НИИАТ

ISSN 2078-1474

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Научный ежеквартальный журнал

ОКТЯБРЬ – ДЕКАБРЬ • **2024** • OCTOBER – DECEMBER

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ
Машков В.В. – пред. ред. совета (НИИАТ);
Матанцева О.Ю. – главный редактор, д-р экон. наук, канд. техн. наук, доцент, ст. науч. сотр. (НИИАТ);
Чубуков А. Б. – зам. главного редактора, канд. техн. наук, доцент (НИИАТ);
Блинкин М.Я. – ординарный профессор, канд. техн. наук (ВШЭ);
Валеев И.Д. – канд. техн. наук (КАМАЗ);
Лоран Б.О. (Ассоциация «Единая Транспортная Система «Автобусные Линии Страны»);
Малыгин И.Г. – д-р техн. наук, профессор (ИПТ РАН);
Надарейшвили Г.Г. – д-р техн. наук (НАМИ);
Янков К.В. – канд. экон. наук (ИНП РАН)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР, ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ
Матанцева О.Ю. – главный редактор, д-р экон. наук, канд. техн. наук, доцент, ст. науч. сотр. (НИИАТ);

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
Матанцева О.Ю. – главный редактор, д-р экон. наук, канд. техн. наук, доцент, ст. науч. сотр. (НИИАТ);
Чубуков А. Б. – зам. главного редактора, канд. техн. наук, доцент (НИИАТ);
Чижова В.С. – ответственный редактор, секретарь ред. колл., канд. техн. наук (НИИАТ);
Блинкин М.Я. – канд. техн. наук (ВШЭ); Винокуров О.Е. (РТУ МИРЭА);
Добровольский Ю.А. – д-р хим. наук, профессор (Центр водородной энергетики);
Евсеев К.Б. – д-р техн. наук, доцент (МГТУ им. Н.Э. Баумана);
Енин Д.В. – канд. техн. наук, доцент (НИИАТ); Зотов А.В. (Группа Мовиста);
Ибраев К.А. – канд. техн. наук (НИИАТ); Иванов А.М. – д-р техн. наук, профессор (МАДИ);
Карелина М.Ю. – д-р техн. наук, д-р пед. наук, профессор (ГУУ);
Келлер А.В. – д-р техн. наук, профессор (Социоцентр);
Наливайко А.Ю. – канд. техн. наук (МПУ); Панкратов А.Д. (ЗащитаИнфоТранс);
Степанов А.А. – д-р экон. наук, профессор (ГУУ);
Терентьев А.В. – д-р техн. наук, профессор (СПбГАСУ);
Якимов М.Р. – д-р техн. наук, доцент (РАТ)

EDITORIAL COUNCIL
Mashkov V.V. – Ed. Chairman Council (NIIAT);
Matantseva O.Yu. – Dr. Sci., Ph.D. tech., Senior Researcher, Associate Professor (NIIAT);
Chubukov A. B. – Ph.D., Assistant Professor (NIIAT);
Blinkin M.Ya. – Ph.D. (HSE);
Valeev I.D. – Ph.D. (KAMAZ);
Loran B.O. – (Association “Unified Transport System “Bus Lines of the Country”);
Malygin I.G. – Dr. Sci, Professor (IPT RAS); Nadareishvili G.G. – Dr. Sci. (NAMI);
Yankov K.V. – Ph.D. (INP RAS)

THE EDITOR-IN-CHIEF THE CHAIRMAN OF EDITORIAL BOARD
The scientific leader of NIIAT Matantseva O.Yu. – Dr. Sci., Ph.D. tech.,
Senior Researcher, Associate Professor (NIIAT);

EDITORIAL BOARD
Matantseva O.Yu. – Dr. Sci., Ph.D. tech., Senior Researcher, Associate Professor (NIIAT);
Chubukov A. B. – Ph.D., Assistant Professor (NIIAT);
Chizhova V.S. – res. ed., the Scientific Secretary of Editorial Board, Ph.D. (NIIAT);
Blinkin M.Ya. – Ph.D. (HSE); Vinokurov O.E. – (RTU MIREA);
Dobrovolsky Yu.A. – Dr. Sci, Professor (Hydrogen Energy Center);
Evseev K.B. – Dr. Sci., Assistant Professor (Bauman Moscow State Technical University);
Enin D.V. – Ph.D., Associate Professor (NIIAT); Zotov A.V. (Movista Group);
Ibraev K.A. – Ph.D. (NIIAT); Ivanov A.M. – Dr. Sci, Professor (MADI);
Karelina M.Yu. – Dr. Sci, Professor (SUM); Keller A.V. – Dr. Sci., Professor (Sociocenter);
Nalivaiko A.Yu. – Ph.D. (MPU); Pankratov A.D. (ZashchitaInfoTrans);
Stepanov A.A. – Dr. Sci., Professor (SUM); Terentev A.V. – Dr. Sci., Professor (SPbGASU);
Yakimov M.R. – Dr. Sci., Associate Professor (RAT)

НИИАТ

Научный вестник автомобильного транспорта

Научный ежеквартальный журнал | Выпуск № 4 • ОКТЯБРЬ - ДЕКАБРЬ • 2024 • OCTOBER - DECEMBER | The Quarterly Scientific Magazine

Издается с 2013 г.

Учредитель: Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта» (ОАО «НИИАТ»)

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 – транспортные и транспортно-технологические системы; эксплуатация автомобильного транспорта; интеллектуальные транспортные системы; экономические науки – транспорт; логистика

The journal publishes peer-reviewed articles on various problems of motor transport, mainly in the following branches of science and research areas: technical sciences – transport and transport technology systems; operation of motor transport; intelligent transport systems; economic sciences – transport; logistics

Отзывы на статьи направлять на почту: vestnik@niiat.ru

Send reviews of articles to the following email address: vestnik@niiat.ru

За публикацию статей плата с авторов не взимается

For publishing articles with authors' fees are not charged

© Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта», 2024
© Open Joint-Stock Company «Scientific and Research Institute of Motor Transport» (NIIAT), 2024
Print version: ISSN 2078-1474

СОДЕРЖАНИЕ

Михеева Т.В., Руньковский К.И., Асадуллин Т.Р.
Анализ опыта составления региональных стандартов транспортного обслуживания 3

Пастушков В.А.
Повышение энергоэффективности автомобильных дорог путем применения диммирования освещения 12

Трякин К.В.
Выбор параметра норматива наработки до списания пассажирских транспортных средств автобусного и наземного городского электрического транспорта, выполняющего регулярные перевозки пассажиров: Срок эксплуатации. Пробег с начала эксплуатации 19

Шумский А.Н.
Разработка метода оценки влияния грузовых автомобилей на пропускную способность регулируемого перекрестка 30

Элькин Ю.И., Макарян А.А.
Совершенствование существующих методик оценки шума от транспортных потоков в крупных городских агломерациях 37

CONTENTS

Mikheyeva T.V., Runkovsky K.I., Asadullin T.R.
Analysis of the experience of drawing up regional transport service standards 3

Pastushkov V.A.
Increase of energy efficiency of highways by application of lighting dimming 12

Tryakin K.Vl.
The choice of parameter of the standard of the operating time to write-off of passenger vehicles of the bus and land city electric transport which is carrying out regular public conveyances: Operation term. The run since the beginning of operation 19

Shumskiy A.N.
Development of a method for assessing the impact of trucks on the capacity of a controlled intersection 30

Elkin Y.I., Makaryan A.A.
Improvement of existing methods for estimating noise from traffic flows in large urban agglomerations 37

УДК 656.02

Михеева Татьяна Владимировна
к.э.н., заведующий научно-исследовательским отделом комплексного развития транспорта Научно-исследовательского института автомобильного транспорта, Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24, tmikheeva@niiat.ru; заместитель директора Научного центра по комплексным транспортным проблемам Минтранса России, Россия, 107045, Москва, Пушкарев пер., д. 3, mikheevatv@nacmt.ru

Руньковский Константин Игоревич
главный специалист отдела финансового моделирования Научного центра по комплексным транспортным проблемам Минтранса России, Россия, 107045, Москва, Пушкарев пер., д. 3

Асадуллин Тимур Рамилевич
главный специалист отдела повышения доступности транспортных услуг Научного центра по комплексным транспортным проблемам Минтранса России, Россия, 107045, Москва, Пушкарев пер., д. 3

АНАЛИЗ ОПЫТА СОСТАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ СТРАНДАРТОВ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Аннотация. *В этой статье авторами анализируются региональные стандарты транспортного обслуживания населения, разработанные и опубликованные с марта 2024 по январь 2025 года. Сравниваются индивидуальные уточнения и дополнения к положениям, изложенным в Требованиях к Региональному стандарту транспортного обслуживания населения. Итогом является вывод о наличии некоторых неопределенностей, как в требованиях, так и в опубликованных документах.*

Ключевые слова: *региональный стандарт транспортного обслуживания населения, транспортное обслуживание, доступность регулярных перевозок пассажиров, территориальная доступность регулярных перевозок пассажиров, ценовая доступность регулярных перевозок пассажиров, информационная доступность регулярных перевозок пассажиров, временная доступность регулярных перевозок пассажиров, безопасность регулярных перевозок пассажиров, комфортабельность регулярных перевозок пассажиров.*

Для цитирования: *Михеева Т.В., Руньковский К.И., Асадуллин Т.Р. Анализ опыта составления региональных стандартов транспортного обслуживания // Научный вестник автомобильного транспорта. 2024. № 4. С. 3–11.*

Tatyana V. Mikheyeva
Cand. Sci. (Econ.)., head of the Research Department of Integrated Transport Development of the Scientific Research Institute of Automobile Transport, 24 Geroyev Panfilovtsev Str., Moscow, 125480, Russia, tmikheeva@niiat.ru; Deputy Director of the Federal State Budgetary Institution "Scientific Center for Complex Transport Problems of the Ministry of Transport of the Russian Federation", 3 Pushkarev Lane, Moscow, 107045, Russia, mikheevatv@nacmt.ru

Konstantin. I. Runkovsky
Chief Specialist of the Financial Modeling Department of the Scientific Center for Complex Transport Problems of the Ministry of Transport of the Russian Federation, Pushkarev Lane, 3, Moscow, 107045, Russia

Timur R. Asadullin
Chief Specialist of the Department for Increasing Accessibility of Transport Services of the Scientific Center for Complex Transport Problems of the Ministry of Transport of the Russian Federation, Pushkarev Lane, 3, Moscow, 107045, Russia

ANALYSIS OF THE EXPERIENCE OF DRAWING UP REGIONALTRANSPORTSERVICESTANDARDS

Annotation: *In this article, the authors analyze the regional standards of public transport services developed and published from March 2024 to January 2025. Individual clarifications and additions to the provisions set out in the Requirements for the Regional Standard of Public Transport Services are compared. The result is the conclusion that there are some uncertainties, both in the requirements and in the published documents.*

Keywords: *regional standard of public transport services, transport services, accessibility of regular passenger transportation, territorial accessibility of regular passenger transportation, price accessibility of regular passenger transportation, information accessibility of regular passenger transportation, temporary accessibility of regular passenger transportation, safety of regular passenger transportation, comfort of regular passenger transportation.*

For citation: *Tatyana V. Mikheyeva, K. Runkovsky, Timur R. Asadullin, Analysis of the experience of drawing up regional transport service standards. Scientific bulletin of automobile transport. 2024;(4):3–11.*

Введение

В соответствии с изменениями, внесёнными в ноябре 2022 года в Федеральный закон от 13 июля 2015 № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации», с 1 марта 2024 года на исполнительные органы Субъектов Российской Федерации была возложена обязанность разработать и утвердить новые нормативные правовые акты, регулирующие транспортное обслуживания населения: Региональный стандарт транспортного обслуживания населения (РСТО) и Региональный комплексный план транспортного обслуживания населения (РКПТО). Оба документа тесно связаны друг с другом, поскольку первый устанавливает перечень и целевые значения показателей транспортного обслуживания населения, а второй – перечень мероприятий, направленных на их достижение.

8 декабря 2023 года Правительство Российской Федерации утвердило и опубликовало «Требования к региональному стандарту транспортного обслуживания населения» (далее: Требования к РСТО) так же вступившие в силу с 1 марта 2024 года.

С этого момента исполнительные органы власти Субъектов РФ принялись разрабатывать указанные документы, и за прошедший неполный год некоторые из них уже были опубликованы и вступили в силу.

В настоящей статье рассматриваются утверждённые и опубликованные к моменту её написания РСТО Ямало-ненецкого автономного округа (далее ЯНАО) (утверждён постановлением правительства ЯНАО от 19 февраля 2024 года № 51-П), города федерального значения Санкт-Петербург (далее СПб) (утверждён постановлением правительства Санкт-Петербурга от 1 ноября 2024 года № 968) и Московской области (проект опубликован на сайте правительства Московской области 31 января 2025 года) на предмет их соответствия требованиям к РСТО и соотношения между собой по основным показателям.

Задачей статьи является выявить фактические особенности разработки новых нормативных правовых актов на их первых примерах.

Общая характеристика требований к региональному стандарту транспортного обслуживания населения

Требования к РСТО содержат:

1. Указание на основное назначение документа: «устанавливает перечень и целевые значения показателей, характеризующих доступность, безопасность и комфортность для населения субъекта Российской Федерации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом (далее – пассажирские перевозки)»;
2. Требования к сроку действия документа: 5 лет с указанием целевых значений параметров на каждый год в течение срока действия документа;
3. Требования к содержанию документа: перечень основных групп показателей и основной, минимальный перечень самих показателей.

При этом требования к РСТО не содержат явных требований к структуре документа – достаточно чтобы обеспечивалось изложение требуемого содержания – списка параметров и их целевых значений на 5 лет.

Общая характеристика анализируемых документов

Из анализируемых документов два являются официально принятыми, один опубликован в качестве проекта. Два документа опубликованы в более чем через три четверти года после вступления в силу поправок к № 220-ФЗ и Требований к РСТО – один документ за десять дней до вступления Требований в силу. Один документ разработан для города федерального значения, 100% территории которого относится к городской застройке. Один для области с высокоурбанизованной территорией и большой долей городского населения. Один для автономного округа со слабоосвоенной территорией, но с высокой долей городского населения. Один из документов разработан для региона с особыми природно-климатическими условиями.

Отсутствие требований к структуре РСТО позволило авторам всех проанализированных документов оформить их максимально лаконично: как таблицы, строкам которой соответствовали отдельные показатели транспортного обслуживания, а столбцам – характеристики этих показателей (название, единицы измерения, значения на годы планирования и т.п.). РСТО Московской области и СПб дополнительно содержат раздел «использованные сокращения», РСТО ЯНАО этого раздела не содержит. Таким образом итоговый объем документов оказывается относительно небольшим – от 12 до 20 страниц.

Что касается изложения характеристик целевых параметров, то если РСТО ЯНАО содержит только единицы измерения и значения на горизонты планирования, то РСТО СПб включает в качестве столбца указания на порядок расчёта целевых значений, а РСТО Московской области выводит эти характеристики в отдельные таблицы.

Показатели, характеризующие доступность регулярных перевозок пассажиров

Согласно требованиям, к РСТО, документ должен включать в себя показатели по следующим направлениям:

- Территориальная доступность;
- Ценовая доступность;
- Информационная доступность;
- Временная доступность.

Так же допустимо включать иные показатели доступности регулярных перевозок.

К источникам показателей территориальной доступности Требования к РСТО относят:

- Нормативное расстояние/время до остановочных пунктов пассажирских перевозок;
- Долю населения, проживающего в пределах нормативного расстояния/времени до остановочных пунктов пассажирских перевозок;
- Максимальное расстояние/время до остановочных пунктов регулярных перевозок.

Требования не содержат указаний на то, каким образом должны быть рассчитаны целевые значения этих показателей. Эти указания содержатся в «Социальном стандарте транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» (далее Социальный стандарт), утверждённом распоряжением Минтранса России от 31 января 2017 года № НА-19-р носящем рекомендательный характер. Ссылки на него Требования к РСТО так же не содержат.

Таким образом Субъекты Российской Федерации могут устанавливать значения показателей территориальной доступности по собственному усмотрению.

В рассматриваемых документах этот вопрос решён следующим образом:

РСТО ЯНАО устанавливает три показателя «Нормативное расстояние пешеходной доступности регулярных перевозок пассажиров до остановочных пунктов маршрутов регулярных перевозок»: для городских, пригородных и междугородних маршрутов. Целевые значение на все горизонты планирования для каждого из показателей одинаковое: не более 500 м, не более 700 м и не более 1000 м соответственно. При этом в документе не указано, до каких объектов устанавливается это расстояние. В Социальном стандарте приведены отдельные «Рекомендуемые предельные расстояния кратчайшего пешеходного пути от границ участков объектов до остановочных пунктов» (приведены в таблице 1) для различных категорий объектов.

Таблица 1

Рекомендуемые предельные расстояния кратчайшего пешеходного пути от границ участков объектов до остановочных пунктов (согласно Социальному стандарту)

Категория объекта	Расстояние кратчайшего пешеходного пути, не более, м	Расстояние кратчайшего пешеходного пути, которое допускается устанавливать для отдельных субъектов Российской Федерации с особыми природно-климатическими условиями не более, м
Многоквартирный дом	500	400
Индивидуальный жилой дом	800	700
Предприятия торговли с площадью торгового зала 1000 м^{2}и более	500	400
Поликлиники и больницы муниципальной, региональной и федеральной системы здравоохранения, учреждения (отделения) социального обслуживания граждан	300	300
Терминалы внешнего транспорта	300	300

При сравнении указанных расстояний с приведёнными в РСТО ЯНАО можно обнаружить, что сформулированные в нем требования к территориальной доступности остановочных пунктов во всех случаях ниже чем указанные в Социальном стандарте (поскольку ЯНАО относится к отдельным субъектам Российской Федерации с особыми природно-климатическими условиями).

