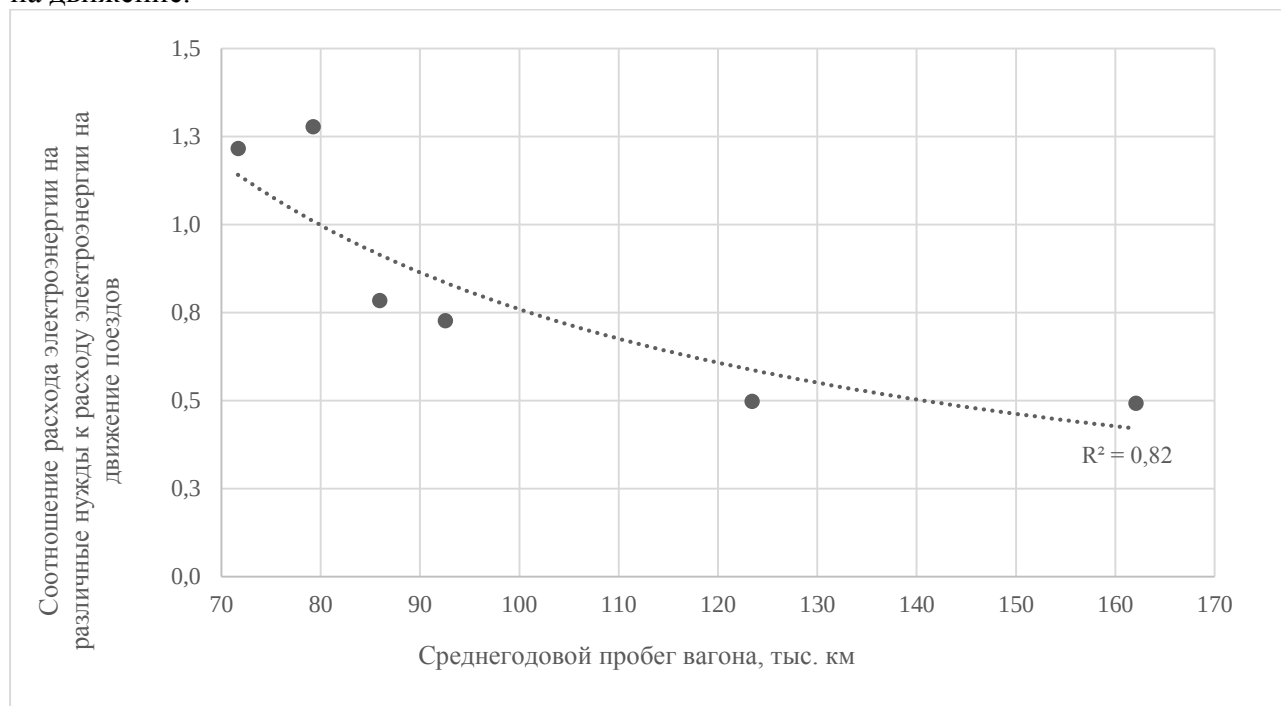


Рис. 6. Соотношение расхода электроэнергии на вспомогательные нужды метрополитена к расходу электроэнергии на движение поездов в зависимости от среднегодового пробега вагона

На рис. 7 приведена общая структура расхода электроэнергии для двух предприятий метрополитена, существенно различающихся среднегодовыми пробегами вагонов. Видно, что, при малых пробегах, на освещение станций и тоннелей расходуется до трети энергии, потребляемой на движение поездов; на работу эскалаторов расходуется более 20 % электроэнергии, потребляемой на движение; аналогично ситуация складывается с потреблением электроэнергии на отопление.

Ставя целью повышение интенсивности использования подвижного состава метрополитена, а также его инфраструктурной части - путевого и тоннельного, станционного хозяйства, путём повышения пробегов вагонов, следует иметь в виду, что это приведёт к общему увеличению расходов на перевозки за счёт пропорционального пробегу увеличения переменных расходов. В то же время, как видно из рис. 8, в настоящее время за счёт сбора платы за проезд возмещается от 34 % до 91 % себестоимости перевозок, причём менее 50% себестоимости возмещается более, чем в половине метрополитенов России. В трёх случаях, характерных для метрополитенов с низкими среднегодовыми пробегами вагонов, доходов от сбора платы за проезд в сумме с бюджетным финансированием вообще недостаточно для возмещения эксплуатационных расходов. Существенное повышение среднегодовых пробегов при неизменных доходах от сбора платы за проезд и бюджетном финансировании приведёт к заметному ухудшению финансового состояния метрополитенов.

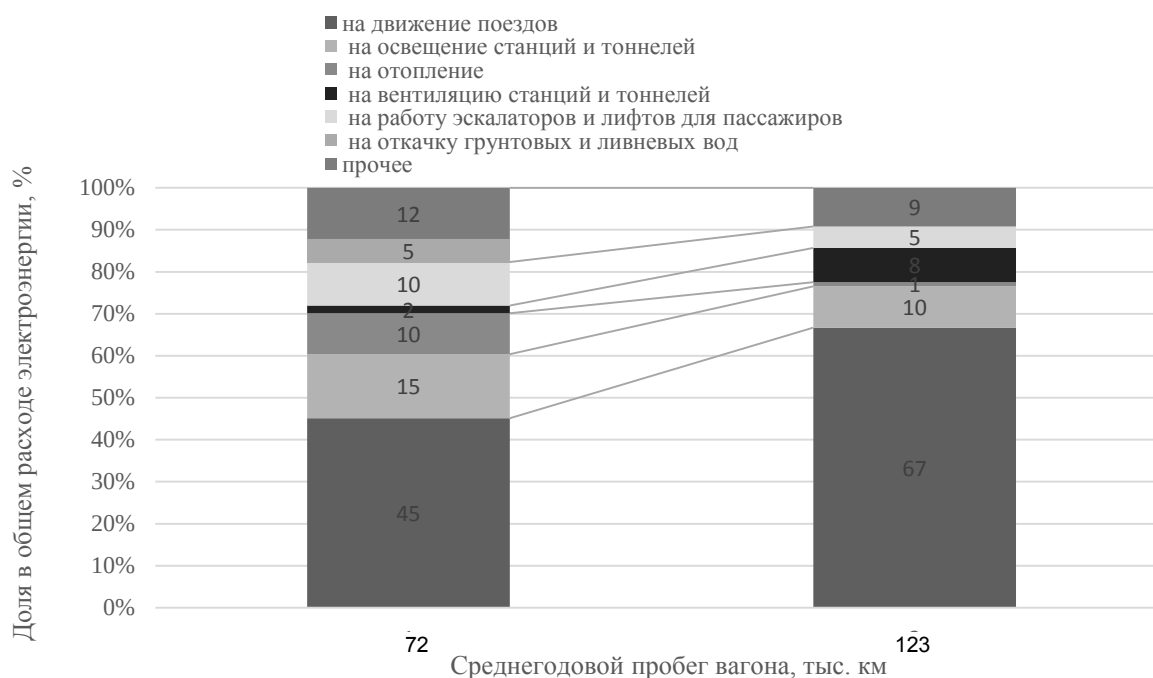


Рис. 7. Структура расхода электроэнергии предприятиями метрополитена

Примечание. Во втором столбце расход электроэнергии на откачку грунтовых и ливневых вод включён в расход электроэнергии на прочие нужды.

