

# Научный вестник автомобильного транспорта

## The Bulletin of Road Transport Research

ИЮЛЬ  
...  
СЕНТЯБРЬ

2021

JULY  
...  
SEPTEMBER



[Введите текст]

2-я страница обложки - ЧИСТАЯ

[Введите текст]



## Научный вестник автомобильного транспорта The Bulletin of Road Transport Research

Научный  
ежеквартальный  
журнал

ИЮЛЬ - СЕНТЯБРЬ

2021 JULY - SEPTEMBER

The Quarterly  
Scientific Magazine

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

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

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

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

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

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

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

За публикацию статей плата с авторов не взимается

For publishing articles with authors' fees are not charged

---

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

*Редакционный совет:*

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

*Члены редакционной коллегии:*

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

## EDITORIAL BOARD

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

*Editorial Council:*

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

*Members of the Editorial Board:*

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

---

## СОДЕРЖАНИЕ

**Донченко В.В.**

Урбанизация и транспортные проблемы современных городов – как найти «устойчивые» решения..... 5

**Матанцева О.Ю., Титов А.Е., Щеголева И.В.**

Диалоговая модель оценки и выбора мероприятий при разработке документа планирования регулярных перевозок..... 13

**Чижова В.С., Пыжова Е.А.**

Обзор методик расчета выбросов взвешенных частиц PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub> в атмосферный воздух дорожно-транспортным комплексом на территориях крупных городов..... 18

**Московкин В.В., Окружнов В.А., Тимохин-Смирнов М.А.**

Оценка точности выполненных расчетов энергопотребления транспортных средств в программе MBK ..... 26

**Съедин О.Н., Юстратов Д.В.**

Развитие нормативной правовой базы для высокоавтоматизированных автотранспортных средств в федеративной республике Германия..... 35

---

## CONTENTS

**Donchenko V.V.**

Urbanization and transport problems in modern cities - how to find “sustainable” solutions? ..... 5

**Matantseva O.Yu., Titov A.E., Shchegoleva I.V.**

Interactive model for evaluating and selecting activities when developing a regular transport planning document ..... 13

**Chizhova V.S., Pyzhova E.A.**

Review of methods for calculating the emissions of suspended particles PM10 and PM2.5 into the atmospheric air by a motor transport complex in the territories of large cities ..... 18

**Moskovkin V.V., Okruzhnov V.A., Timokhin-Smirnov M.A.**

Estimation of the accuracy of the calculations of the energy consumption of vehicles in the MVK program ..... 26

**Sedin O.N., Yustratov D.V.**

Development of the regulatory framework for highly automated motor vehicles in the Federal Republic of Germany ..... 35

## Урбанизация и транспортные проблемы современных городов – как найти «устойчивые» решения

\* \* \*

## Urbanization and transport problems in modern cities - how to find “sustainable” solutions?

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

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

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

### Аннотация

В статье рассмотрены вопросы устойчивого транспортного развития современных городов, рассмотрены факторы и основные особенности проведения устойчивой транспортной политики.

### Abstract

The article discusses the issues of sustainable transport development of modern cities, considers the factors and main features of a sustainable transport policy.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, транспортные проблемы, низкоуглеродное развитие

**Keywords:** sustainable development, transportation problems, low carbon development

В настоящее время около 54% населения в мире проживает в городах. В 2010 г. соотношение сельского и городского населения составляло 50% на 50%, в 2020 - 44% на 56%, а в 2030 прогнозируется соотношение 40% на 60%. В развитых странах доля городского населения составляет от 70 до 97%. В России доля городского населения по последним данным составляет 74,7%. Начиная с 2008- 2010 гг. наблюдается рост населения в крупнейших и крупных городах (в первую очередь в ЦФО, СЗФО и ЮФО) при одновременном оттоке населения из малых городов (внутренняя миграция) [1]. Это происходит на фоне существующей внешней трудовой миграции в города.

Концентрации населения в крупнейших городах способствуют сосредоточение в них финансовых потоков, мест приложения труда, объектов социально-культурной сферы, а также различие в уровнях экономического развития регионов, параметров уровня жизни. Одновременно растет субурбанизация (рост и развитие пригородных зон), что приводит к формированию вокруг крупнейших городов городских агломераций. При этом темпы прироста населения пригородов оказываются выше, чем непосредственно в самих городах.