Показатель «Доля населения, для которого пешеходная доступность регулярных перевозок пассажиров до остановочных пунктов маршрутов регулярных перевозок пассажиров городского, пригородного и междугороднего вида сообщения находится в пределах нормативного расстояния» установлен с базовым значением 75% и целевым ростом на 5% ежегодно вплоть до 95%. При этом подразумевается, что речь идет только о населении, для которого, удовлетворяются все три нормативных требования.

Смысл показателя «Максимальное расстояние пешеходной доступности регулярных перевозок пассажиров до остановочных пунктов маршрутов регулярных перевозок» не раскрывается в Требованиях к РСТО. Так же он не раскрывается в РСТО ЯНАО. Значение этого показателя принято равным с «Нормативным расстоянием».

В целом можно сделать вывод, что разработчики РСТО ЯНАО стремились следовать предложенному в требованиях шаблону, отступив от него в пользу специфики своего региона только в сторону дифференциации требований к доступности маршрутов различных видов сообщений.

РСТО СПб при изложении требований к территориальной доступности ориентируется на Социальный стандарт. Он полностью заимствует классификацию объектов, для которых нормируется расстояние до остановочных пунктов и целевые значении показателей. Так же РСТО СПб прямо ссылается на Социальный стандарт, как источник этих расчётов.

Показатель «Доля населения Санкт-Петербурга, для которого пешеходная доступность Регулярных перевозок до остановочных пунктов находится в пределах нормативного расстояния, в общей численности постоянного населения Санкт-Петербурга» имеет более высокое базовое значение – 93,5 и имеет целевой прирост всего на 0,5% в год, что логично с высокой плотностью населения и маршрутной сети Санкт-Петербурга. Показатель «Максимальное расстояние пешеходной доступности...» РСТО СПб не использует.

Проект РСТО Московской области выделяет 11 категорий объектов для которых нормируется расстояние до остановочных пунктов маршрутов регулярных перевозок:

1. Многоквартирные дома от 5 этажей.
2. Индивидуальные жилые дома, многоквартирные дома до 4 этажей (включая мансардный).
3. Предприятия розничной торговли, торговые центры и комплексы, розничные и сельскохозяйственные рынки с площадью торговых помещений свыше 3000 м^2.
4. Поликлиники и больницы муниципальной, региональной и федеральной системы здравоохранения, учреждения (отделения) социального обслуживания граждан.
5. Пассажирские терминалы аэропортов, принимающих регулярные пассажирские рейсы.
6. Железнодорожные станции и остановочные пункты, автовокзалы, автостанции.
7. Пристани социальных регулярных транспортных линий речного транспорта, паромов.
8. Стадионы, зоны массового отдыха населения.
9. Спортивные объекты с количеством мест свыше 500, иные объекты массового посещения.
10. Дошкольные образовательные организации, общеобразовательные организации, профессиональные образовательные организации, образовательные организации высшего образования государственной муниципальной формы собственности.
11. Место примыкания кратчайшего пешеходного подхода к населённому пункту с численностью населения свыше 50 человек к автомобильной дороге, по которой проходят маршруты регулярных перевозок пассажиров, не заходящие в населённый пункт.

Частично они конкретизируют перечень из Социального стандарта, частично дополняют его. Требования к территориальной доступности РСТО Московской области в среднем более высокие, чем в Социальном стандарте. Так же дополнительно к «доле населения» Проект РСТО Московской области устанавливает дополнительно целевые показатели:

1. Доля автостанций, автовокзалов, пристаней социальных регулярных транспортных линий речного транспорта, паромов для которых пешеходная доступность до каждого из ближайших остановочных пунктов встречных направлений маршрутов регулярных перевозок пассажиров находится в пределах нормативного расстояния
2. Доля пассажирских терминалов аэропортов, принимающих регулярные пассажирские рейсы, для которых пешеходная доступность до каждого из ближайших остановочных пунктов встречных направлений маршрутов регулярных перевозок пассажиров находится в пределах нормативного расстояния
3. Доля железнодорожных станций вблизи Москвы для которых пешеходная доступность до каждого из ближайших остановочных пунктов встречных направлений маршрутов регулярных перевозок пассажиров находится в пределах нормативного расстояния
4. Доля железнодорожных станций вдали от Москвы для которых пешеходная доступность до каждого из ближайших остановочных пунктов встречных направлений маршрутов регулярных перевозок пассажиров находится в пределах нормативного расстояния

В целом, можно сделать вывод, что подробность и индивидуальность данной категории параметров в анализируемых документах зависит не от специфики региона, а от заинтересованности разработчиков.

Показатели ценовой доступности регулярных перевозок пассажиров

Требования к РСТО устанавливают в качестве основных показателей ценовой доступности:

1. совокупные расходы населения на осуществление поездок ...;
2. долю маршрутов ... на которых предусмотрена дифференцированная система оплаты проезда в зависимости от расстояния поездки...;
3. долю маршрутов ... на которых предусмотрена возможность оплаты проезда посредством проездного документа, используемого на автомобильном транспорте и городском наземном электрическом транспорте, ...иных видах транспорта;
4. долю маршрутов ... на которых предусмотрена возможность оплаты проезда посредством проездного документа, используемого только на автомобильном транспорте и городском наземном электрическом транспорте.

При этом в требованиях к РСТО не конкретизируется каким образом и в каких единицах измеряются «совокупные расходы на осуществление поездок.

Социальный стандарт рекомендует в части совокупных расходов населения не превышать 7-процентную долю среднемесячных расходов пассажира на осуществление поездок автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом по муниципальным маршрутам регулярных перевозок в пределах муниципального образования от величины среднего арифметического взвешенного среднедушевого денежного дохода населения в субъекте Российской Федерации.

Методические рекомендации по оптимизации систем транспортного обслуживания городских агломераций, а также внедрению цифровых технологий оплаты проезда и мониторинга транспортного обслуживания населения (утверждены приказом Минтранса России от 30 декабря 2021 года № 482) так же оперируют этой единицей измерения и этим целевым значением.

Тем не менее РСТО ЯНАО в качестве единицы измерения указывает тыс. рублей, базовое значение в размере 350 тыс. рублей и рост целевых значений на 5 тыс. рублей ежегодно. Соответствует ли это 7% среднедушевого дохода в документе на уточняется.

РСТО СПб использует в качестве единиц измерения проценты и устанавливает, как базовое, так и целевые показатели на уровне 7%.

Проект РСТО Московской области устанавливает базовое значение на уровне 12% и целевое неравномерное снижение к концу срока действия документа до 8%.

Можно сделать предположение, что РСТО Московской области в некоторой степени формировался под влиянием результатов уже намеченных мероприятий.

В части использования проездных документов и единых тарифов все документы настроены на их повсеместное введение.

Показатели информационной доступности регулярных перевозок пассажиров

Требования к РСТО устанавливают в качестве таковых:

1. долю населения, имеющего возможность получения информации о времени прибытия маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта на остановочные пункты и (или) об осуществлении перевозки по заказу (в том числе с использованием мобильного приложения), в общем количестве населения, проживающего на территории субъекта Российской Федерации;

2. долю маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта, иных видов транспорта, подключенных к интеллектуальной транспортной системе на пассажирском транспорте, в общем количестве маршрутных транспортных средств;

Социальный стандарт ограничивается рекомендацией оснащения подвижного состава автобусного и городского наземного электрического транспорта средствами информирования, поэтому не может здесь служить ориентиром для каких-либо расчетов.

РСТО ЯНАО в качестве базового значения по первому показателю устанавливает 90% и прогнозирует поступательный рост до 95% к концу пятилетнего срока.

По второму показателю устанавливает базовое значение в 30%, но устанавливает высокие темпы роста целевого значения вплоть до 100% к концу срока действия документа.

РСТО СПб и Проект РСТО Московской области используют только второй показатель. В обоих случаях уже базовое значение установлено в 100%.

Показатели временной доступности регулярных перевозок пассажиров

Требования к РСТО устанавливают в качестве таковых:

1. время начала и окончания движения маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта и (или) иных видов транспорта;

2. периодичность (интервал) движения маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта и (или) иных видов транспорта;

3. запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение к месту назначения с использованием автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта, иных видов транспорта;

4. запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение к месту назначения с использованием только маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и

городского наземного электрического транспорта;

Формирование этих разделов оказывается одним из наиболее сложных для разработчиков документов.

Если РСТО ЯНАО устанавливает чёткие и недифференцированные показатели, то в РСТО СПб и Проекте РСТО Московской области, сделано множество обоснованных оговорок на то, что интервал движения и продолжительность поездки должны увязываться с существующими и перспективными пассажиропотоками.

Показатели, характеризующие безопасность регулярных перевозок пассажиров

Требования к РСТО устанавливают в качестве таковых:

1. показатели рейсовой безопасности регулярных перевозок пассажиров, определяющих долю дорожно-транспортных происшествий, произошедших по вине водителей маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта и учтённых в рамках ведения государственного учёта в соответствии со статьёй 9 Федерального закона «О безопасности дорожного движения», в общем количестве используемых маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта и (или) объёме перевозок пассажиров по маршрутам регулярных перевозок пассажиров;
2. показатели технической безопасности регулярных перевозок пассажиров, определяющих долю дорожно-транспортных происшествий, произошедших по причине технической неисправности маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта и учтённых в рамках ведения государственного учета в соответствии со статьей 9 Федерального закона «О безопасности дорожного движения», в общем количестве используемых маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта и (или) объеме перевозок пассажиров по маршрутам регулярных перевозок пассажиров;
3. показатели дорожной безопасности регулярных перевозок пассажиров, определяющих долю дорожно-транспортных происшествий, произошедших по причине неудовлетворительного состояния дорог с маршрутными транспортными средствами автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта и учтённых в рамках ведения государственного учёта в соответствии со статьей 9 Федерального закона «О безопасности дорожного движения», в общем количестве используемых маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта и (или) объёме перевозок пассажиров по маршрутам регулярных перевозок пассажиров;
4. показатели экологической безопасности регулярных перевозок пассажиров, определяющих долю маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта, соответствующих определённому экологическому классу, в общем количестве используемых маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта и (или) объеме перевозок пассажиров по маршрутам регулярных перевозок пассажиров;
5. Иные показатели

В рассматриваемых РСТО используются только 1 и 4 показатели, при этом в РСТО СПб и РСТО Московской области дополнительно устанавливается показатель «целевое значение срока эксплуатации подвижного состава», а в РСТО ЯНАО вводятся дополнительные показатели, связанные с оснащением подвижного состава:

1. Доля маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта, осуществляющих перевозки по муниципальным маршрутам регулярных перевозок, использующих в качестве моторного топлива природный газ, в общем количестве используемых маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта;
2. Доля маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта, оснащённых системами видеонаблюдения в салонах автобусов, в общем количестве используемых маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта;
3. Доля маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта, осуществляющих перевозки по муниципальным маршрутам регулярных перевозок, оснащенных системами контроля за работоспособностью водителей, в общем количестве используемых маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта;

4. Доля маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта, осуществляющих перевозки по муниципальным маршрутам регулярных перевозок, оснащенных системами автоматического подсчета пассажиров, в общем количестве используемых маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта;

5. Доля маршрутных транспортных средств автомобильного транспорта, осуществляющих перевозки по муниципальным маршрутам регулярных перевозок, возраст которых не превышает 5 лет.

Показатели, характеризующие комфортность регулярных перевозок пассажиров

Требования к РСТО устанавливают в качестве таковых:

1. показатели комфортности регулярных перевозок пассажиров в части ожидания, характеризующиеся оборудованием остановочных пунктов в соответствии с нормативными требованиями;

2. показатели комфортности регулярных перевозок пассажиров в части передвижения, характеризующиеся оснащением подвижного состава пользовательскими сервисами и наполняемостью салона;

3. показатели комфортности регулярных перевозок пассажиров в части пересадок, характеризующиеся количеством и продолжительностью необходимых для пересадок.

РСТО ЯНАО использует все предлагаемые требованиями показатели и устанавливает целевые значения непрерывно и поступательно изменяющиеся в сторону улучшения.

РСТО СПб вводит несколько дополнительных показателей по оснащению остановочных пунктов различным оборудованием.

Проект РСТО Московской области содержит дополнительные показатели, связанные с отдельным учетом числа рейсов выполненных по расписанию для различных видов транспорта.

Заключение

В ходе анализа опубликованных документов было выявлено что:

Пространная форма Требований к РСТО позволяет разработчикам как вводить дополнительные показатели транспортного обслуживания, так и опускать предложенные и по-разному трактовать их формулировку.

Разработчики обращались к уже существующим методическим документам для уточнения формулировок пространно изложенных в требованиях.

Так или иначе каждый документ содержал дополнительные показатели, не содержавшиеся в требованиях.

Являются ли различия в проанализированных документах отражением специфики субъектов Российской Федерации либо следствием различных подходов к разработке будет выяснено по мере реализации документов.

Список источников

1. Федеральный закон от 13 июля 2015 № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации»

2. Требования к региональному стандарту транспортного обслуживания населения, (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2023 года № 2086)

3. Региональный стандарт транспортного обслуживания населения на территории Ямало-ненецкого автономного округа, (утверждён постановлением правительства ЯНАО от 19 февраля 2024 года № 51-П)

4. Региональный стандарт транспортного обслуживания населения на территории города федерального значения Санкт-Петербург. (утверждён постановлением правительства Санкт-Петербурга от 1 ноября 2024 года № 968)

5. Региональный стандарт транспортного обслуживания населения на территории Московской области (проект) https://mtdi.mosreg.ru/dokumenty/protivodeystvie-korrupcii/antikorrupcionnaya-ekspertiza/proekt-postanovleniya-pravitelstva-moskovskoi-oblasti-ob-utverzdenii-regionalnogo-standarta-transportnogo-obsluzivaniya-naseleniya-na-territorii-moskovskoi-oblasti

6. Социальный стандарт транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом. (утверждён распоряжением Минтранса России от 31 января 2017 года № НА-19-р)

7. Методические рекомендации по оптимизации систем транспортного обслуживания городских агломераций, а также внедрению цифровых технологий оплаты проезда и мониторинга транспортного обслуживания населения (утверждены приказом Минтранса России от 30 декабря 2021 года № 482).

Статья поступила в редакцию 04.11.2024; одобрена после рецензирования 23.12.2024; принята к публикации 23.12.2024.

The article was submitted 04.11.2024; approved after reviewing 23.12.2024; accepted for publication 23.12.2024.

УДК 625.7

Владислав Андреевич Пастушков
Магистрант 2-го курса кафедры «Техносферная безопасность», Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Россия, 125319, Ленинградский пр-т., 64, Москва, vplampa@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ДИММИРОВАНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ

Аннотация. *В статье проведен анализ работ по исследуемой теме. Представлены аргументы, обосновывающие актуальность применения технологий, повышающих энергоэффективность. Рассмотрены энергоэффективные осветительные приборы, преимущества их использования и пути дальнейшего повышения энергоэффективности. Выполнено светотехническое моделирование с применением диммирования искусственного освещения дороги с оценкой полученных расчетных значений освещения с нормативными. Прослежена и описана связь между диммированием, повышением энергоэффективности при условии обеспечения безопасности дорожного движения. Выполнен расчет энергопотребления, проведен расчет экономии электроэнергии. Оценена энергоэффективность описываемого комплекса методов.*

Ключевые слова: *диммирование освещения, искусственное освещение, автомобильные дороги, энергоэффективность, осветительный прибор, светодиодный светильник, электроэнергия, световой поток.*

Для цитирования: *Пастушков В.А. Повышение энергоэффективности автомобильных дорог путем применения диммирования освещения // Научный вестник автомобильного транспорта. 2024. № 4. С. 12–18.*

Vladislav A. Pastushkov
Master`s degree student of the department «Technosphere Safety» MADI, 125319, 64, Leningradsky prospect, Moscow, 125319, Russia, vplampa@mail.ru

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF HIGHWAYS THROUGH THE USE OF LIGHTING DIMMING

Annotation. *The article analyzes the works on the topic under study. Arguments justifying the relevance of the application of technologies that increase energy efficiency are presented. Energy-efficient lightning devices, advantages of their use and ways to further increase energy efficiency are considered. Lighting modeling with application of dimming of artificial lighting of the road with estimation of the obtained calculated values of illumination with normative ones is carried out. The relationship between dimming, energy efficiency improvement under the condition of road safety is traced and described. Calculation of energy consumption is carried out, calculation of energy saving is carried out. Energy efficiency of the described complex of methods is estimated.*

Keywords: *lighting dimming, artificial lighting, highways, energy efficiency, lighting device, LED luminaire, electric power, luminous flux.*

For citation: *Pastushkov V.A. Increase of energy efficiency of highways by application of lighting dimming. Scientific bulletin of automobile transport. 2024;(4):12–18.*

Введение

Необходимой частью автомобильных дорог является искусственное освещение. Оно позволяет обеспечить качественный уровень эксплуатации автомобильных дорог участниками дорожного движения. Искусственное освещение, отвечающее нормативам освещенности, является одной из ключевых мер по повышению безопасности дорожного движения, ведь порядка 35% дорожно-транспортных происшествий происходит в темное время суток. Одной из главных причин повышенного числа ДТП в темное время суток является недостаточное расстояние видимости, из-за того, что искусственное освещение дорожного покрытия не удовлетворяет установленным нормативам или вовсе отсутствует. Плохие условия искусственного освещения (низкая освещенность, недостаточная яркость дорожного покрытия, ослепленность и др.) сокращают дистанцию обнаружения опасного объекта, объективно снижают скорость реакции, увеличивается время обработки информации мозгом [1, 2]. В то же время потребляемая мощность наружного освещения может достигать 40% от потребляемой мощности города [3]. Немаловажную роль при этом играет использование энергоэффективных осветительных приборов, способных обеспечить нормативные показатели при минимальных затратах электроэнергии, а также применение автоматизированных систем наружного освещения.