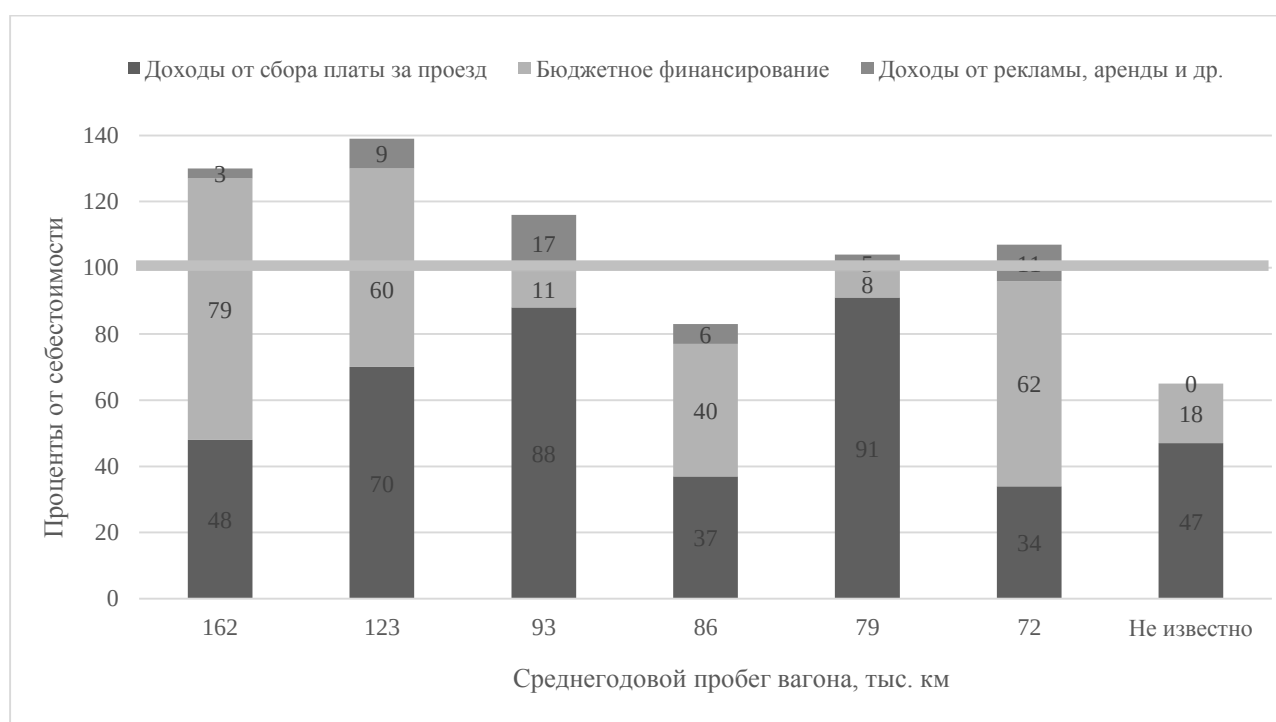


Рис. 8. Доходы перевозчиков из основных источников в соотношении с себестоимостью перевозок

В этой связи важнейшей задачей является привлечение на метрополитены дополнительного пассажиропотока с целью увеличения объёмов денежных средств, собираемых за проезд пассажиров. Главными инструментами достижения этой цели являются рациональная планировка маршрутной сети наземного пассажирского транспорта, исключая дублирование линий метрополитена, и обеспечивающая эффективный подвоз пассажиров к станциям,

а также проведение градостроительной политики, обеспечивающей введение крупных пассажирообразующих и пассажиропоглощающих объектов в непосредственной близости от действующих станций метрополитенов.

Трамвайный транспорт

В результате анкетирования были получены заполненные анкеты от 39 перевозчиков наземным ГЭТ, включая 4 перевозчиков, специализирующихся только на троллейбусных перевозках. Из 35 трамвайных и смешанных трамвайно-троллейбусных и трамвайно-автобусных перевозчиков для анализа использованы данные лишь 16 перевозчиков. Прочие данные оказались не пригодными по причине объединения показателей по двум видам транспорта. Таким образом, анализу подвергнуты, в основном, данные предприятий, специализирующихся только на трамвайных перевозках.

Анализируемые предприятия расположены в городах, характеризующихся существенно разными условиями - численностью населения (от 75 тыс. до 5,8 млн. жителей), находящимися в различных широтных зонах (от 43° с.ш. до 60° с.ш.), и имеющих различные климатические условия. Существенное различие эксплуатационных и перевозочных условий обуславливает большую дисперсию значений параметров, что, однако, не мешает сделать выводы об определённых зависимостях.

Из 16 предприятий лишь 3 полностью возмещают свои расходы за счёт сбора платы за проезд, одно имеет положительный платёжный баланс с учётом бюджетного финансирования, ещё одно находится в точке безубыточности. Прочие предприятия (69 % от их общего числа) имеют непокрытые убытки, варьирующиеся от 3 % до 24 % себестоимости.

Следует обратить внимание, что из 39 предприятий ГЭТ, предоставивших данные о своей работе, указали на наличие (по состоянию на 2020 г.) контракта на перевозки, заключённого в соответствии с федеральным законом от 13 июля 2015 года № 220-ФЗ [1], лишь 26 % предприятий, из которых у половины такой контракт заключён на символические суммы (от нескольких рублей до нескольких тысяч рублей). Остальные 74 % предприятий не указали на наличие контракта на осуществление перевозочной деятельности; ими было указано на предоставление различных субсидий в целях компенсации затрат или недополученных доходов (например, на возмещение разницы между экономически обоснованным и действующим тарифом; на возмещение затрат по пробегу). При этом, система бюджетного финансирования перевозчиков является достаточно сложной, наличие контракта не исключает параллельного субсидирования перевозок из бюджетов различных уровней - муниципального и субъекта Российской Федерации.

В целях наиболее общей характеристики рассмотренных перевозчиков, на рис. 9 представлены данные об объёме перевозок пассажиров и численности парка. Для сопоставления также приведены данные об объёме перевозок пассажиров на трамвайном маршруте № 6 города Москвы. Числа на диаграмме характеризуют объём перевозок пассажиров.

Видно, что большинство из рассматриваемых перевозчиков по объёму перевозок пассажиров уступают отдельно взятому московскому трамвайному маршруту, что требует анализа эффективности использования этого вида транспорта. Объём перевозок не очень хорошо коррелирует с численностью парка; выработка в расчёте на 1 трамвай изменяется в достаточно широком диапазоне - от 79 до 360 тысяч пассажиров за год. Расхождения в выработке вызваны различным наполнением транспортных средств (среднее число пассажиров в вагоне изменяется в различных городах от 6 до 33 пассажиров, что соответствует коэффициенту использования вместимости от 0,04 до 0,23).

Заметно у различных перевозчиков различаются и иные показатели: средняя дальность перевозки пассажира изменяется в диапазоне от 1,5 до 6,2 км, эксплуатационная скорость – от 11,3 до 18,6 км/ч. Это существенно влияет на удельные показатели в расчёте на 1 пассажира или 1 пассажирокилометр. В этой связи последующий анализ будет посвящён, в основном,

применительно не к показателям объёмов перевозки пассажиров или пассажирообороту, а к среднегодовому пробегу ТС.

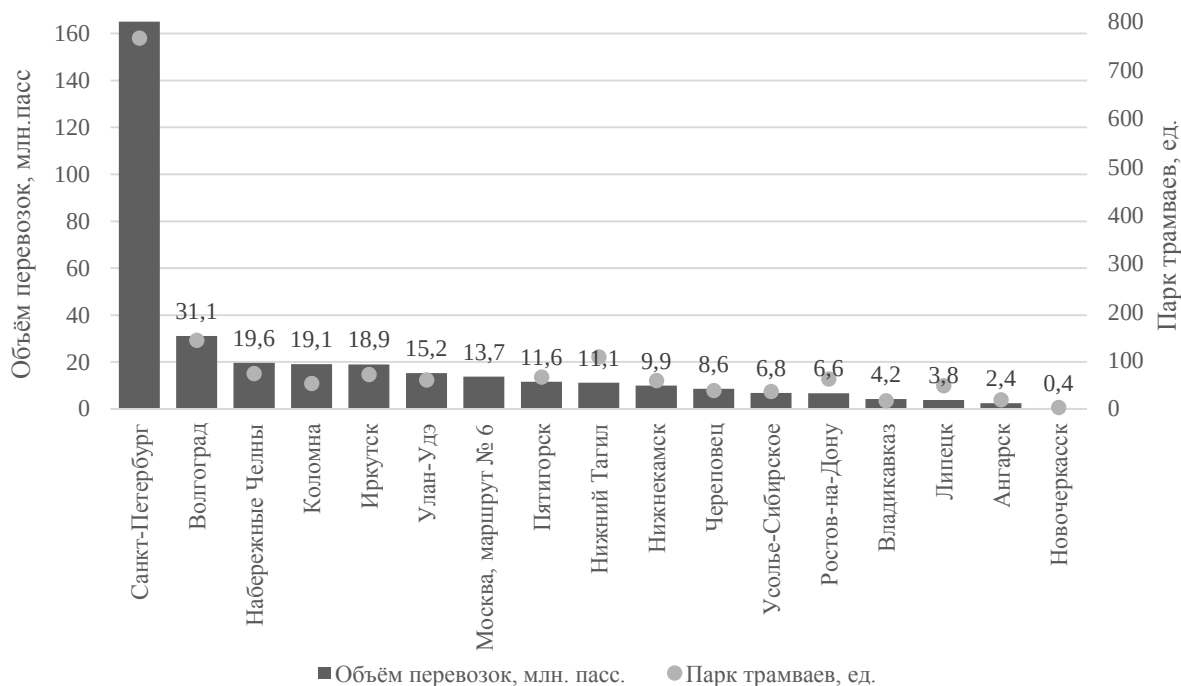


Рис. 9. Объём перевозок пассажиров и численность парка трамваев обследованных предприятий.

На рис. 10 приведены данные о себестоимости 1 км пробега трамвайного вагона, себестоимости перевозки 1 пассажира и 1 пасс.км.

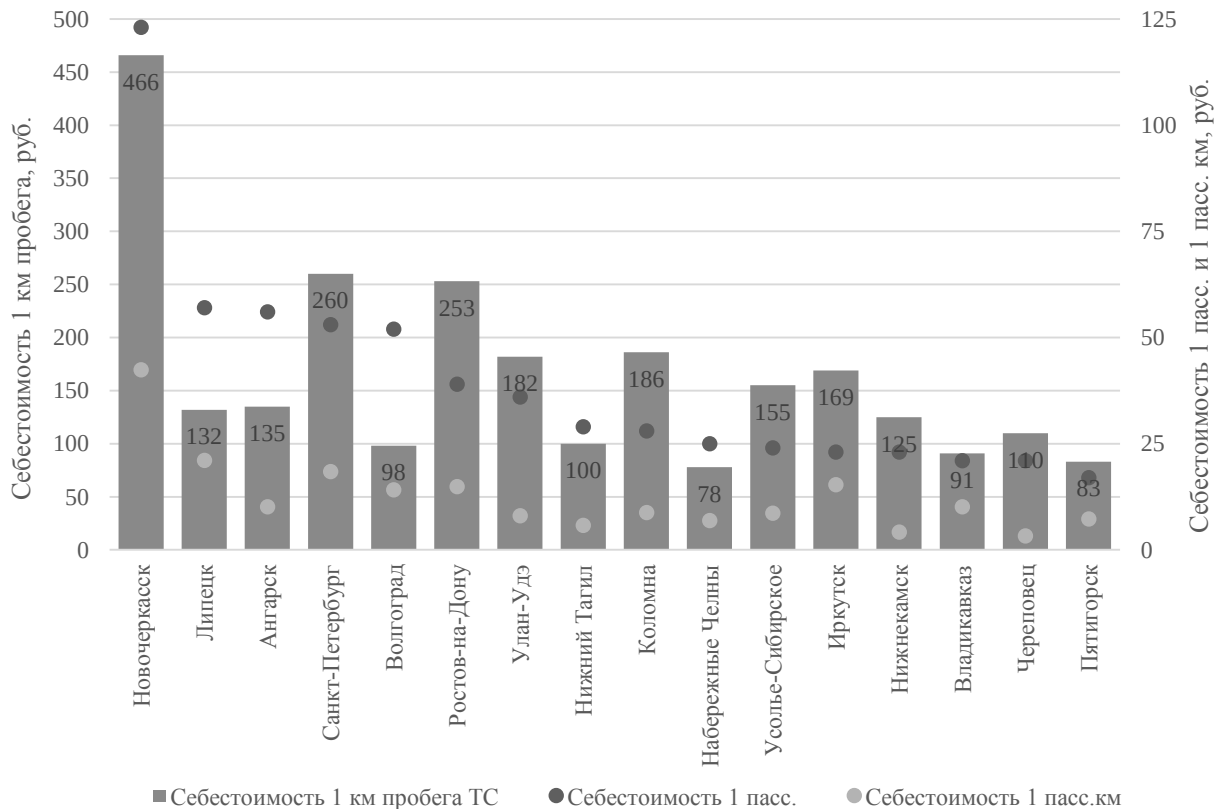


Рис. 10. Себестоимость 1 км пробега трамвайного вагона, себестоимость перевозки 1 трамвайным транспортом пассажира и 1 пасс.км

Видно, что себестоимость перевозки одного пассажира изменяется в широких пределах - от 17 до 123 рублей, порой, кратно превышая установленный тариф (Липецк, Ангарск). Себестоимость 1 км пробега, в основном, значительно, порой - двух- и более кратно оказывается менее расчётной начальной (максимальной) стоимости контракта на перевозки пассажиров в расчёте на 1 км пробега, определённой в соответствии с Порядком определения начальной (максимальной) цены контракта, а также цены контракта, заключаемого с единственным поставщиком (подрядчиком, исполнителем), при осуществлении закупок в сфере регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом [2].

Высочайшие показатели себестоимости перевозок Новочеркасским трамваем объясняются особенностями развития этого вида транспорта в указанном городе, где на путевой сети протяжённостью 43 км работает 3 трамвайных вагона, и основную долю в себестоимости составляют постоянные расходы. На рис. 11 приведено распределение расходов по статьям себестоимости.