Постоянное развитие транспортной инфраструктуры и транспорта, строительство скоростных автомобильных дорог позволяет увеличить количественный и качественный уровень услуг, оказываемых пользователям автомобильных дорог [4]. Однако такое развитие подразумевает дополнительные затраты на электроэнергию и обеспечение безопасности. В данной статье рассмотрен комплексный подход при оценке методов повышения энергоэффективности искусственного освещения автомобильных дорог при условии обеспечения нормативных требований к освещенности, с учетом положений распоряжения Правительства Российской Федерации № 2502от 29.09.2020 года [5],в котором утвержден план мероприятий для оптимизации затрат на электрическую энергию для целей освещения автомобильных дорог и массового внедрения энергосберегающих технологий, включающий следующие мероприятия:

- подготовка предложений по стимулированию внедрения автоматизированных систем управления наружным освещением автомобильных дорог федерального, регионального и местного значения с учетом оценки экономической эффективности;
- подготовка предложений по установлению поэтапного запрета на использование для освещения автомобильных дорог энергетически неэффективных (по светоотдаче) источников света.

Согласно мероприятиям плана, указанным в распоряжении Правительства, а также ГОСТ Р 52766-2007 стационарное электрическое освещение предусматривает размещение на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий в темное время суток. Также допускается возможность в темное время суток при интенсивности движения пешеходов менее 40 чел./ч и транспортных средств в обоих направлениях менее 50 ед./ч снижение уровня наружного освещения путем отключения 50% светильников или при помощи регулятора светового потока, необходимо использование технологий способных повысить энергоэффективность системы освещения автомобильных дорог, а также осуществление планового перехода на наиболее энергетически эффективные источники света. Именно такие технологии и способы рассматриваются в данной статье.

Учитывая значительный рост участков загородных дорог с искусственным освещением, рассмотрена возможность повышения их энергоэффективности за счет регулирования светового потока.

Основная часть

Для проведения моделирования и расчетов выбран четырехполосный участок автомобильной дороги М-4 «Дон» протяженностью 1 километр, в районе 996-го км. Были выбраны светодиодные (СД) светильники исходя из их широкой распространенности на рынке ОП и ряда преимуществ:

- потребление электроэнергии значительно меньше сравнительно люминесцентных ламп и ламп накаливания, что позволяет существенно сократить затраты на электроэнергию;
- экологическая безопасность позволяет сохранять окружающую среду, не тре-

буя специальных условий по утилизации (то есть не содержит ртути, ее производных и других ядовитых, вредных или опасных составляющих материалов и веществ);

- более продолжительный срок службы сравнительно других ламп, что снижает частоту их замены и связанные с этим расходы;
- высокие показатели светоотдачи [6] позволяют удовлетворять нормативным показателям при меньших затратах электроэнергии;
- СД светильники обладают большей механической прочностью и виброустойчивостью [7];
- возможность регулировать уровень светового потока СД светильников, за счет диммирования;
- мгновенное зажигание при подаче питающего напряжения и стабильная работоспособность независимо от температуры окружающей среды [8].

Диммирование – процесс управления яркостью осветительного прибора (ОП), посредством диммера. Диммер представляет собой светорегулятор для управления световым потоком, путем изменения мощности [9]. Таким образом применение диммирования позволяет экономить электроэнергию, снижая мощность ОП и, как следствие, световой поток и освещенность. Для управления наружным освещением, где в роли ОП выступают светодиодные светильники, наиболее популярны в применении следующие виды диммирования:

1. Фазовое диммирование. Один из способов управления освещением. В таком случае диммеры с отсечкой фазы ограничивают мощность, подаваемую на лампу в течение каждого полупериода сетевого напряжения, управляя задержкой момента подключения напряжения к нагрузке. Фаза может отсекаться по переднему фронту или по заднему, в зависимости от типа. Диммер выполненный на симисторе отсекает фазу по переднему фронту синусоиды, в то время как транзисторный диммер по заднему фронту [10].

2. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Способ управления подачей мощности к нагрузке. Принцип работы заключается в изменении продолжительности импульсов электрического сигнала. Диммер создает серию коротких импульсов напряжения, где длина каждого импульса определяет параметры светового потока [11].

3. Диммирование через сети управления. Такой способ предусматривает реализацию систему связи для целенаправленной отправки команд управления от автоматических источников питания к осветительным приборам. К таким способам относят комплектацию светильников программируемыми LED-драйверами. К преимуществам таких драйверов можно отнести возможность настроить профили димминга (фиксированный или адаптивный по времени) [12].

Наиболее актуальным и применимым на практике является способ диммирования через сети управления. Данный способ больше остальных подходит для работы с масштабным наружным освещением, а также СД светильниками. Такой способ диммирования подразумевает применение автоматических систем управления наружным освещением (АСУНО), которые позволяют оптимизировать работу всей системы дорожного освещения. Дополнительно возможна установка датчиков естественного освещения, позволяющих регулировать время включения и отключения системы освещения в зависимости от показателей естественной освещенности дорожного полотна. Такие датчики в совокупности с АСУНО позволяют достичь наибольшего положительного эффекта.

Расчетная часть

В расчетной части при помощи программного обеспечения Light-in-Night Road v. 6.0 было выполнено моделирование нескольких сценариев при использовании светодиодных осветительных приборов. Были проведены светотехнические расчеты без применения диммирования, а также при снижении светового потока светильников на 10 и 30%. Проведены расчеты затрат электроэнергии на освещение в каждом из сценариев, а также экономия электроэнергии при использовании диммирования. В этой же части проведено сравнение полученных итоговых расчетных значений освещенности с нормативными.

Согласно ГОСТ 33176-2014 нормируются следующие параметры освещения дорог: средняя яркость дорожного покрытия L, кд/м^2; общая равномерность яркости U_o; продольная равномерность яркости U_i; средняя освещенность на дорожном покрытии E_h,лк; равномерность ос-

вещенности U_h; пороговое приращение яркости TI, %; коэффициент периферийного освещения SR. При этом класс освещения дорог устанавливается на национальном уровне. Класс объекта по освещению в соответствии с ГОСТ Р 55706-2013 определяется как А1. Значения этих нормируемых параметров для исследуемого объекта приведены в табл. 1:

Таблица 1

Значения нормируемых параметров освещения дорог

Класс освещения дорог	L, кд/м^2, не менее	U_o, не менее	U_i, не менее	E_h,лк, не менее	U_h, не менее	TI, %, не менее	SR, не менее
А1	1,6	0,4	0,7	20	0,35	10	0,5

Моделирование участка было выполнено для участка автомобильной дороги имеющего следующие характеристики: общее число полос движения – 4; ширина одной полосы движения – 3,75 м; ширина разделительной полосы – 5 м; полная ширина проезжей части – 20 м. Так же, как наиболее перспективная в эксплуатации схема расположения опор освещения была выбрана схема с расположением на разделительной полосе. При таком размещении опор обеспечиваются все нормативные показатели и минимизируются затраты на сами опоры вследствие уменьшения их количества. Осветительные приборы размещены на двухрожковых консольных кронштейнах непосредственно на опорах. В всех ситуациях моделирования конфигурация опор освещения имеет следующие значения: шаг между опорами – 37,5 м; высота светового центра ОП над проезжей частью – 10,5 м; вылет светового центра ОП относительно оси опоры – 2,0 м.

Для моделирования были выбраны светодиодные светильники от двух производителей, оба светильника имеют номинальную мощность 300 Вт. В первом случае для расчета использовался светодиодный осветительный прибор GALAD Урбан LLED-300-ШО/У50, имеющий следующие светотехнические характеристики: световой поток – 45000 лм; диапазон цветовой температуры – 4000 К; световая отдача светильника – 150 лм/Вт. Во втором же случае PHILIPS BPR494 LED402 WW 300W 220-240VDMGM с характеристиками: световой поток – 40200 лм; диапазон цветовой температуры – 4000 К; световая отдача светильника – 140 лм/Вт.

В первом расчетном случае диммирование не применялось, световой поток ни для одного из ОП не снижался. Так как в программном обеспечении нет возможности для расчета периферийного коэффициента освещения SR, расчет был проведен вручную. В ГОСТ 33176-2014 дано определение для коэффициента SR: отношение средней освещенности на поверхности обочины к средней освещенности на поверхности полосы проезжей части, примыкающей к обочине и равной ей по ширине. При расчете при помощи ПО был получен показатель средней освещенности на каждой из обочин. Для светильника GALAD равный $E_{o.cp}$ = 34,5 лк, для светильника PHILIPS $E_{o.cp}$ = 61,6 лк. Таким образом можно получить данные по коэффициенту SR используя формулу:

$$SR = \frac{E_{o.cp.}}{E_h} \quad (1)$$

На основе формулы, приведенной выше, были произведены расчеты, по результатам которых были получены значения SR, равные 0,574 и 0,594. Значения полученных при расчетном моделировании нормируемых показателей освещения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Полученные при светотехническом моделировании нормируемые параметров освещения

Осветительный прибор	L, кд/м^2	U_o	U_i	E_h, лк	U_h	TI, %	SR
GALAD	3,20	0,48	0,76	60,1	0,55	12,3	0,574
PHILIPS	5,99	0,43	0,71	103,6	0,52	16,4	0,594

Из приведенной выше таблицы видно, что все полученные показатели соответствуют нормативным. В таком случае можно рассчитать затраты электроэнергии для обеспечения освещением участка автомобильной дороги длинной 1 км. Известны затраты электроэнергии на один ОП, а

также их общее количество. Расчет потребности электроэнергии, затрачиваемой на освещение, производится по следующей формуле:

$$W = n \times P \times T \times k_3 \qquad (2)$$

Итоговое потребление электроэнергии является произведением следующих составляющих: общее количество светильников – n, принимается равным 54 шт; номинальная мощность одного светильника – P, Вт; время горения светильника – T, в данном случае принимается 3500 часов в год; коэффициент запаса, учитывающий изменение полезного эффекта источника – $k_з$, в данном случае принимается равным 1,5. Расчетное значение потребляемой осветительными приборами энергии без снижения мощности светового потока составило 85,05 МВт·ч.

Следующий расчет проходил, при условии снижения светового потока на 10%. Для светильника GALAD при таком уменьшении величина светового потока составила 40500 лм. В то время как для светильника PHILIPS36180 лм. Характеристики моделируемого участка автомобильной дороги остались прежними, как и конфигурация опор освещения. Для расчета периферийного коэффициента освещения SR были получены показатели средней освещенности на каждой из обочин. Для светильника GALAD $E_{о.ср}$ = 27,2 лк, $E_{о.ср}$ = 49,3лк. По результатам светотехнического моделирования с использованием диммирования были получены расчетные значения нормируемых параметров освещения, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Полученные при светотехническом моделировании нормируемые параметры освещения, при снижении светового потока на 10%

Осветительный прибор	L, кд/м^2	U_o	U_i	E_h, лк	U_h	TI, %	SR
GALAD	3,00	0,41	0,70	52,5	0,35	10,6	0,518
PHILIPS	5,39	0,43	0,71	93,2	0,52	14,9	0,529

Из таблицы видно, что при снижении светового потока на 10% все расчетные параметры соответствуют нормируемым. Так же, как и в предыдущем случае, по формуле 2 была рассчитана потребность затрачиваемой на освещение электроэнергии. В данном случае мощность светильника P была принята равной 293 Вт, т.к. зависимость между снижаемым световым потоком и мощностью светильника не линейна. По результатам расчета было получено, что необходимые годовые затраты электроэнергии на освещение участка автомобильной дороги длинной 1 километр составляют 83,06 МВт·ч. При снижении светового потока на 10% экономия электроэнергии составила порядка 1,98 МВт·ч. Однако светильник GALAD не может поддаваться дальнейшему диммированию. Так, значения общей равномерности яркости, продольной равномерности яркости и равномерности освещенности практически соответствуют нормируемым параметрам. При большем снижении светового потока эти параметры перестанут соответствовать нормативным, что недопустимо. Дальнейшие светотехнические расчеты будут вестись только по одному ОП.

Последний сценарий рассчитывался только для светильника PHILIPS, при этом световой поток был снижен на 30%, и его величина составила 28140 лм. Характеристики моделируемого участка не изменялись. Показатель средней освещенности обочины составил $E_{о.ср}$ = 31,3 лк., в то время как коэффициент SR получился равным 0,503. Полученные при расчетах значения нормируемых параметров освещения приведены в таблице 4.

Таблица 4

Полученные при светотехническом моделировании нормируемые параметры освещения, при снижении светового потока на 30%

Осветительный прибор	L, кд/м^2	U_o	U_i	E_h,лк	U_h	TI, %	SR
PHILIPS	3,60	0,43	0,71	62,2	0,52	13,7	0,503

По результатам последней расчетной ситуации с применением диммирования можно видеть, что все полученные расчетные значения соответствуют нормативным. Что подтверждает возможность исполнения нормативов при снижении светового потока осветительного прибора. Как и в предыдущих случаях, по формуле 2, рассчитана потреб-

ность затрачиваемой на освещение электроэнергии. При этом мощность светильника была принята равной 273 Вт. По результатам расчетов было получено, что необходимые годовые затраты электроэнергии составят 77,39 МВт·ч, в то время как экономия электроэнергии при таком варианте диммирования достигает 7,66 МВт·ч.

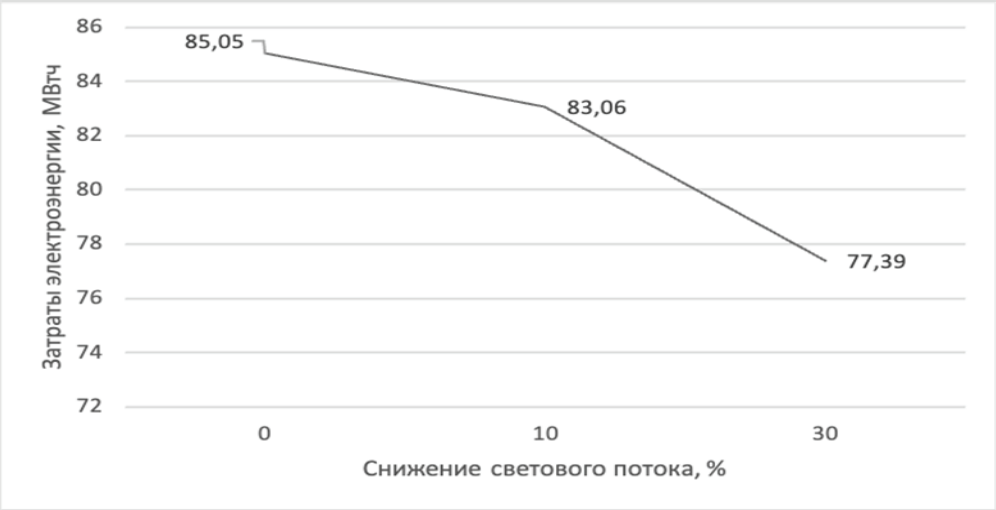

Рис. 1. Зависимость снижения затрат электроэнергии от снижения светового потока

По результатам выполненного диммирования осветительных приборов, описанных в данной статье, можно сказать, что это оптимальный способ повышения энергоэффективности автомобильных дорог. Но в то же время, при значительном уменьшении светового потока часть нормируемых параметров не имеет запаса в части обеспечения соответствия нормативным значениям в случае ухудшения состояния ОП (запыление, помутнение стекла). Это говорит о нецелесообразности диммирования, более чем на 30%. При этом на степень диммирования так же влияет грамотный выбор ОП.

Заключение

В статье были описаны наиболее распространенные в настоящее время осветительные приборы, для которых выполнена оценка энергопотребления. Из расчетной части было получено, что при снижении светового потока на 10% экономия электроэнергии может достигать 2,3%. При диммировании на 30% экономия электроэнергии составляет порядка 9%. Помимо повышения энергоэффективности обеспечиваются нормативные требования к искусственному освещению автомобильной дороги, соблюдается и безопасность дорожного движения. Способность обеспечения нормативных показателей, при меньших затратах электроэнергии делает такую технологию особенно достаточно перспективной, в том числе при обеспечении ее применения в АСУНО, учитывающих в реальном времени естественное освещение на участке дороги. Исходя из результатов проведенного исследования можно сказать о возможности применения такой технологии на реальных участках автомобильных дорог.

Список источников

1. Ван Боммель В. Исследование дорожного освещения за последние 80 лет. Результаты и уроки на будущее // Светотехника. – 1999. – № 6. – С. 4–6.

2. Беляев, В.М. К принципам размещения автозаправочных комплексов на трассах / В.М. Беляев, М. И. Малышев // 2012. – № 8. – С. 61–64.

3. Хавазов Т.Ш., Крупнов А.В. Повышение энергоэффективности в системе освещения автомобильных дорог // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». – 2022. – № 4 (16). – С. 64. https://vestnik-tstu.ru/files/63bc3c37958a39.58297594.371.pdf

4. Жумалиева С.Ж., Тимофеева Д.А., Малышев М.И. Сетевой график перевозки грузов по маршруту Мурманск – Санкт-Петербург – Мумбаи – Коломбо и сравнительный анализ морских путей и мультимодального транспорт-

ного коридора «Север-Юг» // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – С. 139. https://oreluniver.ru/public/file/archive/mtitm_okonchatelnyy_3-2(86).pdf#page=140

5. Распоряжение Правительства РФ от 29.09.2020 № 2502-р «Об утверждении плана мероприятий по вопросам оптимизации затрат на электрическую энергию субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях для целей освещения автомобильных дорог и массового внедрения энергосберегающих технологий» http://static.government.ru/media/files/latrwQ1NKvwAySAVYITxhwwAgMclMqsq.pdf

6. Шириев Р.Р., Борисов А.Н., Валеев А.А. Об обеспечении теплового режима светодиодного источника света // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24. – № 3. – С. 116–124. https://cyberleninka.ru/article/n/ob-obespechenii-teplovogo-rezhima-svetodiodnogo-istochnika-sveta

7. Моргунов Д.Н. Достоинство и недостатки светодиодного освещения // Наука, техника и образование. – 2016. – № 5 (23). – С. 55–59. https://cyberleninka.ru/article/n/dostoinstvo-i-nedostatki-svetodiodnogo-osvescheniya

8. Моргунов Д.Н., Васильев С.И. Анализ характеристик светодиодных источников света // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 6 (62). – С. 75–77. https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-harakteristik-svetodiodnyh-istochnikov-sveta

9. AnLAN: дистрибьютор сетевых компонентов. Диммеры – виды и функциональность. 2024. URL: https://anlan.ru/articles/dimmery--vidy-i-funktsionalnost (дата обращения 09.12.2024).

10. Журнал «РАДИОЛОЦМАН»: контроллеры современных систем освещения с поддержкой функции диммирования. 2013. URL: https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=137847&srsltid=AfmBOooXJp_2TgIb11_w3DF-TD5v4voEk_ZE3TmtUeyuvP_H5Xb04AzB (дата обращения: 09.12.2024).

11. Образовательный сайт Школа для электрика: Основы электроники: Широтно-импульсная модуляция. 2024. URL: https://electricalschool.info/electronica/1759-shirotno-impulsnaja-moduljacija.html (дата обращения 13.12.2024).

12. Брайтэлек. Блог / Применение программируемых драйверов в светильниках наружного освещения. URL: https://brightelec.ru/blog/dimming_v_svetilnikah (дата обращения 13.12.2024).

Статья поступила в редакцию 01.12.2024; одобрена после рецензирования 23.12.2024; принята к публикации 23.12.2024.

The article was submitted 02.12.2024; approved after reviewing 23.12.2024; accepted for publication 23.12.2024.

УДК 656:33

Кирилл Владимирович Трякин
старший научный сотрудник отдела экономики транспорта Научно-исследовательского института автомобильного транспорта, Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24, ktryakin@niiat.ru

ВЫБОР ПАРАМЕТРА НОРМАТИВА НАРАБОТКИ ДО СПИСАНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ АВТОБУСНОГО И НАЗЕМНОГО ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА, ВЫПОЛНЯЮЩЕГО РЕГУЛЯРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ: СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ. ПРОБЕГ С НАЧАЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация. *В статье рассмотрены исследованные в ходе НИР по государственному контракту среднегодовые пробеги транспортных средств пассажирских транспортных средств автобусного и наземного городского электрического транспорта, выполняющего регулярные перевозки пассажиров. Обоснована необходимость использования показателя «пробег, накопленный с начала эксплуатации» при реализации мероприятий по обновлению парка пассажирских транспортных средств. Итогом работы являются соответствующие предложения.*

Ключевые слова: *автобус, трамвай, троллейбус, срок полезного использования, пробег с начала эксплуатации*

Для цитирования: *Трякин К.В. Выбор параметра норматива наработки до списания пассажирских транспортных средств автобусного и наземного городского электрического транспорта, выполняющего регулярные перевозки пассажиров: Срок эксплуатации. Пробег с начала эксплуатации // Научный вестник автомобильного транспорта. 2024. № 4. С. 19–29.*

Kirill Vl. Tryakin
Senior Researcher at the Research Department "Economics of Transport" of the Scientific Research Institute of Automobile Transport, 24 Geroyev Panfilovtsev str., Moscow, 125480, Russia, ktryakin@niiat.ru

THE CHOICE OF PARAMETER OF THE STANDARD OF THE OPERATING TIME TO WRITE-OFF OF PASSENGER VEHICLES OF THE BUS AND LAND CITY ELECTRIC TRANSPORT WHICH IS CARRYING OUT REGULAR PUBLIC CONVEYANCES: OPERATION TERM. THE RUN SINCE THE BEGINNING OF OPERATION

Annotation. *In article the average annual vehicles mileages of passenger vehicles of the bus and land city electric transport which is carrying out regular transportations of passengers investigated during research under the public contract are considered. Need of use of the indicator "the run which is saved up since the beginning of operation" at realization of actions for updating of the park of passenger vehicles is proved. The result of work are the relevant proposals.*

Keywords: *the bus, the tram, the trolleybus, useful service, run since the beginning of operation*

For citation: *Tryakin K.Vl. The choice of parameter of the standard of the operating time to write-off of passenger vehicles of the bus and land city electric transport which is carrying out regular public conveyances: Operation term. The run since the beginning of operation. Scientific bulletin of automobile transport. 2024. No. 4. P. 19–29.*

Введение

Одной из важных проблем, стоящих в настоящее время перед пассажирской под отраслью, является определение нормативов наработки до списания пассажирских транспортных средств, – автобусов, трамваев, троллейбусов. Степень актуальности этого предмета существенно возросла в связи с вступлением в силу указов Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 и от 28 ноября 2024 г. № 1014 [1, 2]. Этими документами предписывается увеличить к 2030 году в агломерациях и городах долю парка общественного транспорта, имеющего срок эксплуатации не старше нормативного, не менее чем до 85 процентов, а также внести показатель «доля парка общественного транспорта, имеющего срок эксплуатации не старше нормативного, в агломерациях и городах» в перечень показателей для оценки эффективности деятельности высших должностных лиц субъектов Российской Федерации и деятельности исполнительных органов субъектов Российской Федерации с возложением обязанности отчёта указанных лиц и органов по этому показателю ежегодно в срок до 1 февраля. В этой связи является важным правильный выбор показателя оценки наработки до списания пассажирских транспортных средств.

В настоящее время в ряде нормативных актов указанный показатель исчисляется в годах.

Постановлением Правительства РФ «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы» [3], устанавливающим сроки полезного использования пассажирских транспортных средств, для расчета амортизационных отчислений в соответствии со статьей 258 Налогового кодекса в целях определения налогооблагаемой базы налога на прибыль, установлены сроки полезного использования:

- для автобусов особо малых и малых – свыше 3 лет до 5 лет включительно;
- для автобусов средних и больших, а также городских особо больших – свыше 5 лет до 7 лет включительно;
- для автобусов прочих особо больших – свыше 7 лет до 10 лет включительно;
- для троллейбусов – свыше 5 лет до 7 лет включительно;
- для трамвайных вагонов – свыше 7 лет до 10 лет включительно.

Транспортной стратегией Российской Федерации до 2030 года [4] предусмотрено обновление парка автобусов старше 15 лет.

В то же время, нормативными актами Союза Советских Социалистических Республик [5, 6 – утратило силу с 01.01.2021] начиная с 1974 года нормы амортизационных отчислений автобусов транспорта общего пользования устанавливались применительно к пробегу.

Предельные эксплуатационные нормативы автотранспортных средств – нормы пробега до капитального ремонта были установлены Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [7 – утратило силу с 31.08.2020]. Кроме того, нормы пробега до капитального ремонта были приведены в прейскурантах оптовых цен на автотранспортные средства и троллейбусы, утверждавшихся Госкомцен СССР [8], в настоящее время не действующих. В ряде руководств по эксплуатации автобусов производства Минского автомобильного завода [9–18] приводятся сведения о нормах пробега (ресурсе) автобусов до первого капитального ремонта.

В этой связи важной задачей является объективный выбор параметра норматива наработки до списания пассажирских транспортных средств – срока эксплуатации, либо пробега с начала эксплуатации.

Поскольку физический износ пассажирских транспортных средств прямо пропорционален их пробегу, целесообразно проанализировать распределение значений их среднегодовых пробегов у различных перевозчиков.

Анализ распределения значений среднегодовых пробегов пассажирских транспортных средств ПТОП у различных перевозчиков

Анализ данных о среднегодовых пробегах транспортных средств проведён на основании анкетного опроса перевозчиков за период 2022 года, проведённого Минтрансом России в 2023 г. в рамках НИР по государственному контракту № 11423418 от 17 августа 2023 г.

Сведения о числе перевозчиков, данные которых использованы для анализа, о числе пассажирских транспортных средств каждого класса в совокупности за 2022 г., средние годовые пробеги пассажирских транспортных средств каждого класса в целом по выборке, минимальные и максимальные среднегодовые пробеги парка пасса-

жирских транспортных средств каждого класса, принадлежащего одному перевозчику приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что среднегодовые пробеги пассажирских транспортных средств каждого класса в целом по выборке превышают минимальные значения, характерные для парка одного перевозчика, от 1,6 до 3,0 крат. В то же время, минимальные значения, характерные для парка одного перевозчика, превышают среднегодовые пробеги пассажирских транспортных в целом по выборке от 1,3 до 2,4 крат. Среднегодовые пробеги автобусов среднего класса в целом по выборке превышают аналогичный показатель для автобусов особо большого класса на 25 процентов.

Таблица 1

Число перевозчиков, данные которых использованы для анализа, число пассажирских транспортных средств каждого класса в совокупности за 2022 г., средние годовые пробеги пассажирских транспортных средств каждого класса, минимальные и максимальные среднегодовые пробеги парка пассажирских транспортных средств каждого класса

Вид, класс транспортных средств	Число перевозчиков, ед.	Число пассажирских транспортных средств, ед.	Средние годовые пробеги, тыс. км	Минимальные среднегодовые пробеги, тыс. км	Максимальные среднегодовые пробеги, тыс. км
Автобусы малого класса	27	310	65,4	21,6	103,5
Автобусы среднего класса	27	494	69,5	23,0	92,3
Автобусы большого класса	23	2473	56,9	21,4	134,0
Автобусы особо большого класса	6	605	55,3	16,0	83,0
Трамваи	12	2291	39,3	25,1	61,1
Троллейбусы	16	2240	41,7	19,5	56,2

Автобусы малого класса

Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу автобусов малого класса приведено на рисунке 1. На рисунке 12.2 приведено распределение парка автобусов малого класса по среднегодовому пробегу с учётом принадлежности к конкретным перевозчикам. При построении распределения ось абсцисс разбита на интервалы, соответствующие интервалам на рисунке 12.1.

Из рисунка видно, что наибольшая доля перевозчиков эксплуатирует автобусы в интервале среднегодовых пробегов свыше 35 до 65 тыс. км; в сумме эти интервалы пробегов имеют 46% перевозчиков. Доля перевозчиков, у которых среднегодовые пробеги автобусов не более 35 тыс. км составляет 26,9%. Доля перевозчиков, у которых среднегодовые пробеги автобусов более 95 тыс. км в 2021 г. составила 3,8%, в 2022 г. таких перевозчиков нет.

Рис. 1. Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу эксплуатируемых автобусов малого класса

На рисунке 2 приведено распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых автобусов малого класса с среднегодовым пробегом в целом по совокупности. Видно, что, практически, у четверти перевозчиков среднегодовой пробег автобусов не превышает 0,5 от среднегодового пробега в целом по совокупности автобусов малого класса. У 3,8% перевозчиков среднегодовой пробег автобусов в 2021 г. превысил 1,5 среднегодового пробега в целом по совокупности автобусов. В интервале, находящемся в пределах 5% отклонения в обе стороны от среднего по совокупности имели среднегодовой пробег лишь 3,8% перевозчиков в 2021 г. и 7,7% перевозчиков в 2022 г. В сумме, 53,8% автобусов в 2021 г. и 65,4% в 2022 г. имели среднегодовой пробег вне интервала 0,75–1,25% от среднегодового пробега в целом по совокупности автобусов малого класса.

Рис. 2. Распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых автобусов малого класса с среднегодовым пробегом в целом по совокупности

Автобусы среднего класса

Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу автобусов среднего класса приведено на рисунке 3.

Из рисунка видно, что наибольшая доля перевозчиков эксплуатирует автобусы в интервалах среднегодовых пробегов свыше 35 до 50 тыс. км, а также свыше 65 до 80 тыс. км; на каждый из этих интервалов пробегов приходится 32% перевозчиков в 2021 г., и 22% – в 2022 г. Доля перевозчиков, у которых среднегодовые пробеги автобусов не превышает 35 тыс. км составила в 2021 г. – 12%, и в 2022 г. – 22 процента. Перевозчики, у которых среднегодовые пробеги автобусов составляют более 95 тыс. км, в 2021 г. и 2022 г. отсутствуют.

На рисунке 4 приведено распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых автобусов среднего класса с среднегодовым пробегом в целом по совокупности. Из рисунка видно, что у 16% перевозчиков в 2021 г. и 22% перевозчиков в 2022 г. среднегодовой пробег автобусов не превышает 0,5 от среднегодового пробега в целом по совокупности автобусов среднего класса. В интервале, находящемся в пределах 5% отклонения в обе стороны от среднего по совокупности имеют среднегодовой пробег 20% перевозчиков в 2021 г. и 7,4% перевозчиков в 2022 г. В сумме, 44% автобусов в 2021 г. и 63% в 2022 г. имеют среднегодовой пробег вне интервала 0,75–1,25% от среднегодового пробега в целом по совокупности автобусов среднего класса.

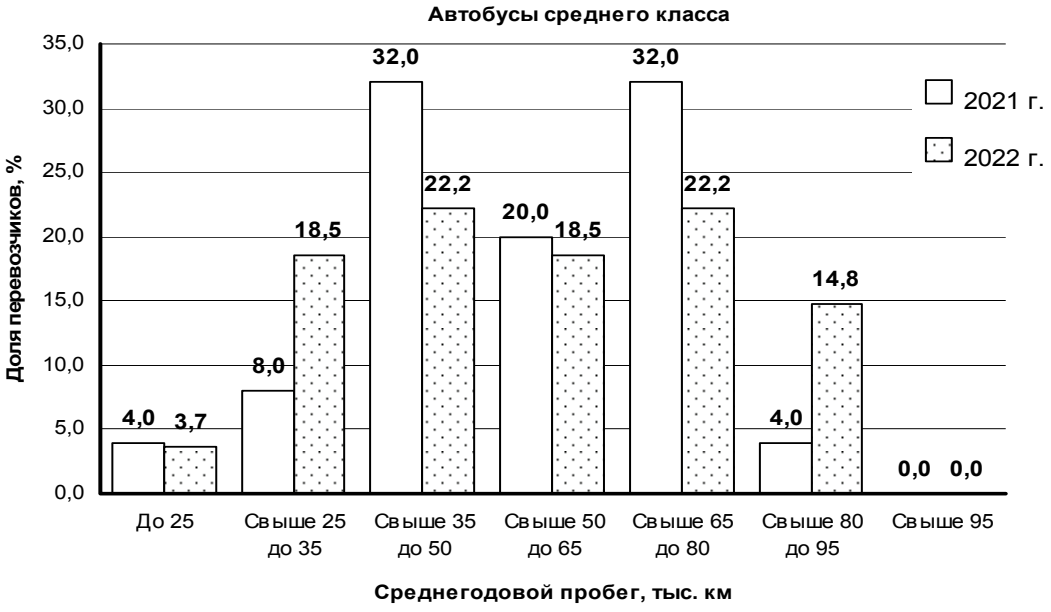

Рис. 3. Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу эксплуатируемых автобусов среднего класса

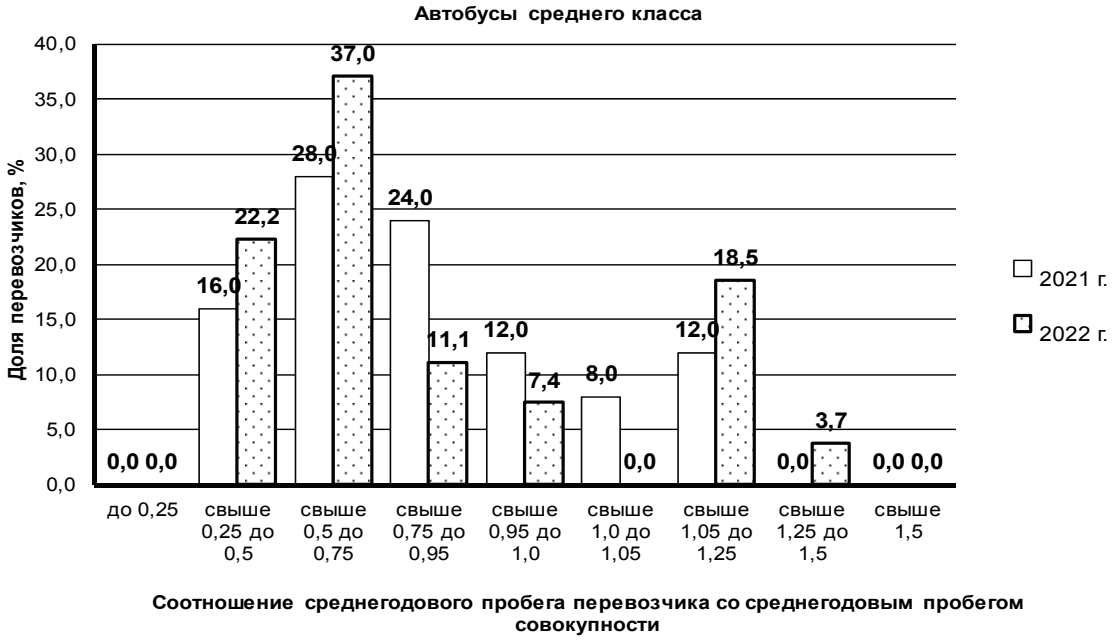

Рис. 4. Распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых автобусов среднего класса с среднегодовым пробегом в целом по совокупности

Автобусы большого класса

Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу автобусов большого класса приведено на рисунке 5. Наибольшая доля перевозчиков эксплуатировала автобусы в интервалах среднегодовых пробегов в 2021 г. – свыше 35 до 50 тыс. км (34,8%), и в 2022 г. в смежном интервале – свыше 50 до 65 тыс. км (33%). Доля перевозчиков, у которых среднегодовые пробеги автобусов не превышает 35 тыс. км, составила в 2021 г. – 21,7 %, и в 2022 г. – 19 процентов. Доля перевозчиков, у которых среднегодовые пробеги автобусов более 95 тыс. км, в 2021 г. составила 8,7%, и в 2022 г. – 9,5%.