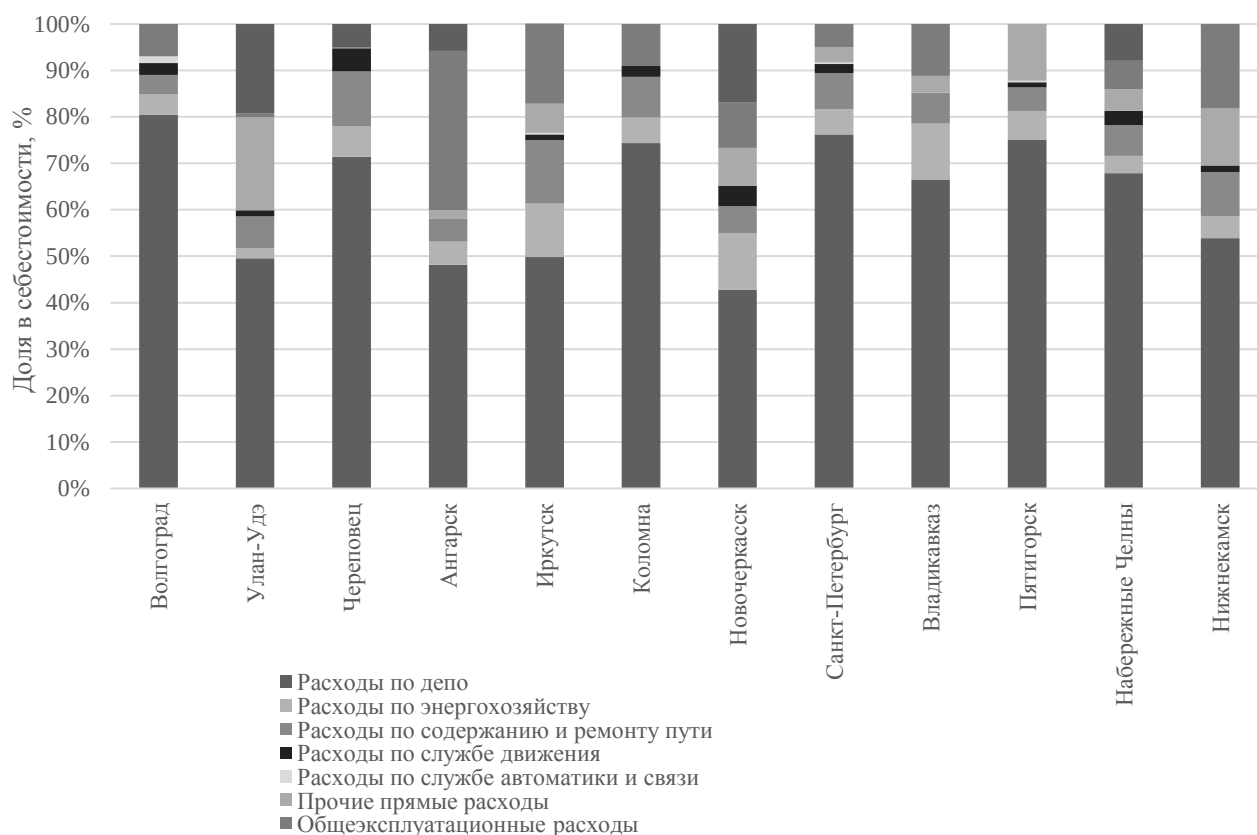


Рис. 11. Распределение расходов по статьям себестоимости

Видно, что наибольшую долю в себестоимости - от 42 % до 80 % составляют расходы по депо, включающие фонд оплаты труда водителей и кондукторов со страховыми платежами, расходы на электроэнергию на движение трамваев, расходы на техническое обслуживание и ремонт трамваев. Расходы на содержание энергохозяйства, включающего электроподстанции, кабельную и контактную сеть, не велики, и изменяются в диапазоне 2-12 %. Расходы на содержание трамвайных путей также не велики, и составляют 4-14 % от себестоимости перевозок. Прочие прямые расходы, общексплуатационные расходы и внеэксплуатационные расходы, по отдельности, в среднем, не очень велики, но в сумме могут достигать 45 %, составляя, в среднем, 21 % от себестоимости. Расходы по службе движения, а также расходы по службе автоматики и связи в отдельную статью выделены не везде; доли этих расходов не велики и находятся в пределах, соответственно, 5 % и 1,4 процента.

Вообще, себестоимость перевозок трамвайным транспортом, как и себестоимость перевозок метрополитеном, в значительной мере находится в зависимости от интенсивности эксплуатации транспортных средств.

Основными показателями, характеризующими интенсивность эксплуатации трамвайного транспорта, следует назвать среднегодовой пробег 1 трамвая, а также пробег парка трамваев в расчёте на 1 км трамвайного пути. Последний показатель аналогичен соответствующему эксплуатационному показателю метрополитена (см. рис. 3 и пояснения к нему). Распределение указанных показателей для обследованных городов приведено на рис. 12.

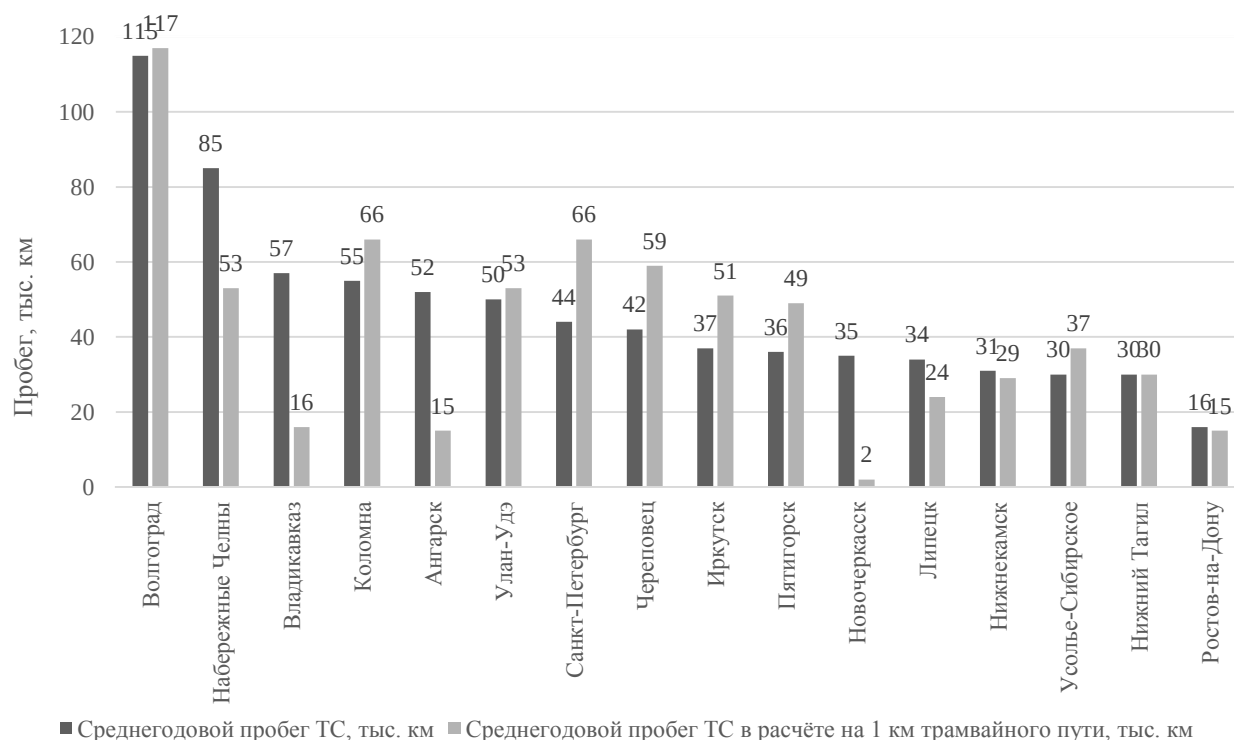


Рис. 12. Среднегодовые пробеги ТС и среднегодовые пробеги ТС в расчёте на 1 км трамвайного пути

Видно, что большая часть значений среднегодовых пробегов трамваев равномерно распределена в интервале 30-57 тыс. км.; значения пробега парка трамваев в расчёте на 1 км трамвайного пути изменяются менее равномерно, в более широком интервале – 15-66 тыс. км, со средне выраженной корреляцией с показателем среднегодового пробега ТС ($R^2=0,49$ для линейной аппроксимации).

Увеличение интенсивности эксплуатации пассажирских транспортных средств приводит к снижению себестоимости в расчёте на 1 км пробега, главным образом, за счёт снижения доли прочих, накладных, управленческих и коммерческих расходов (рис. 13). При этом, аналогично метрополитену, по мере увеличения среднегодового пробега ТС, снижается соотношение расходов на оплату труда административно-управленческого персонала по отношению к оплате труда водителей и кондукторов, а также соотношение количества электроэнергии, расходуемой на технологические и иные нужды к количеству электроэнергии, расходуемой на движение трамваев (рис. 14). Анализируя графики, следует обратить внимание на достаточно большую дисперсию показателей, обусловливаемую, по-видимому, большими различиями в эксплуатационных условиях.

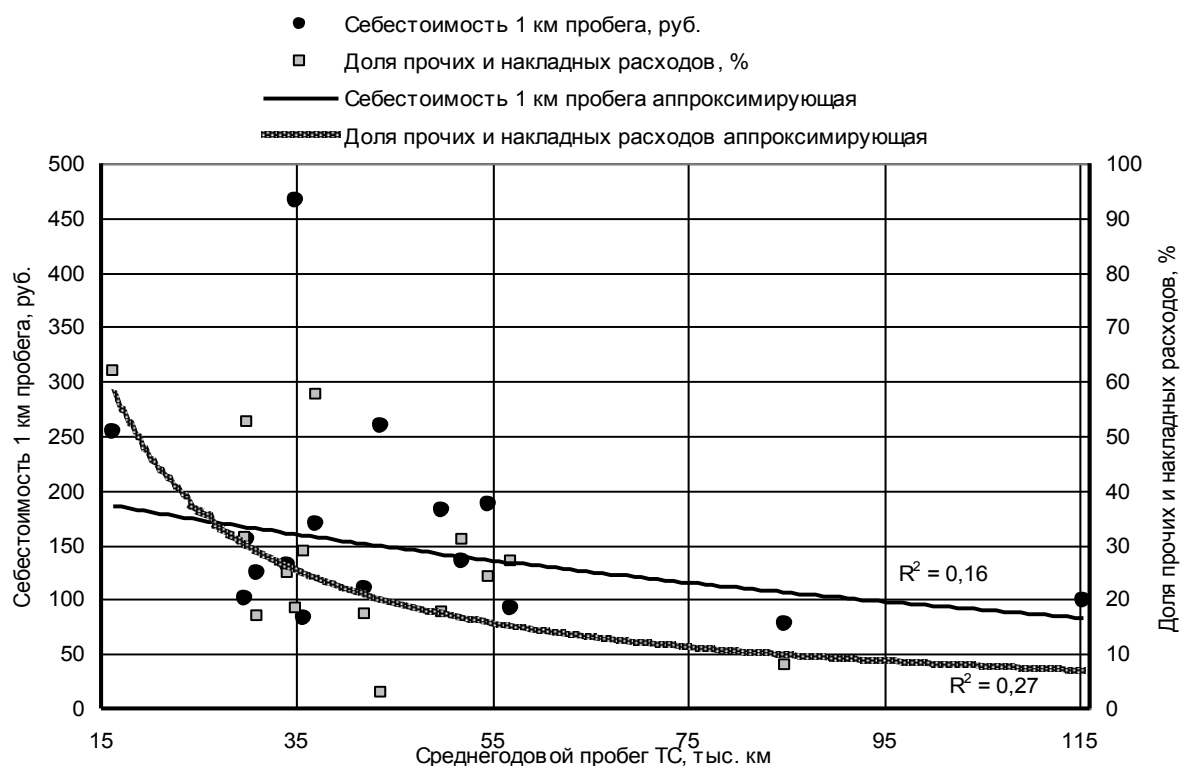


Рис. 13. Себестоимость 1 км пробега трамваев и доля прочих, накладных, управленческих и коммерческих расходов в зависимости от среднегодового пробега ТС

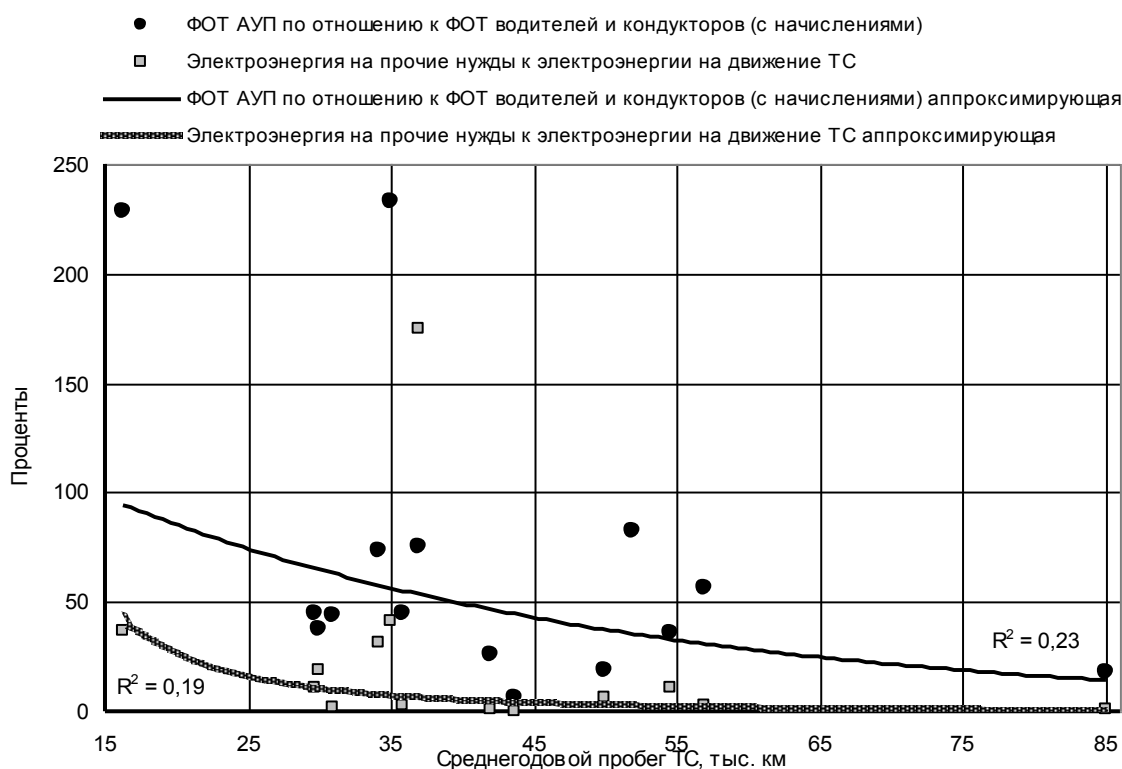


Рис. 14. Соотношение расходов на оплату труда административно-управленческого персонала по отношению к оплате труда водителей и кондукторов; соотношение количества электроэнергии, расходуемой на технологические и иные нужды к количеству электроэнергии, расходуемой на движение трамваев в зависимости от среднегодового пробега ТС

Обращает на себя внимание, что, по мере увеличения среднегодовых пробегов трамвайного вагона, расходы в расчёте на 1 км пробега на содержание энергохозяйства, а также на содержание трамвайных путей снижаются, хотя тренд характеризуется значительной дисперсией (рис. 15).