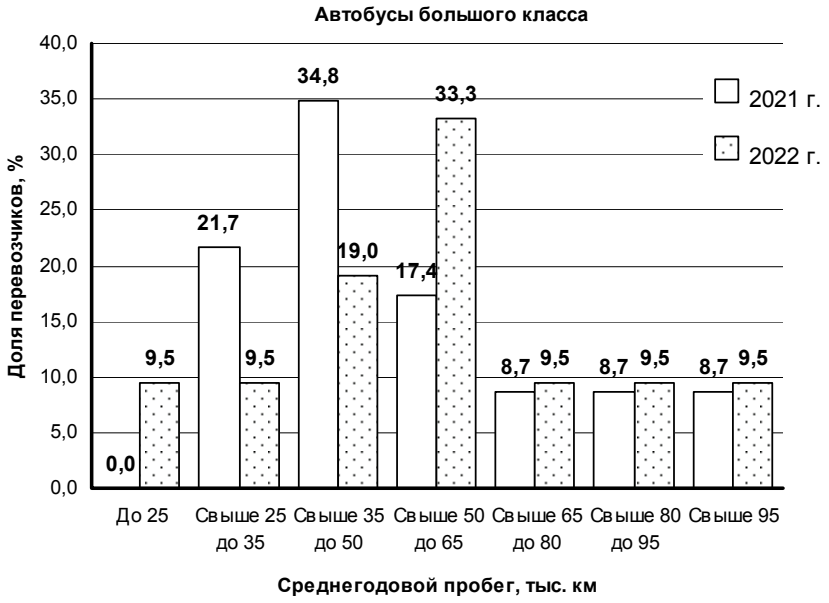

Рис. 5. Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу эксплуатируемых автобусов большого класса

На рисунке 6 приведено распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых автобусов большого класса с среднегодовым пробегом в целом по совокупности. Из рисунка видно, что у 8,7% перевозчиков в 2021 г. и 14% перевозчиков в 2022 г. среднегодовой пробег автобусов не превышает 0,5 от среднегодового пробега в целом по совокупности автобусов большого класса. У 13% перевозчиков в 2021 г. и 19% – в 2022 г. среднегодовой пробег превышает 1,5 среднегодового пробега в целом по совокупности, причём, у 9% в 2021 г. и у 5% в 2022 г. он превышает двукратную величину. В интервале, находящемся в пределах 5% отклонения в обе стороны от среднего по совокупности имеют среднегодовой пробег 13% перевозчиков в 2021 г. и 19,1% перевозчиков в 2022 г. В сумме, 47,8% автобусов в 2021 г. и 52,4% в 2022 г. имели среднегодовой пробег вне интервала 0,75–1,25% от среднегодового пробега в целом по совокупности автобусов большого класса.

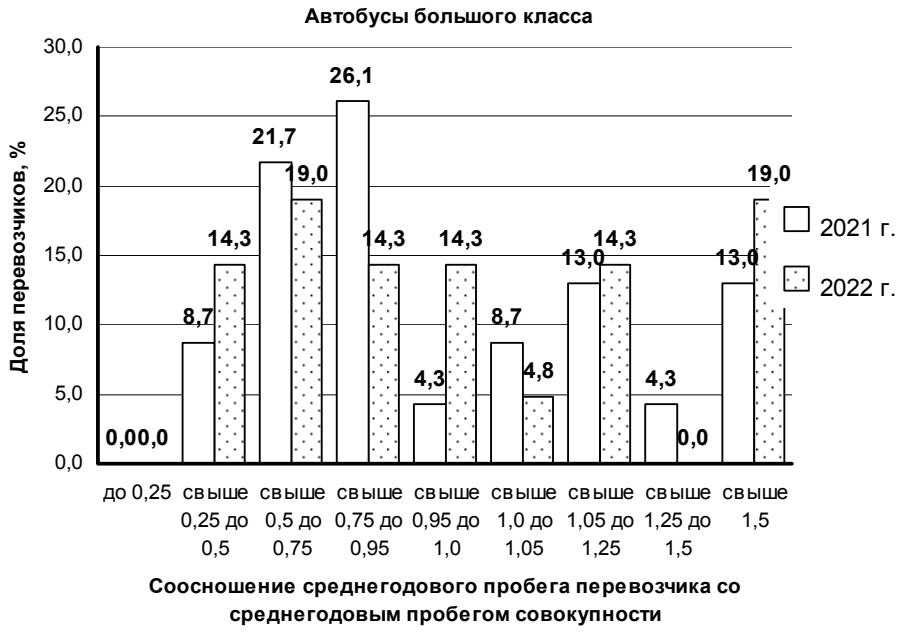

Рис. 6. Распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых автобусов большого класса с среднегодовым пробегом в целом по совокупности

Автобусы особо большого класса

Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу автобусов особо большого класса приведено на рисунке 7.

Наибольшая доля перевозчиков эксплуатировала автобусы в интервалах среднегодовых пробегов в 2021 г. – свыше 35 до 50 тыс. км (33%), и в 2022 г. в смежном интервале – свыше 50 до 65 тыс. км (40%). Доля перевозчиков, у которых среднегодовые пробеги автобусов не превышает 35 тыс. км составила в 2021 г. – 33%, и в 2022 г. – 20 процентов. Перевозчики, у которых среднегодовые пробеги автобусов составляли более 95 тыс. км, в 2021 г. и в 2022 г. отсутствовали.

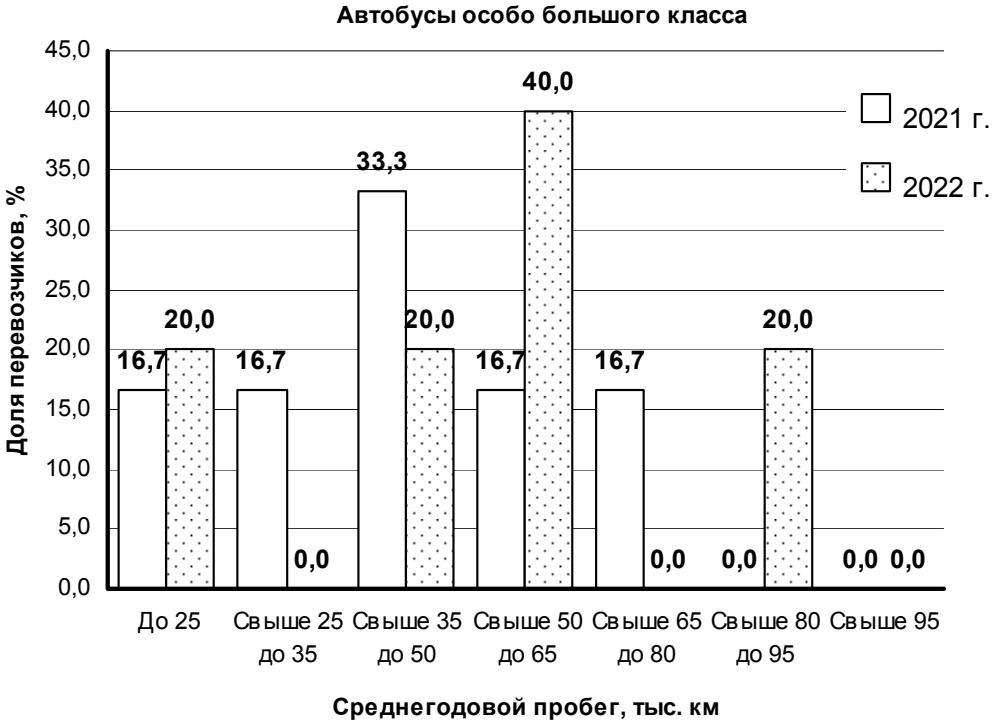

Рис. 7. Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу эксплуатируемых автобусов особо большого класса

На рисунке 8 приведено распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых автобусов особо большого класса с среднегодовым пробегом в целом по совокупности. Из рисунка видно, что у 16,7% перевозчиков в 2021 г. и у 20% перевозчиков в 2022 г. среднегодовой пробег автобусов не превышает 0,5 от среднегодового пробега в целом по совокупности автобусов особо большого класса. В интервале, находящемся в пределах 5% отклонения в обе стороны от среднего по совокупности имеет значение среднегодовой пробег 13% перевозчиков в 2021 г. и 20% перевозчиков в 2022 г. В сумме, 66,7% автобусов в 2021 г. и 60% в 2022 г. имели среднегодовой пробег вне интервала 0,75–1,25% от среднегодового пробега в целом по совокупности автобусов особо большого класса.

Анализируя диаграмму, следует обратить внимание, что она составлена по данным лишь 6 перевозчиков, что обусловливает специфическое распределение, характеризуемое, в частности, значительным числом «выпавших» интервалов.

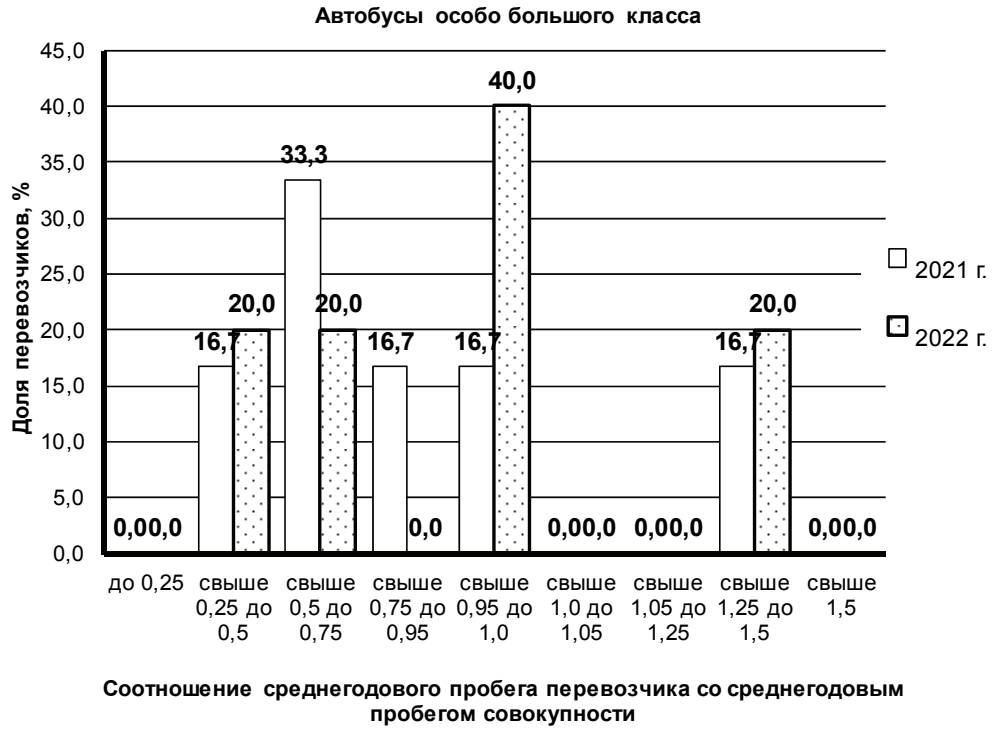

Рис. 8. Распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых автобусов особо большого класса с среднегодовым пробегом в целом по совокупности

Трамваи

Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу трамваев приведено на рисунке 9. Наибольшая доля перевозчиков эксплуатировала трамваи в интервалах среднегодовых пробегов в 2021 г. – свыше 25 до 35 тыс. км и свыше 35 до 45 тыс. км (по 41,7%), и в 2022 г. в интервале – свыше 25 до 35 тыс. км (50%). Доля перевозчиков, у которых среднегодовые пробеги трамваев превышали 55 тыс. км, составляет 16,7% в 2021 г. и в 2022 г.

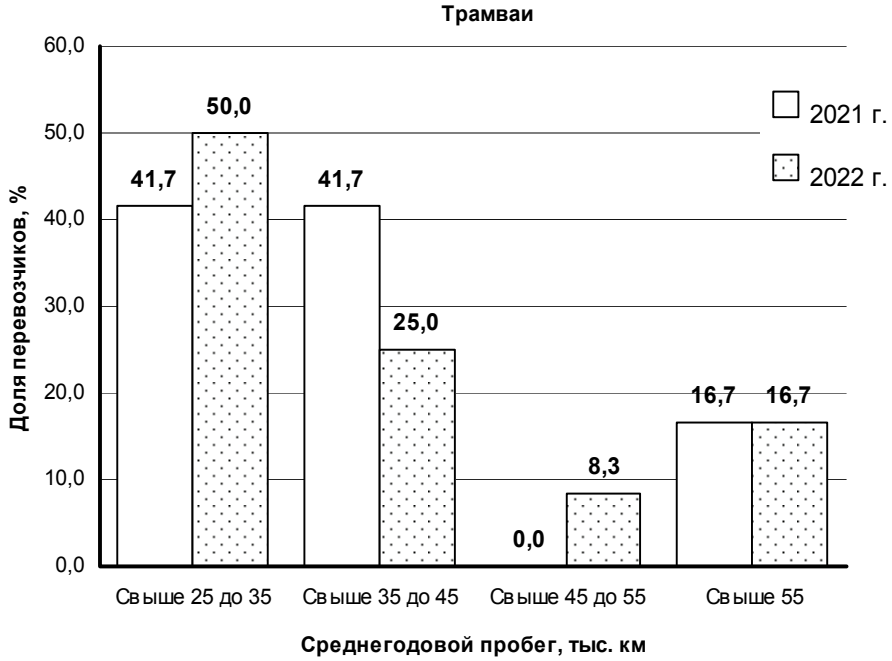

Рис. 9. Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу эксплуатируемых трамваев

На рисунке 10 приведено распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых трамваев с среднегодовым пробегом в целом по совокупности. Из рисунка видно, что у наибольшей части перевозчиков – у 33% в 2021 г. и у 41,7% перевозчиков в 2022 г. среднегодовой пробег трамваев находится в интервале 0,75–0,95% от среднегодового пробега в целом по совокупности трамваев. В то же время, в интервале, находящемся в пределах 5% отклонения в обе стороны от среднего по совокупности в 2021 г. среднегодовой пробег был у 8% перевозчиков, а в 2022 г. таких перевозчиков не существовало. У 8% перевозчиков в 2021 г. и в 2022 г. среднегодовой пробег трамваев превышал среднюю величину по совокупности в 1,5 раза. В сумме, 33,3% трамваев в 2021 г. и 41,7% в 2022 г. имели среднегодовой пробег вне интервала 0,75–1,25% от среднегодового пробега в целом по совокупности трамваев.

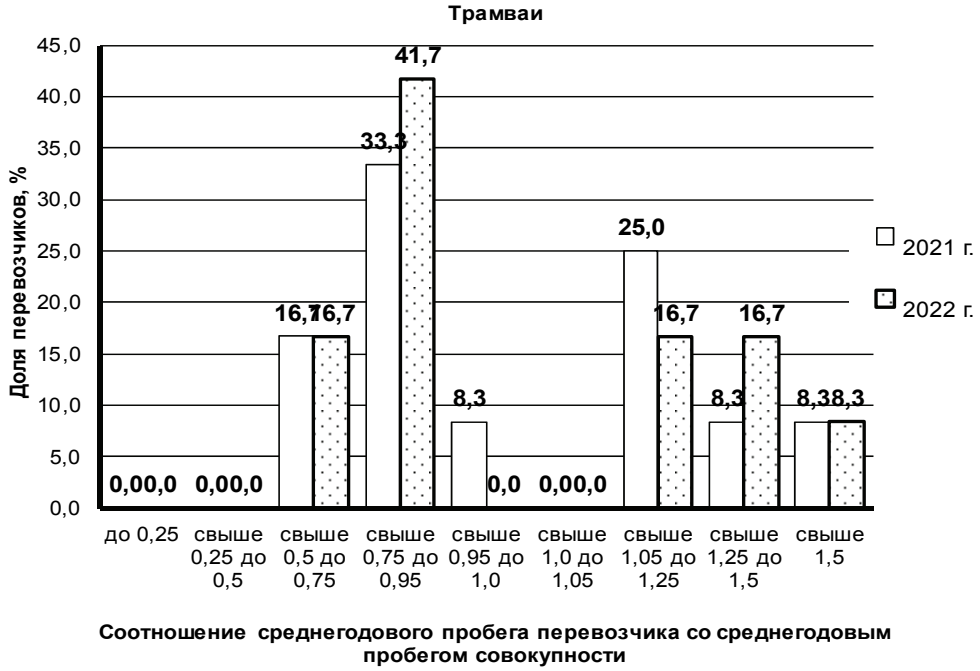

Рис. 10. Распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых трамваев с среднегодовым пробегом в целом по совокупности

Троллейбусы

Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу троллейбусов приведено на рисунке 11. Наибольшая доля перевозчиков эксплуатировала троллейбусы в интервалах среднегодовых пробегов в 2021 г. и в 2022 г. – свыше 40 до 50 тыс. км (по 37,5. Доля перевозчиков, у которых среднегодовые пробеги троллейбусов были менее 20 тыс. км, составила 6,3% в 2021 г.

На рисунке 12 приведено распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых троллейбусов с среднегодовым пробегом в целом по совокупности. Из рисунка видно, что в интервале, находящемся в пределах 5% отклонения в обе стороны от среднего по совокупности в 2021 г. имели среднегодовой пробег 12,5% перевозчиков, и в 2022 г. – 18,8 процентов. У 6,3% перевозчиков в 2021 г. среднегодовой пробег троллейбусов составлял не более 0,5 от средней величины. В сумме, 25% троллейбусов в 2021 г. и 36,5% в 2022 г. имели среднегодовой пробег вне интервала 0,75–1,25% от среднегодового пробега в целом по совокупности троллейбусов.

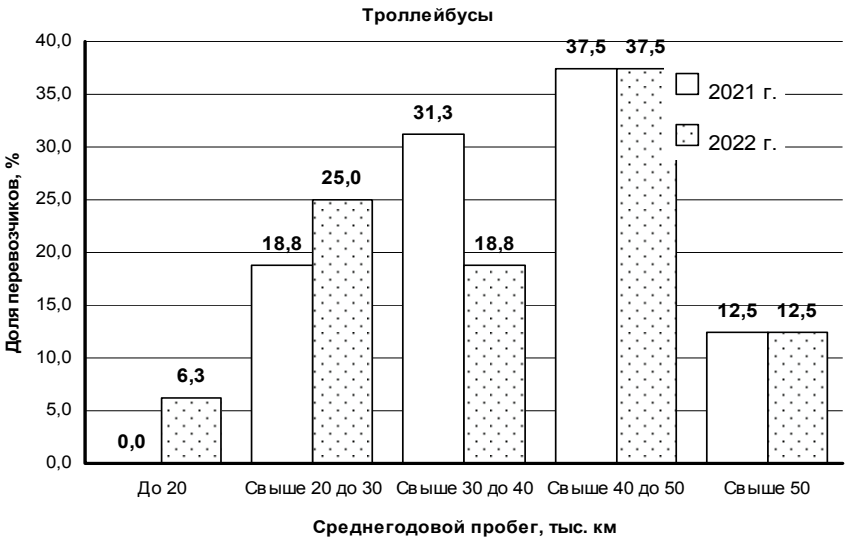

Рис. 11. Распределение перевозчиков по среднегодовому пробегу эксплуатируемых троллейбусов

Рис. 12. Распределение перевозчиков по соотношению среднегодового пробега эксплуатируемых троллейбусов с среднегодовым пробегом в целом по совокупности

Заключение

Проведённый анализ показал, что среднегодовые пробеги пассажирских транспортных средств одного типа и класса у различных перевозчиков изменяются в достаточно широком диапазоне: соотношение минимальных и максимальных значений среднегодовых пробегов транспортных средств каждого класса различных перевозчиков со среднегодовыми пробегами пассажирских транспортных средств каждого класса в целом по выборке изменяются в диапазоне от 0,29 до 2,36.

При этом, доля перевозчиков, у которых среднегодовые пробеги пассажирских транспортных средств соответствующего класса не превышают 50% от среднегодовых пробегов пассажирских транспортных средств того-же класса в целом по выборке составляет:

- применительно к автобусам малого класса – 29%;
- к автобусам среднего класса – 22%;
- к автобусам большого класса – 14%;
- к автобусам особо большого класса – 20%.

Столь существенное различие среднегодовых пробегов у различных перевозчиков делает не целесообразным применение нормативов наработки до списания пассажирских транспортных средств, устанавливаемых в зависимости от срока службы. Очевидно, что при реализации, на-

пример, положений Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года [4] об обновлении парка автобусов старше 15 лет, автобусы большого класса перевозчиков, характеризуемых наименьшими среднегодовыми пробегами (таблица 1), будут обновляться при пробеге, накопленном с начала эксплуатации, равном 321 тыс. км, что соответствует, приблизительно, 0,5 от пробега до капитального ремонта [9–13], а автобусы перевозчиков, характеризуемых наибольшим пробегом, будут обновляться при пробеге, накопленном с начала эксплуатации, превышающем 2 млн км, что соответствует более, чем 3 пробегам до капитального ремонта, и в реальности является не достижимым эксплуатационным показателем.

В этой связи очевидно, что при реализации мероприятий по обновлению парка пассажирских транспортных средств, предусмотренными указами Президента Российской Федерации [1, 2], а также Транспортной стратегии Российской Федерации [4], следует руководствоваться не сроком эксплуатации пассажирских транспортных средств, а их пробегом, накопленном с начала эксплуатации. Для решения этой проблемы должны быть разработаны соответствующие нормативы, а также обеспечен корректный учёт этого пробега при эксплуатации пассажирских транспортных средств, исключающий возможные фальсификации.

Список источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».

2. Указ Президента Российской Федерации от 28 ноября 2024 г. № 1014 «Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц субъектов Российской Федерации и деятельности исполнительных органов субъектов Российской Федерации».

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.01.2002 № 1 «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы».

4. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 27.11.2021 № 3363-р).

5. Постановление Совмина СССР от 14.03.1974 № 183 «О единых нормах амортизационных отчислений».

6. Постановление Совмина СССР от 22.10.1990 № 1072 «О единых нормах амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов народного хозяйства СССР».

7. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта (утв. Минавтотрансом РСФСР 20.09.1984).

8. Прейскурант 21-01 Оптовые цены на автомобили, автобусы, троллейбусы, прицепы (утв. постановлением Госкомцен СССР от 2 февраля 1981 г. № 107).

9. Автобус МАЗ-203. Руководство по эксплуатации 203065-0000020 РЭ. ОАО «Минский автомобильный завод». 2018.

10. Автобус МАЗ-215. Руководство по эксплуатации 215069-0000020РЭ. ОАО «Минский автомобильный завод». 2017.

11. Автобусы МАЗ 206 и МАЗ 226. Руководство по эксплуатации 206060-0000020 РЭ. ОАО «Минский автомобильный завод». 2014.

12. Автобусы МАЗ-103, МАЗ-107. Руководство по эксплуатации 103003-0000020РЭ. ОАО «Минский автомобильный завод». 2017.

13. Автобусы МАЗ-206 и МАЗ-226. Руководство по эксплуатации 206060-0000020РЭ. ОАО «Минский автомобильный завод». 2017.

14. Автобус МАЗ-231. Руководство по эксплуатации. 231062-0000020РЭ. ОАО «Минский автомобильный завод». 2017.

15. Автобус МАЗ-232. Руководство по эксплуатации. 232062-0000020РЭ. ОАО «Минский автомобильный завод». 2017.

16. Автобус МАЗ-241. Руководство по эксплуатации. 241030-0000020РЭ. ОАО «Минский автомобильный завод». 2017.

17. Автобус МАЗ-251. Руководство по эксплуатации. 251062-0000020РЭ. ОАО «Минский автомобильный завод». 2015.

18. Автобус МАЗ-257. Руководство по эксплуатации. 257030-0000020 РЭ. ОАО «Минский автомобильный завод». 2017.

Статья поступила в редакцию 16.12.2024; одобрена после рецензирования 23.12.2024; принята к публикации 23.12.2024.

The article was submitted 16.12.2024; approved after reviewing 23.12.2024; accepted for publication 23.12.2024.

УДК 656/11:656/19

Шумский Александр Николаевич
Аспирант Научно-исследовательского института автомобильного транспорта, Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24, shumskiy-msk@bk.ru

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ РЕГУЛИРУЕМОГО ПЕРЕКРЕСТКА

Аннотация. *Рост объемов перевозок грузов автомобильным транспортом приводит к росту интенсивности движения грузового автотранспорта, которая в основном концентрируется на подходах к крупным транспортно-логистическим комплексам (ТЛК) страны. Такого рода комплексы расположены, в частности, в крупнейших городах страны, таких как Москва и Санкт-Петербург, и в пределах соответствующих агломераций. С целью обеспечения бесперебойной доставки грузов из ТЛК необходимы меры по совершенствованию организации и управления движением на улично-дорожных сетях в пределах зон влияния ТЛК. Несмотря на ряд мероприятий, реализуемых в плане реорганизации УДС – строительство объездных путей, сложных дорожных развязок и пр., существует проблема, связанная со снижением пропускной способности улично-дорожных сетей в связи с наличием в общем транспортном потоке грузовых автомобилей. Промышленные ТЛК во многих случаях располагаются вблизи жилой застройки, где движение транспорта регулируется техническими средствами организации дорожного движения – светофорами. Работа таких устройств должна быть эффективной с учетом наличия в транспортном потоке грузовых автомобилей разных категорий, что требует применения новых алгоритмов регулирования. С целью повышения в этих условиях эффективности светофорного регулирования и, как следствие, повышения пропускной способности таких участков УДС, необходимо выполнение исследований, связанных с оценкой влияния грузового трафика на пропускную способность регулируемых перекрестков. В данной статье представлены результаты выполненных исследований, позволивших получить регрессионную модель, устанавливающую зависимость коэффициента приведения грузового автомобиля к легковому от ряда транспортных и пространственно-геометрических факторов. Учет значений коэффициента приведения грузовых автомобилей позволит адекватно оценивать реальную загруженность регулируемых пересечений и формировать рациональные режимы светофорного регулирования.*

Ключевые слова: *грузовой автомобиль, пропускная способность, коэффициент приведения, геометрические параметры, транспортные характеристики.*

Для цитирования: *Шумский А.Н. Разработка метода оценки влияния грузовых автомобилей на пропускную способность регулируемого перекрестка // Научный вестник автомобильного транспорта. 2024. № 4. С. 30–36.*

Alexander N. Shumskiy
postgraduate student of the Scientific Research Institute of Automobile Transport, 24, Geroyev Panfilovtsev Str., Moscow, 125480, Russia, shumskiy-msk@bk.ru

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR ASSESSING THE IMPACT OF TRUCKS ON THE CAPACITY OF A CONTROLLED INTERSECTION

Absrtact. *The growth in the volume of cargo transportation by road leads to an increase in the intensity of freight traffic, which mainly focuses on approaches to large transport and logistics complexes (TLCs)*

of the country. Such complexes are located, in particular, in the largest cities of the country, such as Moscow and St. Petersburg, and within the respective agglomerations. In order to ensure the uninterrupted delivery of goods from the TLC, measures are needed to improve the organization and management of traffic on the road networks within the TLC's areas of influence. Despite a number of measures being implemented in terms of the reorganization of the UDS – the construction of bypass roads, complex road junctions, etc., there is a problem associated with a decrease in the capacity of road networks due to the presence of trucks in the general traffic flow. In many cases, industrial TLCs are located near residential buildings, where traffic is regulated by technical means of traffic management – traffic lights. The operation of such devices should be efficient, taking into account the presence of trucks of different categories in the traffic flow, which requires the use of new control algorithms. In order to increase the efficiency of traffic light regulation in these conditions and, as a result, increase the capacity of such sections of the traffic control system, it is necessary to carry out studies related to the assessment of the impact of freight traffic on the capacity of regulated intersections. This article presents the results of the research carried out, which made it possible to obtain a regression model that establishes the dependence of the coefficient of bringing a truck to a passenger car on a number of transport and spatial-geometric factors. Taking into account the values of the truck reduction coefficient will make it possible to adequately assess the actual workload of regulated intersections and form rational traffic light regulation modes.

Keywords: *truck, throughput, reduction factor, geometric parameters, transport characteristics.*

For citation: *Shumskiy A.N. Development of a method for assessing the impact of trucks on the capacity of a controlled intersection. Scientific bulletin of automobile transport. 2024. No. 4. P. 30–36.*

Введение

В научной практике и практической деятельности коэффициент приведения грузовых автомобилей к легковым используется для уравнивания динамических и габаритных характеристик различных классов транспортных средств и, таким образом, для получения единой оценки объема движения автотранспорта, выраженного в приведенных единицах легковых автомобилей [1–7].

При управлении транспортными потоками, процедура приведения грузовых автомобилей к условным легковым необходима для расчета длительности фаз в цикле управления светофорными объектами. Следует отметить, что ширина проезжей части дорог и улиц проектируется с учетом оптимальных эксплуатационных характеристик для обеспечения проезда определенного класса грузовых автомобилей [3, 4]. Это же относится и к радиусам кривых на перекрестках, которые обычно рассчитываются так, чтобы обеспечить поворот грузовых автомобилей разрешенного типа, позволяя им не задевать при этом другие полосы движения. В связи с этим в совокупности правильный учет грузовых автомобилей в составе транспортного потока при проектировании и эксплуатации перекрестков приводит к снижению транспортных задержек и увеличению пропускной способности перекрестков. Проблема приобретает еще большую актуальность в связи с увеличением грузооборота, особенно в крупных городах и городских агломерациях, в том числе и Москве (рис. 1).

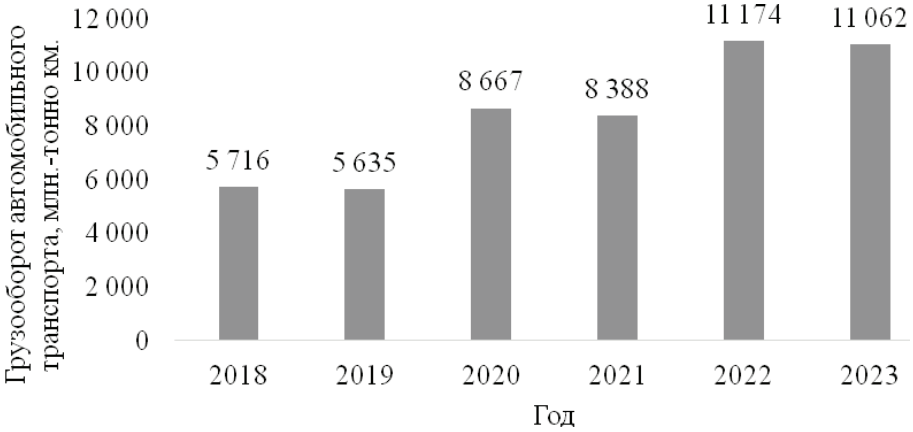

Рис. 1. Гистограмма грузооборота автомобильного транспорта г. Москвы за период 2018–2023 гг.

Увеличивающаяся нагрузка на УДС, снижает ее пропускную способность в первую очередь в зоне регулируемых перекрестков. С целью оценки влияния грузового транспорта на изменение величины задержки в зоне регулируемого перекрестка и разработки метода расчета коэффициента приведения грузового автомобиля к легковому, выполнен анализ транспортной ситуации на регулируемых перекрёстках г. Москвы и проведен ряд математических расчетов.

Анализ объекта исследования

Основными критериями при выборе перекрестков для исследования стал район их расположения. Для исследования определены промышленные районы г. Москвы и выбраны пять регулируемых перекрестков (рис. 2).

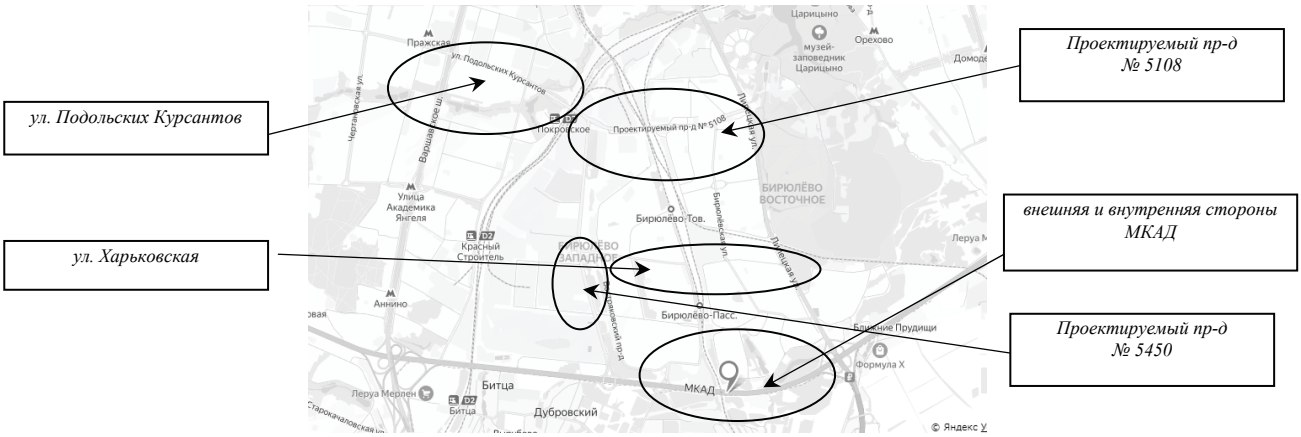

Рис. 2. Карта расположения магистральных улиц и исследуемых перекрестков

Влияние грузового транспорта на пропускную способность перекрестков наиболее сильно проявляется в пиковые периоды движения. Объемы движения автомобилей эти периоды часто достигают предела пропускной способности перекрестка, и в этом случае присутствие в потоке грузовых автомобилей имеет определяющее значение.