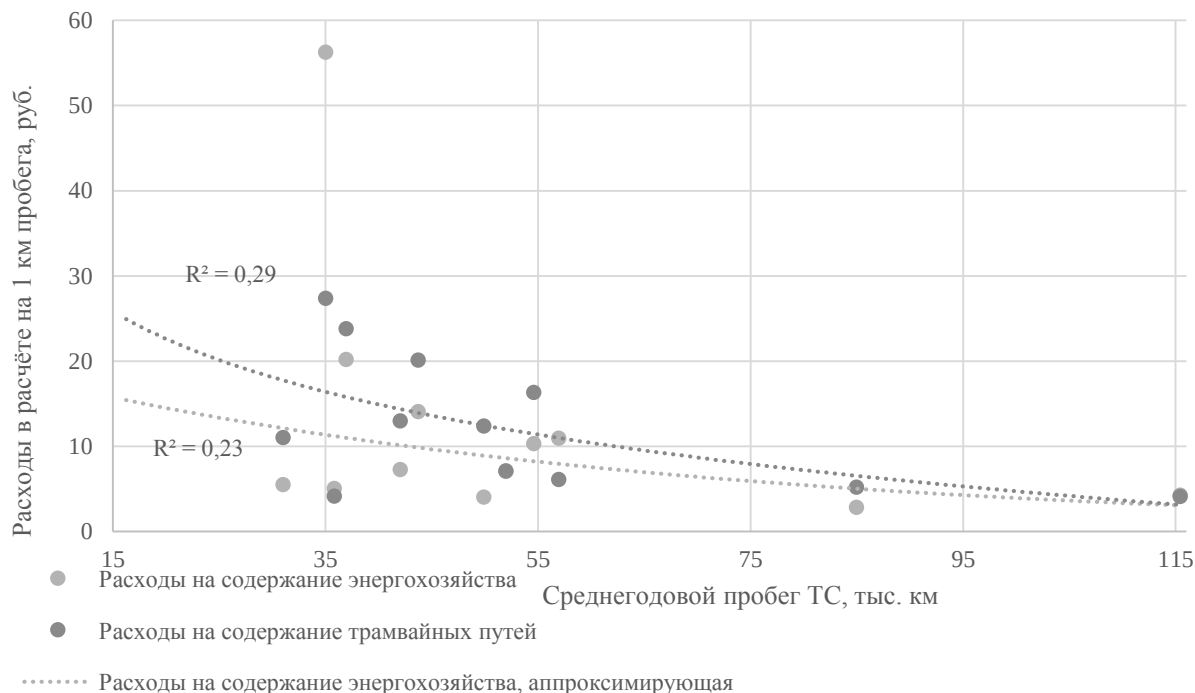


Рис. 15. Расходы в расчёте на 1 км пробега на содержание энергохозяйства и на содержание трамвайных путей в зависимости от среднегодового пробега ТС

Следует отметить одну плохо объясняемую особенность функционирования трамвайного транспорта в исследованных городах: увеличение среднегодового пробега трамвайных вагонов, в отличие от метрополитена, практически, никак не влияет на производительность труда персонала, выраженную в пробеге ТС в расчёте на одного занятого (рис. 16).

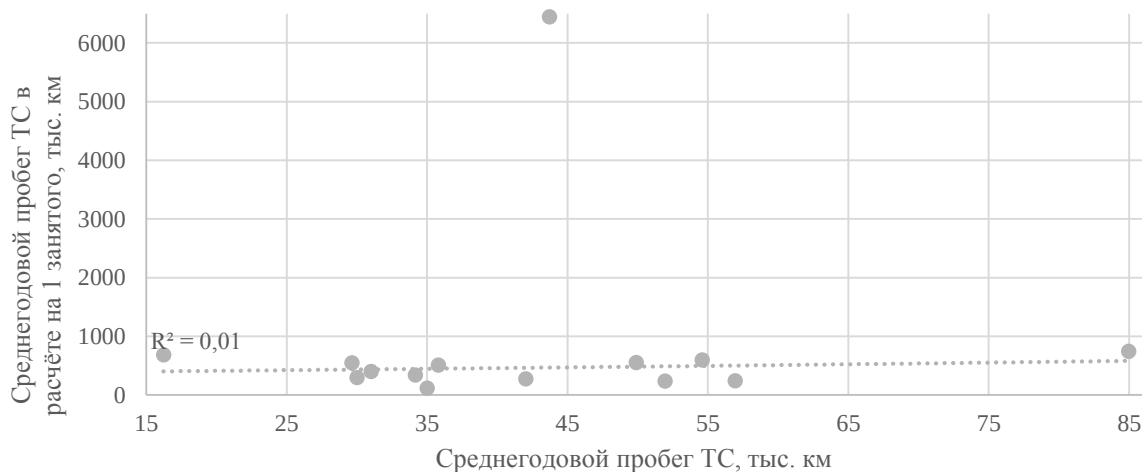


Рис. 16. Зависимость пробега ТС в расчёте на одного занятого от среднегодового пробега ТС

Снижение себестоимости в расчёте на 1 км пробега по мере увеличения среднегодового пробега ТС никак не сказывается на динамике себестоимости пассажирокилометра в зависимости от среднегодового пробега ТС (рис. 17), поскольку фактором, существенно влияющим на себестоимость пассажирокилометра, является наполнение ТС, как правило, уменьшающееся (хотя и с не ярко выраженным трендом) по мере увеличения среднегодовых пробегов.

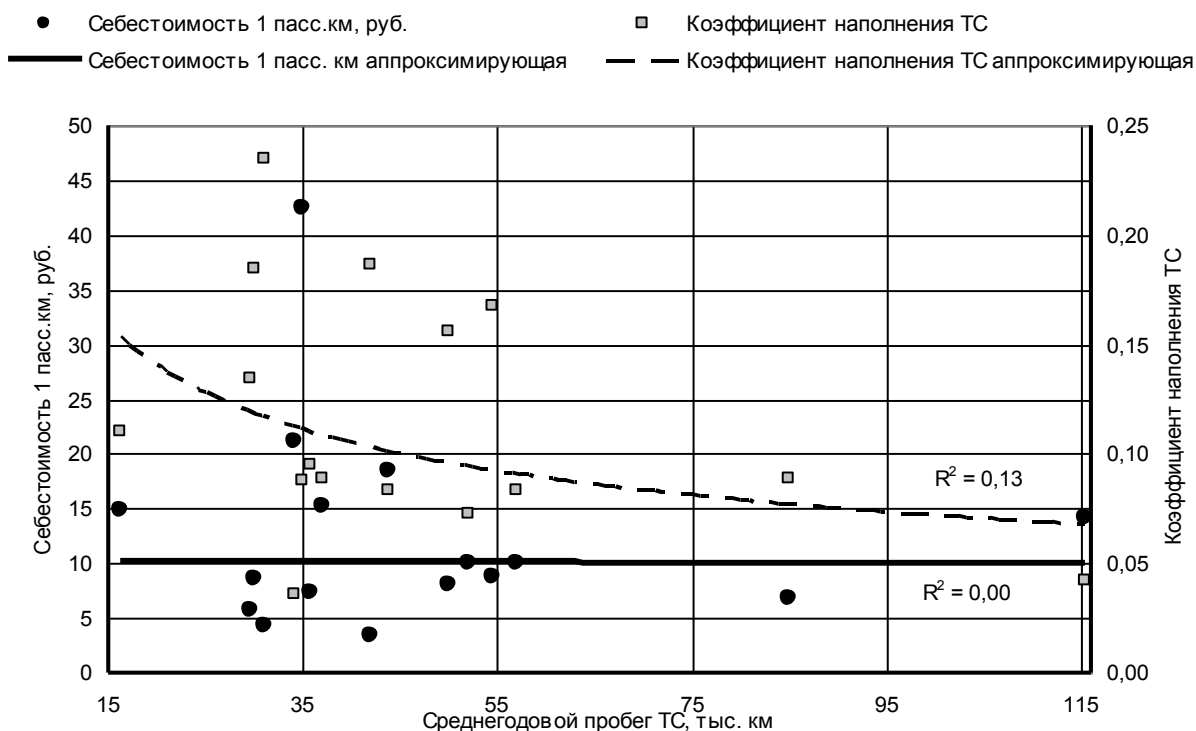


Рис. 17. Себестоимость пассажирокилометра и коэффициент наполнения ТС в зависимости от среднегодового пробега ТС

По этой причине показатели себестоимости пробега и пассажирокилометра изменяются пропорционально, практически с линейной зависимостью (рис. 18).