На первоначальном этапе была оценена корреляционная связь между исследуемыми параметрами – средней величиной задержки (y) с одной стороны и общим числом автомобилей (x_1) и долей грузовых автомобилей (x_2) – с другой (табл. 1).

Для оценки влияния грузового автотранспорта на величину пропускной способности, в частности на изменение средней величины задержки ($t_{ср}$)=(y) был выполнен анализ состава транспортного потока (% грузовых автомобилей) и изменение исследуемой величины ($t_{ср}$) с применением метода регрессионного анализа (табл. 2) [8–10].

Общий вид уравнения:

$$y=8,88+1,7x_2 \qquad (1)$$

где y – средняя величина задержки на исследуемом перекрестке; x_2– доля грузовых автомобилей.

Следует отметить, что в рамках данного исследования под грузовым автомобилем понимается тяжёлый автотранспорт, относящий к категории N2, N3 и автопоезда.

Установлено, что значение R^2 для данного уравнения составляет 0,75. таким образом подтверждено, что на значение задержки оказывает влияние доля грузовых автомобилей. Значимость этой связи подтверждается значениями критериев Фишера ($F_{табл}$ = 3,39; $F_{факт}$ = 35,59) и Стьюдента ($t_{табл}$ = 2,06; $t_{факт}$ = 5,54).

На следующем этапе было выполнено исследование влияния грузовых автомобилей на величину пропускной способности перекрестка с целью включения влияющих параметров в модель расчета коэффициентов приведения.

Таблица 1

Оценка корреляционной связи между параметрами y, x_1 и x_2

Исследуемые параметры		средняя величина задержки	общее число автомобилей	доля грузовых автомобилей
		y	x_1	x_2
средняя величина задержки	y	1	0,43	0,88
общее число автомобилей	x_1		1	0,56
доля грузовых автомобилей	x_2			1

где y – средняя величина задержки на исследуемом перекрестке; x_1 – общее число автомобилей; x_2– доля грузовых автомобилей.

Таблица 2

Результаты обследования транспортных задержек на выбранных перекрестках

№ п/п	$t_{ср}$, с	N, авт/ч	% грузовых автомобилей	Параметры для получения регрессионной модели			
	y	x_1	x_2	$\hat{y}$	$y-\hat{y}$	$\widehat{y-(y)^2}$	A_i
1	67,00	774	27,12	53,40	13,60	184,91	20,30
2	67,03	1597	31,00	58,38	8,65	74,84	12,91
3	63,57	1659	31,00	58,26	5,31	28,22	8,36
4	48,20	876	21,57	43,78	4,42	19,54	9,17
5	47,02	700	27,13	53,57	-6,54	42,82	13,92
6	45,73	275	27,27	54,62	-8,89	79,11	19,45
7	44,08	259	27,83	55,61	-11,54	133,13	26,18
8	54,58	306	25,46	51,50	3,08	9,49	5,64
9	45,09	458	24,88	50,22	-5,12	26,25	11,36
10	47,66	940	22,98	46,04	1,62	2,61	3,39
11	24,64	1563	19,96	39,70	-15,06	226,95	61,15
12	89,34	2236	45,31	81,43	7,91	62,65	8,86
13	24,60	1696	12,38	26,58	-1,99	3,94	8,07
14	68,33	2150	39,00	70,88	-2,54	6,48	3,72
15	87,35	2148	51,00	91,25	-3,90	15,23	4,47
16	64,52	1947	40,00	72,97	-8,45	71,46	13,10
17	57,24	1913	27,00	50,97	6,26	39,22	10,94
18	45,28	796	26,59	52,46	-7,18	51,53	15,85
19	55,18	439	23,68	48,21	6,97	48,59	12,63
20	55,63	348	27,56	54,98	0,65	0,42	1,17
21	54,50	340	26,18	52,65	1,85	3,43	3,40
22	53,88	233	26,23	52,94	0,93	0,87	1,73
23	56,08	203	22,65	46,93	9,15	83,69	16,31
24	46,09	185	21,65	45,27	0,82	0,67	1,78
сумма	***1312,60***	***24042,06694***	***675,4534592***	***1312,595***		1216,06	293,87
Среднее значение	***54,69***	***1001,75***	***28,14***	***54,69***		50,67	12,24

Метод определения коэффициента приведения

Метод, используемый для определения влияния грузового транспорта на пропускную способность перекрестка, заключается в изучении загруженных фаз светофора во время пикового периода (часа пик). Основной фазой был определен зеленый сигнал на подъезде к перекрестку, во время работы которого наблюдалось непрерывное движение транспортных средств в течение всего времени, без остановок или длинных промежутков между автомобилями. В результате исследований был предложен следующий подход к определению коэффициента приведения. Устанавливаются следующие параметры работы регулируемого перекрестка:

1. среднее количество автомобилей в очереди, проезжающих на загруженную фазу без учета грузовых автомобилей ($Q_л$) – например, 10 *(т.е. в одной фазе проезжает в среднем 10 легковых автомобилей)*;

2. среднее количество автомобилей в очереди, проезжающих на одну загруженную фазу при наличии грузовых автомобилей ($Q_{лг}$) – например, 8 *(т.е. в одной фазе в среднем проезжает 8 автомобилей – смешанное движение)*;

3. среднее количество грузовых автомобилей в загруженной фазе, в которой были грузовые автомобили ($Q_г$) – например, в данном случае 2 *(т.е. в одной фазе в среднем проезжает 2 грузовых автомобиля)*.

Таким образом коэффициент приведения ($k_{пр}$) можно определить с использованием формулы:

$$Q_л + \frac{Q_{лг}}{Q_г} = k_{пр} \qquad (2)$$

Загруженная фаза показывает максимальное число транспортных средств, которое может проехать перекресток на зеленый сигнал без нарушения правил дорожного движения – правил проезда перекрестка и с учетом условий дорожной обстановки, которая описывается рядом переменных факторов:

1. Пиковая нагрузка – количество загруженных фаз;
2. Ширина подъезда к перекрестку (одна, две или три полосы для движения);
3. Длительность разрешающей фазы;
4. Объем движения автомобилей в час пик – общее число автомобилей в час на подъезде к перекрестку;
5. Радиус правого поворота;
6. Количество автомобилей в пиковом периоде;
7. Наличие обочины на подходе к перекрестку;
8. Процент грузовиков типа N2;
9. Процент поворотов направо;
10. Угол поворота направо;
11. Население рассматриваемого района;
12. Наличие парковки на подходе к перекрестку;
13. Процент поворотов налево;
14. Процент грузовиков типа N3;
15. Ограничение скорости движения.

С учетом неизменяемости постоянных внешних факторов одним из основных направлений исследования является оценка влияния переменных факторов на величину коэффициента приведения на исследуемых перекрестках.

Задержка от грузового транспорта определяется как среднее время задержки в пути для каждого транспортного средства на перекрестке, вызванное присутствием в транспортном потоке грузовых автомобилей. Задержка от грузового транспорта в первую очередь обусловлена более медленными темпами замедления и ускорения грузовых автомобилей.

Для оценки влияния переменных факторов на изменение величины задержки и, как следствие, на величину коэффициента приведения на исследуемом подходе был применен метод множественной регрессии, но в первую очередь для каждого фактора были установлены пределы варьирования, что наглядно отражено в табл. 3.

Таблица 3

Диапазон факторов, влияющих на коэффициент приведения грузовых автомобилей к легковым

Переменная	Наименование переменной	Единица измерения	Диапазон
X1	Пиковая нагрузка – количество загруженных фаз в цикле	Количество загруженных фаз/общее число фаз	0,2…0,97
X2	Ширина подъезда	м.	3,5…12
X3	Длительность разрешающей фазы	сек.	21…42
X4	Объем движения автомобилей в час пик	авт/час	581…1505
X5	Радиус обочины правого поворота	м.	3…30
X6	Количество автомобилей в пиковом периоде	Доля автомобилей/15 минут	0,66…0,95
X7	Наличие парковки на подходе к перекрестку	Да/нет	Да/нет
X8	Процент грузовиков (N2)	%	5…19,3
X9	Процент поворотов направо	%	0,1…42,2
X10	Угол поворота направо	м.	13…41
X11	Население рассматриваемого район	Тыс. чел.	109,378…1110
X12	Наличие парковки на подходе к перекрестку	Да/нет	Да/нет
X13	Процент поворотов налево	%	0…47,8
X14	Процент грузовиков (N3)	%	2…8,3
X15	Ограничение скорости движения	км/ч	40…60

С учетом полученных диапазонов исследуемых величин был выполнен многофакторный регрессионный анализ, позволяющий определить значение коэффициента приведения на исследуемом перекрестке, которое в дальнейшем становится основой расчета коэффициента приведения. В результате анализа влияния определенного количества переменных (табл. 3), в качестве значимых были определены следующие переменные

1. Количество загруженных фаз;
2. Ширина подъезда;
3. Продолжительность зеленого сигнала;
4. Общее число подъезжающих автомобилей;
5. Процент грузовых автомобилей, с учетом влияющих на величину задержки N2 и N3

6. Радиус правого поворота.

Окончательное уравнение регрессии выглядит следующим образом:

$$Y = -0{,}907 + 0{,}362 \cdot x_1 + 0{,}0199 \cdot x_2 - 0{,}0000675 \cdot x_3 \cdot x_4 - 0{,}00183 \cdot x_5 + 0{,}000340 \cdot x_5 \cdot x_6 + 0{,}00251 \cdot x_4$$

где Y – коэффициент приведения грузовых автомобилей к условному легковому автомобилю;

x_1 – количество загруженных фаз;

x_2 – ширина подъезда;

x_3 – продолжительность зеленого сигнала в секундах;

x_4 – объем подъезжающего транспорта в час пик в транспортных средствах;

x_5 – процент грузовых автомобилей с прицепом;

x_6 – радиус правого поворота.

Расчет величины статистической ошибки позволил получить значение = 0.041. Полученное значение R^2 составило 0,9054, а значение F, равное 6,38, превысило табличное значение 4,10.

Заключение

В результате выполненных исследований было установлено влияние грузовых автомобилей на величину задержки на регулируемых светофорных перекрестках, и, как следствие, на снижение их пропускной способности. Установлено, что увеличение количества грузовиков уменьшает коэффициент приведения грузовых автомобилей. Грузовые транспортные средства типа N2 и N3 часто появляются на перекрестках группами, располагаясь друг за другом. В таких случаях самый медленный грузовик формирует скорость всего потока автомобилей, а остальные грузовики следуют за самым медленным грузовиком со скоростью, аналогичной скорости легкового автомобиля, следующего за более медленным грузовиком. Таким образом, данное явление, подтвержденное установленной математической зависимостью в виде многофакторной регрессионной модели вида $Y = -0{,}907 + 0{,}362 \cdot x_1 + 0{,}0199 \cdot x_2 - 0{,}0000675 \cdot x_3 \cdot x_4 - 0{,}00183 \cdot x_5 + 0{,}000340 \cdot x_5 \cdot x_6 + 0{,}00251 \cdot x_4$, следует учитывать при выполнении операции приведения к единому условному автомобилю и расчету алгоритмов управления транспортным потоком с использованием светофоров.

Список источников

1. Дудников, А.Н. Разработка методики расчета коэффициентов приведения интенсивности для регулируемых перекрестков улиц / А.Н. Дудников, Н.С. Виноградов, М.В. Строителев // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2018. – № 4 (27). – С. 24–34.

2. Исследование путей повышения пропускной способности элементов городской уличнодорожной сети / П.И. Поспелов, Д.С. Мартяхин, Т.К. Комарова, Д.М. Немчинов // Проектирование автомобильных дорог : Сборник докладов Международной конференции и 79-й Международной научно-исследовательской конференции, Москва, 26–30 января 2021 года / Под научной редакцией П.И. Поспелова. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «А-проджект», 2021. – С. 3–12.

3. Шевцова, А.Г. Внедрение интеллектуальной транспортной системы Rampmetering на примере г. Белгород / А.Г. Шевцова, А.Г. Бурлуцкая, В.В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. – № 4 (63). – С. 42–48.

4. Сильянов В.В. (1977) Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. М., Транспорт, 1977. – 303 с.

5. Raj, Pooja&Sivagnanasundaram, Kalaanidhi&Asaithambi, Gowri& Ravi Shankar, A. (2019). Review of Methods for Estimation of Passenger Car Unit Values of Vehicles. Transportation engineering journal of ASCE. 145. 10.1061/JTEPBS.0000234.

6. Донченко, В.В. Анализ методов учета грузовых автомобилей в транспортном потоке регулируемого перекрестка / В.В. Донченко, А.Н. Шумский // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2023. – Т. 20, № 2 (90). – С. 218–229. – DOI 10.26518/2071-7296-2023-20-2-218-229.

7. Шевцова, А.Г. Оценка влияния параметров автомобилей на значение потока насыщения / А.Г. Шевцова, А.Г. Бурлуцкая, А.А. Юнг // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 1. – С. 126–134. – DOI 10.25198/2077-7175-2022-1-126.

8. Васильева, Е.Ю. Транспортное планирование и моделирование в крупном городе / Е.Ю. Васильева, И.С. Полякова // Транспортное дело России. – 2019. – № 3. – С. 46–47.

9. Морозов, В.В. Влияние занятости полосы на интенсивность движения транспортных средств / В.В. Морозов, С.А. Ярков // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2017. – № 11. – С. 25–29.

10. Сафронова Я.Д. Эконометрика: математическое моделирование в экономических исследованиях // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 105-5. С. 109–112.

Статья поступила в редакцию 12.12.2024; одобрена после рецензирования 23.12.2024; принята к публикации 23.12.2024.

The article was submitted 12.12.2024; approved after reviewing 23.12.2024; accepted for publication 23.12.2024.

УДК 613.644

Юрий Иосифович Элькин
д.т.н., профессор, профессор кафедры «Техносферная безопасность», Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 125319, Россия, Москва, Ленинградский проспект, д. 64, elkiny@mail.ru

Арина Арменовна Макарян
Магистрант 2-го курса кафедры «Техносферная безопасность» МАДИ, 125319, Россия, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 64, makaryanri@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ШУМА ОТ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В КРУПНЫХ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ

***Аннотация**: статья посвящена изучению основных методов оценки шума от транспортных потоков в крупных городских агломерациях, а также исследованию вариантов совершенствования этих методов. Шум в большом городе становится неотъемлемой частью жизни человека. Некоторые люди, проживающие в домах рядом с проезжей частью, страдают бессонницей, что усугубляет их состояние. Помимо здравоохранения вопрос о шумовом загрязнении крайне актуален и для урбанистов, которые пытаются понять, каким способом можно уменьшить шумовой след. Загрязнению подвергаются, не только проезжая часть и тротуары вдоль нее, но и любые находящиеся вблизи территории – жилые дома, дворы, парки, детские площадки и другие общественные пространства*

***Ключевые слова**: уровень шума, шумовое загрязнение, шумовая нагрузка, картографирование, карты шума, автотранспортные потоки, натурное обследование, шумомер.*

***Для цитирования:** Элькин Ю.И., Макарян А.А. Совершенствование существующих методик оценки шума от транспортных потоков в крупных городских агломерациях // Научный вестник автомобильного транспорта. 2024. № 4. С. 37–43.*

Yuri I. Elkin
PhD, professor, professor of the Department «Technosphere Safety» MADI, 125319 Russia, Moscow, Leningradsky Prospekt 64, elkiny@mail.ru

Arina A. Makaryan
Master`s degree student of the department «Technosphere Safety» MADI, 125319 Russia, Moscow, Leningradsky Prospekt 64, makaryanri@mail.ru

IMPROVEMENT OF EXISTING METHODS FOR ESTIMATING NOISE FROM TRAFFIC FLOWS IN LARGE URBAN AGGLOMERATIONS

***Annotation**: The article is devoted to the study of the main methods for estimating noise from traffic flows in large urban agglomerations, as well as the study of options for improving these methods. Noise in a big city is becoming an integral part of human life. Some people living in houses next to the roadway suffer from insomnia, which exacerbates their condition. In addition to healthcare, the issue of noise pollution is extremely relevant for urbanists who are trying to figure out how to reduce the noise footprint. Not only the*

roadway and sidewalks along it are polluted, but also any nearby areas – residential buildings, courtyards, parks, playgrounds and other public spaces.

***Keywords**: noise level, noise pollution, noise load, mapping, noise maps, traffic flows, field survey, noise meter.*

***For citation:** Elkin Y.I., Makaryan A.A. Improvement of existing methods for estimating noise from traffic flows in large urban agglomerations. Scientific bulletin of automobile transport. 2024;(4): 37–43.*

Введение

Шумовое загрязнение является одной из причин возникновения многочисленных болезней и появления глухоты. Как показали исследования, обеспечение допустимого уровня шума возможно даже в стесненных условиях населенных пунктов, если оградить людей от влияния шумового загрязнения установкой звукоизоляционных окон и других конструкций [1].

Уровень шума измеряется в единицах, выражающих степень звукового давления, – децибелах. Это давление воспринимается не беспредельно. Уровень шума в 20–30 дБ практически безвреден для человека – это естественный шумовой фон. Что же касается громких звуков, то здесь допустимая граница составляет примерно 80 дБ, но уже при уровне шума 60–90 дБ возникают неприятные ощущения. Звук в 120–130 дБ уже вызывает у человека болевое ощущение. При интенсивности шума 145–140 дБ возникают вибрации в мягких тканях носа и горла, а также в костях черепа и зубах, появляются боль в ушах и голове; при уровне свыше 160 дБ может произойти разрыв барабанных перепонок [2].