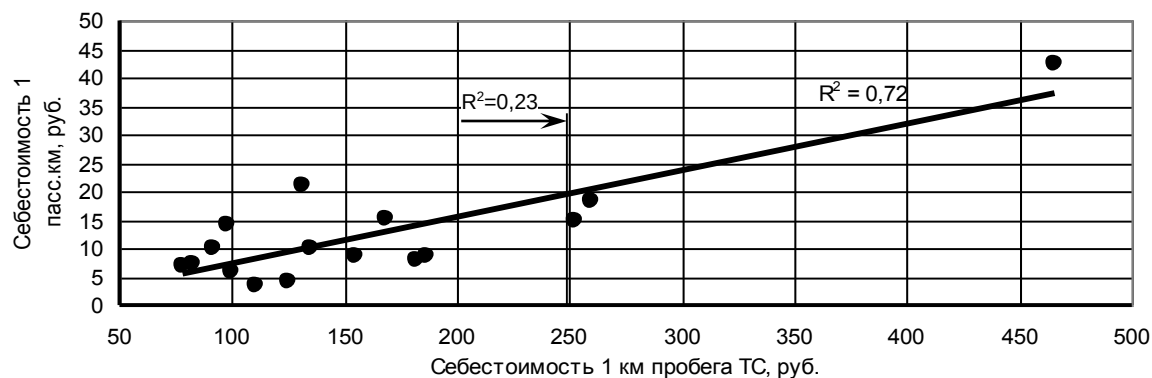


Рис. 18. Себестоимость пробега и пассажирокилометра

Не смотря на снижение коэффициента наполнения ТС по мере увеличения среднегодового пробега, сбор платы за проезд в расчёте на 1 км пробега практически не изменяется (рис. 19), что можно объяснить, например, соответствующей тарифной политикой местных администраций.

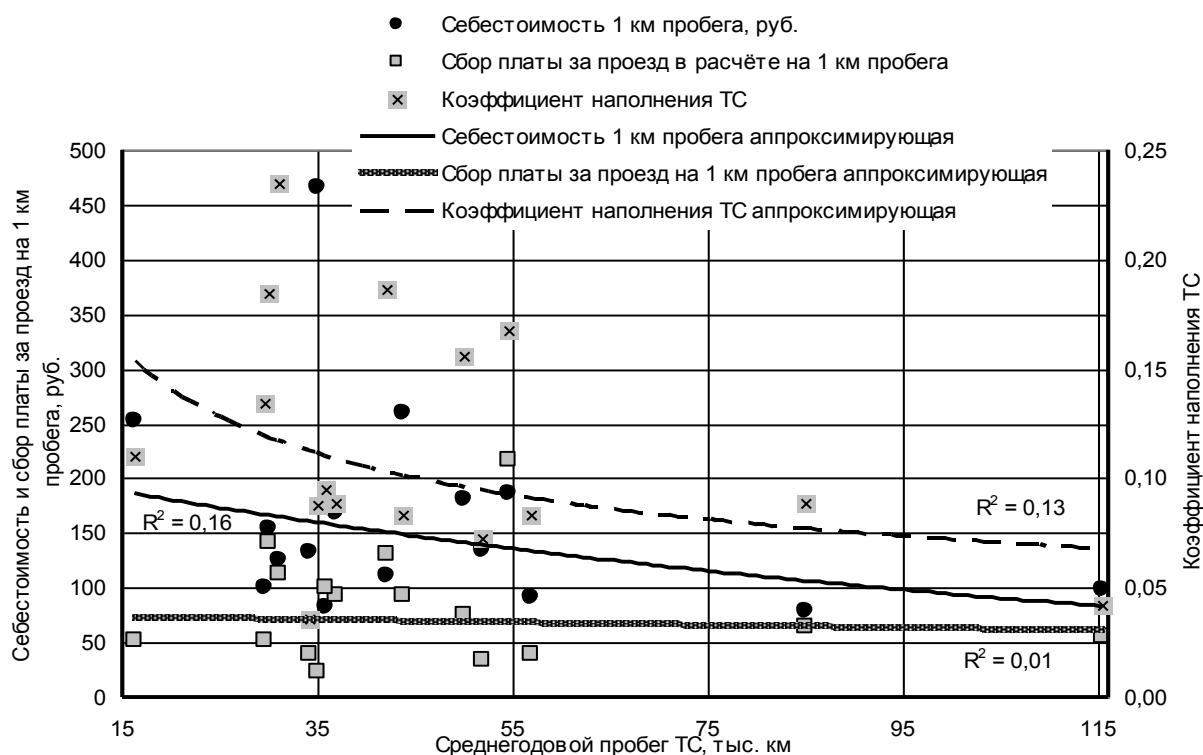


Рис. 19. Зависимость доходных и стоимостных показателей, а также наполнения ТС от среднегодового пробега

На рис. 20 и 21 представлен анализ финансовых показателей перевозчиков трамвайным транспортом.

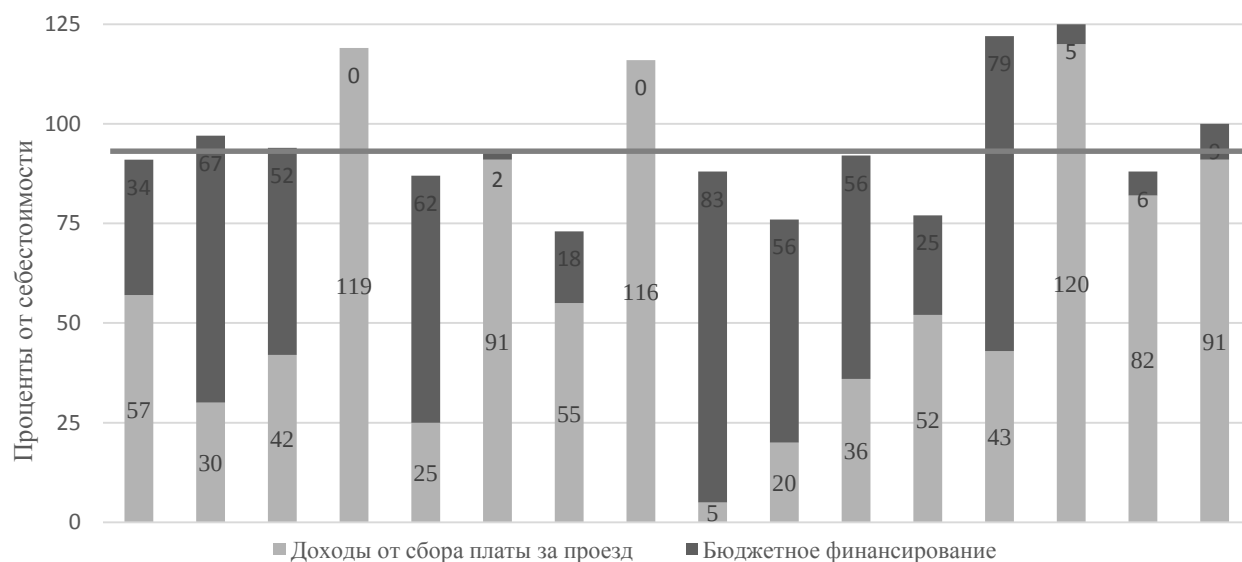


Рис. 20. Доходы перевозчиков из основных источников в соотношении с себестоимостью перевозок