Основными источниками шумовой нагрузки для населения, проживающего на территории, прилегающей к улично-дорожной сети города, являются автотранспортные потоки. В крупных городах уровни звука от ТП составляют от 70 до 80 дБА и регистрируются на автомагистралях большую часть суток.

Анализ методов оценки шума от транспортных потоков в городских агломерациях

На наш взгляд, характерными особенностями транспортного потока в крупных городских агломерациях (далее КГА) являются следующие характеристики:

- частота появления заторов и, как следствие, использование спец автомобилями (полиция, скорые, пожарные и т.д.) сигналов повышенной шумности (сирены);
- трамваи;
- электробусы;
- наличие туннелей;
- эстакад.

Данная классификация отличий меняет шумовую характеристику транспортного потока.

На распространение звука от транспортных потоков на примагистральную территорию влияют: расстояние от автомагистралей до объектов жилой застройки, наличие зеленых насаждений вдоль дорог, особенности городской застройки, природно-климатические факторы. Существенное значение также имеют тип и качество дорожного покрытия, количество полос движения, наличие пересечений, остановочных пунктов и 27 др. Основными шумовыми характеристиками транспортных потоков, подлежащих измерению и анализу, являются эквивалентный и максимальный уровни звука, в дБА, в дневное (от 7.00 до 23.00 ч) и ночное (от 23.00 до 7.00 ч) время [3].

Изучение методик, применяемых для оценки шума от транспортных потоков и вопросы их совершенствования является острыми и актуальными на сегодняшний день.

Для оценки шума от транспортных потоков используются следующие методы:

- натурные обследования проблемных участков улично-дорожной сети для фиксации условий и показателей дорожного движения;
- измерение эквивалентного уровня звука с помощью интегрирующих-усредняющих шумомеров 1-го или 2-го класса;
- оценка шума одним числом с использованием «уровня звука» (в дБА) – общего (отнесённого ко всем полосам частот) уровня звукового давления, скорректированного по кривой частотной коррекции «А».

Для снижения отрицательного шумового воздействия от транспортного потока используются акустические экраны, здания и сооружения с пониженными требованиями к шумовому режиму, а также растения, которые поглощают звук [4].

Натурные исследования проблемных участков

Для организации натурных исследований автотранспортных потоков проводится анализ особенностей распределения автотранспортных потоков на территории, для которой проводятся сводные расчеты, на основе данных о площади и размерах территории, для которой проводятся сводные расчеты, о климатических условиях, о количестве населения, схемы организации улично-дорожной сети, об особенностях расположения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, объектов социальной инфраструктуры, транспортной инфраструктуры автомобильных дорог, объектов дорожного сервиса, о составе и интенсивности автотранспортных потоков и их изменений во времени (сутки, неделя, сезон и год).

На основе анализа схемы организации улично-дорожной сети, а также информации о транспортной нагрузке составляется программа исследования структуры и интенсивности автотранспортных потоков

Способы натурных исследований структуры и интенсивности движения:

- фиксация транспортных средств визуально;
- видеофиксация по видеофайлам;
- видеофиксация по данным непрерывного автоматического учета.

Визуальный способ исследования основан на визуальном наблюдении и фиксировании количества транспортных средств, проезжающих по выбранному участку автодороги.

Видеофиксация по видеофайлам проводится в два этапа:

- видеофиксация и получение видеофайлов, позволяющих идентифицировать типы, конструктивные и технические особенности всех транспортных средств, движущихся в потоке;
- визуальное определение интенсивности движения по видеофайлам.

Фиксация способом непрерывного автоматического учета осуществляется при условии наличия данных за период не менее двух лет. Обработка данных натурных обследований для их использования при проведении расчетов загрязнения атмосферы должна включать: определение средних значений интенсивности движения (за 20 мин.) по каждому типу транспортных средств для каждого часа «пик» в течение всего периода наблюдений [5].

Измерение эквивалентного уровня звука с помощью интегрирующих-усредняющих шумомеров 1-го или 2-го класса.

Шумомер является электронным аппаратом, который позволяет измерять уровень звукового давления. Он показывает уровень шума в децибелах. Его можно отнести к высокоточным приборам.

Шум представляет собой беспорядочные колебания, отличающиеся друг от друга по частоте. Шумомер улавливает их с помощью микрофона, который преобразовывает эти колебания в электрический сигнал. После обработки усилителем он проходит через корректирующие фильтры. Они отвечают за выделение определенных частот, чтобы измерить именно их.

Фильтры позволяют отсеять лишние звуки, которые не воспринимаются человеческим ухом. Затем индикатор аппарата получает измеренные данные. Полученные результаты выводятся на экран шумомера.

При измерениях важно помнить, что микрофон должен находиться в термодинамическом равновесии с окружающей средой. Поэтому при перенесении микрофона из теплой среды в холодную и наоборот необходимо выждать не менее 30 минут.

Продолжительность измерений определяется требованиями используемой методики. После входа в режим измерения или после переключения напряжения поляризации следует дождаться стабилизации в течение не менее 60 секунд [5].

Совершенствование существующих методик оценки шума

1. В настоящее время возникла необходимость в разработке и обосновании методических предложений по организации единого риск-ориентированного подхода к проведению мониторинга акустического воздействия на население. Мониторинг в сопряжении с риск-ориентированной моделью надзора может значительно повысить аналитические возможности, результативность и эффективность контроля. Такое развитие мониторинга требует выработки научного подхода к оценке риска здоровью, разработки методических подходов к выбору точек и формированию программ инструментальных исследований.

Реализация принципов устойчивого развития в быстро изменяющемся и полном неопределенностей мире требует наличия современного риск-ориентированного подхода к управлению природопользованием в условиях непрерывного шумового загрязнения. Такой подход предупреждает развитие конфликтов в природопользовании с минимальными затратами и направлен на снижение рисков здоровью населения.

Для оценки риск-ориентированных возможностей современных акустических моделирующих систем в природообустройстве и территориальном планировании был выполнен сравнительный анализ наиболее известных отечественных и зарубежных программных комплексов (табл. 1).

Единственной отечественной разработкой, позволяющей реализовать не только трехмерное моделирование, но и выполнить расчеты уровней риска здоровью на долгосрочную перспективу является программный комплекс АРМ «Акустика» 3D. Отечественная разработка дает устойчивую платформу для изучения шумового воздействия. 3D-моделирование имеет большое преимущество перед 2D-моделями так как, позволяет осуществлять точные оценки шумового воздействия в короткие сроки, без осуществления дорогостоящих полевых исследований и наблюдений, снижать погрешности расчетов, создавать динамические шумовые карты [6].

Таблица 1

Современные акустические моделирующие системы

Наименование программного продукта	Экспозиция шума	Визуализация	Оценка риска здоровью
«Эколог-шум»	Э, М, С	2D	Нет
«Экоцентр.Шум»	Э, М, С	2D	Нет
ПК «Шум» НПП Логус	Э, М, С	2D	Нет
АРМ 3D Акустика	Э, М, С	2D, 3D	Да (с учетом эволюции риска
SoundPLAN	Э, М, С	2D, 3D	Нет
CanadaA	Э, М, С	2D, 3D	Нет

2. Проводимые натурные измерения уровня шума показали, что включение в группы наблюдения адресов с одинаковыми характеристиками зон наблюдения позволит установить шумовые характеристики без проведения натурных измерений. Рассмотрим подробнее проводимое исследование. Были сформированы группы наблюдения с определением местонахождения точек измерений в зависимости от величины расстояний до источника автотранспорта. Например, определили на территории адреса расположения однотипных зон, выделили приоритетные зоны и периоды наблюдения.

В районах города точки наблюдения от оси движения автотранспорта подразделялись по следующим группам в зависимости от расстояний – конструкция зданий / ширина тротуара / от оси движения: 2,0 / 4,0 / 3 м; 2,0 / 3,0 / 2,0 м; 2,0 / 2,0 / 1,0 м; 1,5 / 1,5 / 1,0 м; 2,0 / 6,0 / > 9,0 м; 2,0 / > 6,0 / > 9,0 м.

Было сформировано 6 основных групп наблюдения по 18 городским адресам. Результаты измерений показали, что в каждой из исследуемых групп с учетом одинаковых критериев и стандартных показателей регистрируются сравнимые величины уровней эквивалентного и максимального звука [7].

Таким образом, одним из методов совершенствования существующей методики оценки шума от транспортных потоков является работа по применению и организации групп наблюдения в приоритетных зонах наблюдения, которая позволит повысить эффективность и снизить трудозатраты на проведение натурных измерений для целей мониторинга акустического воздействия на население.

3. Еще одно исследование акустического воздействия от транспорта на население проводилось в г. Санкт – Петербурге, вблизи жилой застройки. Значительное влияние на полученные результаты оказывают следующие показатели: выбор точек наблюдения, длительность измерительного интервала в точке наблюдения, вычисление средних значений и эквивалентных уровней звука.

При разработке методических подходов сформированы критерии группировки объектов надзора, среди которых можно выделить следующие: тип градостроительной застройки (сложившаяся ситуация – исторический центр, новые районы города); тип здания по используемым материалам основных конструкций (кирпичный, монолитнокирпичный, монолитный и пр.); высотность зданий (малоэтажные –

менее 5 этажей, среднеэтажные – 5–8 этажей, многоэтажные – более 8 этажей); состояние дорожного покрытия (ровное, с рытвинами) и другие. В соответствии с выбранными критериями были сформированы 8 групп наблюдения.

Для проверки разработанных критериев, заложенных в основу модели оценки акустического загрязнения территорий жилой застройки, проведено акустическое моделирование.

В результате проведённых измерений было установлено, что разница в эквивалентных уровнях звука между типовыми точками внутри группы не превышает 2 дБ.

В чем недоработки.

В настоящее время мониторинг шума выполняется в соответствии с ГОСТ Р 53187-2008 «Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий». В нём приведены алгоритмы определения показателей шума, их предельные значения, особенности мониторинга шума от различных типов транспорта, порядок выполнения измерений и обработки полученных данных. Однако в данном документе имеются недоработки, существенно усложняющие его применение на практике: в нём не рассмотрена процедура выбора и группировки объектов надзора, что может привести к необходимости проведения неосуществимого объёма измерений.

Необходимо усовершенствовать и дополнить ГОСТ Р 53187-2008, добавив в него алгоритм выбора и группировки объектов надзора, это позволит упростить процедуру мониторинга и повысить достоверность полученных результатов [8].

4. Совершенствование методики натурного исследования транспортного потока при использовании микрофона «бегущая волна».

На контролируемой полосе движения автомобильной дороги были проведены натурные исследования изготовленного авторами микрофона. В результате моделирования определена относительная погрешность измерения. Показано, что для снижения относительной погрешности детектор транспорта рекомендуется устанавливать в 30–100 м позади светофорного объекта, так как в момент начала движения транспортного средства звук, исходящий от автомобиля, усиливается. В пределах погрешности измерений, равной 12%, пассивный акустический детектор транспорта, может применяться в условиях суммарной интенсивности на участке дороги, не превышающей 400 авт/ч [9].

5. Совершенствование подходов к картографированию шумового загрязнения.

При изучении закономерностей формирования шумовых загрязнений в населенных пунктах важную роль играют геоинформационные методы сбора, анализа и моделирования исходных данных, а в качестве одного из основных инструментов для разработки шумозащитных мероприятий выступают цифровые и электронные карты и картографические модели.

Стратегические карты шума определяются как «графическое представление прогнозной ситуации в отношении шума на конкретной территории и от конкретных источников, с отображением разных уровней шума в децибелах посредством разных цветов»

Цель картографирования – отобразить средний уровень шума на территории, а не точечные результаты конкретных измерений. Стратегические карты шума обновляются 1 раз в 5 лет. Работы по их созданию возлагаются на местные муниципалитеты и организации, отвечающие за управление автомобильным, железнодорожным и авиационным сообщением

Проблемы подхода

Картографирование шума по данным полевых измерений с применением специального оборудования и обученного персонала до сих пор лежит в основе многих исследований шумового загрязнения городских территорий. Однако главный недостаток этого подхода – значительные затраты на оборудование и время выполнения работ, – побуждает исследователей всевозможными способами сокращать объемы полевых работ.

Пути совершенствования и перспективные направления

Внедрение концепции мобильного измерения уровня шума с помощью смарфонов. Ограниченность способов картографической визуализации данных мобильного картографирования шума компенсируются рядом других достоинств: оперативность; массовость; изначальная геопривязка данных; удобство импорта и обработки собранной информации в ГИС-среду применение опыта Китая: мобильное изолинейное картографирование шума дает более точные результаты, чем традиционные карты (в том числе, созданные с применением метода Кригинга) благодаря использованию данных о загруженно-

сти дорог с помощью сервиса Яндекс. Карты есть возможности для разработки интерактивных карт, отображающих шумовое загрязнение в разные периоды времени. Формируется потребность в анализе трех основных направлений, а именно: математическое формулирование способов определения шума, программное построение максимальных и определенных показателей уровня шума в трехмерном пространстве, анализ возможностей использования открытых данных для сбора информации о шумовом загрязнении и в последствии их структурирования

Использование индивидуальных средств связи для фиксации уровней шума в различных точках территории позволяет моделировать шумовую нагрузку практически в режиме онлайн. Доступность этого вида наблюдений для широкого круга пользователей позволяет собирать обширные массивы данных, что компенсирует невысокую точность единичных результатов, обусловленных малой чувствительностью микрофонов, встроенных в современную компьютерную технику. Такой подход имеет большие перспективы в сфере оценки комплексной шумовой нагрузки на городской территории [10].

Таким образом, основные направления совершенствования существующих методик оценки шума в крупных городских агломерациях сводятся к следующему:

- организация единого риск-ориентированного подхода к проведению мониторинга акустического воздействия;
- возможно измерение уровня шума без натурных измерений, для этого необходима разработка четкой методики по организации групп наблюдения в приоритетных зонах наблюдения, эти меры позволят снизить трудозатраты и повысить эффективность;
- включить дополнения в ГОСТ Р 53187 – 2008, основанные на разработке методики выбора и группировки объектов надзора. Это обеспечит точность проводимых измерений и упростит процедуры мониторинга;
- для снижения погрешностей измерения шума на контролируемой полосе движения рекомендована установка пассивного акустического детектора не около светофора, а на расстоянии 30–100 метров позади светофорного объекта, определено опытным путем;
- использование смартфонов для внедрения концепции мобильного измерения уровня шума;
- программное построение максимальных и определенных показателей уровня шума в трехмерном пространстве с помощью программы АРМ «Акустика» 3D;
- использование индивидуальных средств связи для моделирования шумовой нагрузки в режиме онлайн.

Список источников

1. Гатиятуллин М.Х, Кучерова А.А. Транспортное шумовое загрязнение в населенных пунктах и экологическая безопасность // Вестник НЦБЖД. – № 2 (44). – 2020. – С. 100–107.

2. Москова Д.Б. Проблемы шумового загрязнения окружающей среды // Статья в сборнике статей: Современные проблемы географии. Межвузовский сборник научных трудов. – Т. 3. – Астрахань. – 2019. – С. 152–156.

3. Методы мониторинга и оценки риска для здоровья населения, проживающего вблизи автомагистралей: учебное пособие / Федотова И.В., Зуев А.В., Потапова И.А., Орлов А.Л. – Нижний Новгород: Изд-во «Медиаль», 2022. – 84 с.

4. Макарова И.В Влияние шумового загрязнения автомобильного транспорта на состояние окружающей среды урбанизированных территорий // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. – № 2 (78). – 2018. – С. 13–24.

5. ПКДУ.411000.007РЭ РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПКДУ.411000.007 РЭ Редакция 3.0 [Электронный ресурс]: – 2012

6. Перфильев А.А. Риск-ориентированные возможности современных акустических моделирующих систем в природообустройстве // Статья в сборнике трудов конференции: научно-технические и инжерерные разработки – основа решения современных экологических проблем. – Ярославль – 2017. – С. 435–439.

7. Смирнов В.В. Разработка методических подходов для организации мониторинга акустического воздействия от автотранспорта на население // Здоровье населения и среда обитания. – Т. 29. – № 9. – 2021. – С. 50–55.

8. Смирнов В.В., Скляр. Д.Н. Разработка методических подходов к проведению мониторинга транспортного шума и его оценка с применением методов акустического моделирования // Гигиена и санитария. – Т. 101. – № 8. – 2022. – С. 872–877.

9. Францев С.М., Савенков А.В. Натурные исследования интенсивности транспортного потока на базе направленного микрофона типа «бегущая волна» // Инженерный вестник Дона. – № 4 (2016). – С. 1–7.

10. Николаева О.Н. Обзор существующих подходов к расчету и картографированию уровней шумового загрязнения территории // Интерэкспо Гео – Сибирь. – 2022. – С. 210–219.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 23.12.2024; принята к публикации 23.12.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 23.12.2024; accepted for publication 23.12.2024.

Подписано в печать 31.12.2024 г. Формат 60x90 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 5,5. Заказ 3481. Тираж 32 экз.

Отпечатано ООО «Издательство «Экон-Информ»
129329, Москва, ул. Кольская, д. 7, стр. 2. Тел. +7 (916) 692-13-55
www.ekon-inform.ru; e-mail: eep@yandex.ru

ISSN 2078-1474

Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта»
(ОАО «НИИАТ»)
Open Joint-Stock Company «Scientific and Research Institute
of Motor Transport» (NIIAT®)

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24
Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia

+7 (495) 496-55-23 vestnik@niiat.ru niiat.ru