Из рис. 20 видно, что, как было указано выше, 3 перевозчика полностью возмещают свои расходы за счёт сбора платы за проезд, один за счёт бюджетного финансирования имеет положительный платёжный баланс и ещё один - достигает безубыточности. 69 % от общего числа перевозчиков имеют не покрытые убытки, не смотря на бюджетное финансирование, составляющее от 2 % до 83 % (!) от себестоимости перевозок. За счёт сбора платы за проезд покрывается от 5 % до 120 % себестоимости, при этом у 44 % перевозчиков этот показатель составляет менее 50 % себестоимости, ещё у 19 % перевозчиков он изменяется от 50 % до двух

третьей себестоимости. В свою очередь, за счёт бюджетного финансирования более 50 % себестоимости покрывается также у 44 % перевозчиков.

Анализируя баланс доходов и расходов перевозчиков, следует иметь в виду следующее обстоятельство.

Одной из статей себестоимости перевозчиков является амортизация основных средств, составляющая для обследуемых предприятий от 1 % до 40 % себестоимости. Амортизация представляет собой включение в себестоимость продукции установленной законодательством части стоимости основных средств, используемых, и, соответственно, изнашиваемых при её производстве, с целью формирования источника финансовых средств для приобретения новых основных средств взамен изношенных.

Амортизация, исчисленная в соответствии с действующим законодательством, в обязательном порядке включается в состав себестоимости, однако, вследствие обычного для трамвайного транспорта дефицита финансирования перевозчиков, фактическое приобретение основных средств при этом может не осуществляться, и, соответственно, фактически не осуществляются сопряжённые с этим расходы денежных средств. Поступающие от сбора платы за проезд и из местного бюджета денежные средства в первую очередь используются для финансирования расходов, непосредственно обеспечивающих выпуск на линию пассажирских транспортных средств - расходов на оплату труда персонала, расходов на оплату поставщикам электроэнергии, запасных частей, и др.

На рис. 21 представлено соотношение суммарных доходов перевозчиков трамвайным транспортом, включающих сбор платы за проезд и бюджетное финансирование, и себестоимости, уменьшенной на величину амортизации основных средств (изображены только те перевозчики, общие доходы которых не превышают себестоимости перевозок), с полной себестоимостью, включающей амортизацию основных средств. Перевозчики на диаграмме расположены по мере увеличения разности между себестоимостью (за вычетом амортизации) и суммарными доходами.

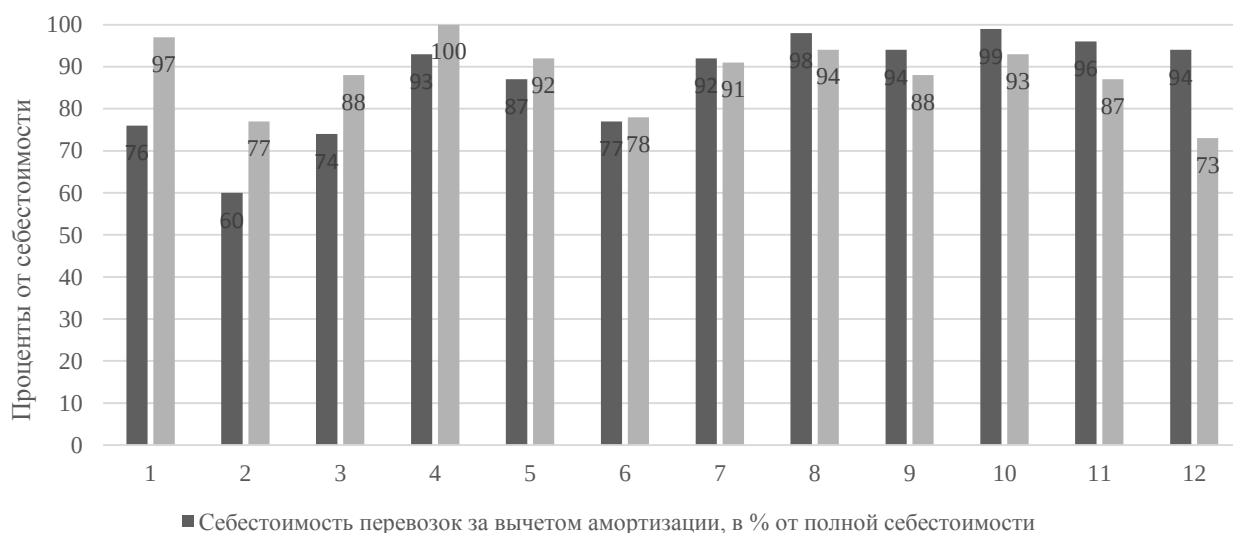


Рис. 21. Соотношение суммарных доходов перевозчиков трамвайным транспортом и себестоимости, уменьшенной на величину амортизации основных средств, с полной себестоимостью, включающей амортизацию основных средств

Анализ рисунка показывает, что у первых шести перевозчиков фактический платёжный баланс является положительным, позволяющим осуществлять все первоочередные платежи, необходимые для осуществления перевозок. Остающихся после указанных платежей средств (для различных перевозчиков - от 1,7 млн. руб. до 460 млн. руб.) оказывается достаточным,

при условии отсутствия обновления пассивной части основных средств, для ежегодного обновления 1-3 % (в единственном случае - 6-8%) парка транспортных средств, чего для стабильного функционирования этих перевозчиков явно недостаточно. У прочих перевозчиков оказывается недостаточно средств даже для осуществления текущих платежей; вопрос, за счёт каких средств они осуществляют перевозочную деятельность остаётся не изученным по причине отсутствия данных. В качестве возможных вариантов можно перечислить увеличение задолженности поставщикам, увеличение задолженности по заработной плате, налогам, увеличение задолженности по кредитам банков.

Из проведённого анализа можно сделать следующие выводы.

Финансовое положение большинства обследованных перевозчиков трамвайным транспортом характеризуется дефицитом финансовых средств. Причинами этого являются:

- низкие доходы от сбора платы за проезд, обусловленные низкими пассажиропотоками;
- высокие постоянные затраты, обусловленные низкой интенсивностью перевозок;
- не достаточное бюджетное финансирование.

Основными мерами по преодолению этих проблем являются:

- повышение наполнения пассажирских транспортных средств за счёт адаптации пассажиропотоков и маршрутной сети, ликвидации дублирующих маршрутов автобусного транспорта;
- приведение бюджетного финансирования трамвайного транспорта в соответствие с требованиями действующей нормативной базы [1, 2].

Литература и источники информации

1. Федеральный закон от 13.07.2015 № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Приказ Минтранса России от 30.05.2019 № 158 «Об утверждении Порядка определения начальной (максимальной) цены контракта, а также цены контракта, заключаемого с единственным поставщиком (подрядчиком, исполнителем), при осуществлении закупок в сфере регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом».

**Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский институт автомобильного
транспорта» (ОАО «НИИАТ»)
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24
Open Joint-Stock Company
«Scientific and Research Institute of Motor Transport» (NIIAT®)
Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia
Телефон / Phone: +7 (495) 496-55-23
Факс / Fax: +7 (495) 496-61-36
E-mail: niiat@niiat.ru
Internet: www.niiat.ru**