Рост населения городов и субурбанизация приводят к разрастанию городских территорий, росту протяженности транспортных корреспонденций, росту транспортного спроса населения и числа поездок. Во многих случаях в этих условиях недостаточное развитие пассажирского транспорта общего пользования и низкое качество его услуг ведут к росту использования личных автомобилей. Одновременно, во многих крупных городах и городских агломерациях непродуманная градостроительная политика властей и многочисленные нарушения, допускаемые застройщиками, зачастую сводят на нет все попытки решения транспортных проблем. «Точечная реновация» увеличивает плотность застройки зачастую без должного обеспечения людей социальной, транспортной и прочей инфраструктурой, что ведет к дополнительному росту числа поездок совершаемых, в значительной степени, с использованием личного автотранспорта.

Продолжающаяся автомобилизация населения может рассматриваться в двух аспектах:

1. Рост **числа** автомобилей в собственности граждан («владение автомобилями»), оцениваемое количеством личных транспортных средств на 1000 жителей. Данный показатель определяет уровень насыщенности городских территорий личным автотранспортом и их занятость под размещение транспортных средств (в табл. 1 приведены усредненные данные по уровням автомобилизации в некоторых странах).
2. Рост среднегодового **пробега** личных автомобилей («использование автомобилей»), оцениваемое количеством авт.-км в год приходящихся на 1 жителя. Подобный показатель, характеризующий фактические объемы движения автомобилей, определяет большинство факторов негативного воздействия автомобилизации на состояние окружающей среды, жизнь и здоровье граждан, качество жизни и функционирование городской экономики. Некоторые данные о динамике изменения использования легковых автомобилей в разных странах представлены на рис.1.

Таблица 1

| Число легковых автомобилей на 1000 жителей в разных странах мира |                                                 |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Страна                                                           | Количество легковых автомобилей на 1000 жителей |
| США                                                              | 797                                             |
| Австралия                                                        | 717                                             |
| Италия                                                           | 625                                             |
| Япония                                                           | 591                                             |
| Польша                                                           | 571                                             |
| Германия                                                         | 555                                             |
| Швейцария                                                        | 537                                             |
| Франция                                                          | 479                                             |
| Великобритания                                                   | 469                                             |
| Болгария                                                         | 443                                             |
| Дания                                                            | 429                                             |
| Республика Корея                                                 | 346                                             |
| Белоруссия                                                       | 324                                             |
| Россия                                                           | 305                                             |
| Бразилия                                                         | 249                                             |
| ЮАР                                                              | 159                                             |
| Китай                                                            | 114                                             |
| Индия                                                            | 15                                              |

К негативным последствиям автомобилизации, связанным с ростом численности и пробега автотранспортных средств, относят:

- рост числа и продолжительности транспортных заторов (задержки в доставке пассажиров и грузов), которые приводят к ежегодным потерям, оцениваемым в 7-9% ВВП;
- выбросы загрязняющих веществ и рост в следствие этого смертности и заболеваемости населения (ежегодный ущерб в размере как минимум 1-2% ВВП) (справочно - более 80% городского населения подвергается воздействию загрязнителей, превышающих нормы ВОЗ);
- выбросы парниковых газов (на городской и пригородный автотранспорт по разным оценкам может приходиться от 10 до 15% общего объема выбросов ПГ от техногенных источников);
- дорожно-транспортная аварийность (ежегодный ущерб 1-2% ВВП);
- некомпенсируемое пользователями разрушение автомобильных дорог (более 50% дорог не соответствуют нормативным требованиям – потери бюджета составляют до 6% ВВП в год).

Темпы и эффективность решения указанных выше транспортных проблем остаются недостаточными и в мире, и в России. На фоне новой глобальной угрозы – пандемии COVID19 – продолжают оставаться острыми и актуальными все связанные с автомобилизацией и с продол-

жающимся ростом использования автотранспорта проблемы. Так, транспортные заторы остаются серьезнейшей проблемой во всех крупных городах России (8 крупнейших российских городов вошли в ТОП 50 индекса INRIX<sup>1</sup> в 2020) (табл.2).

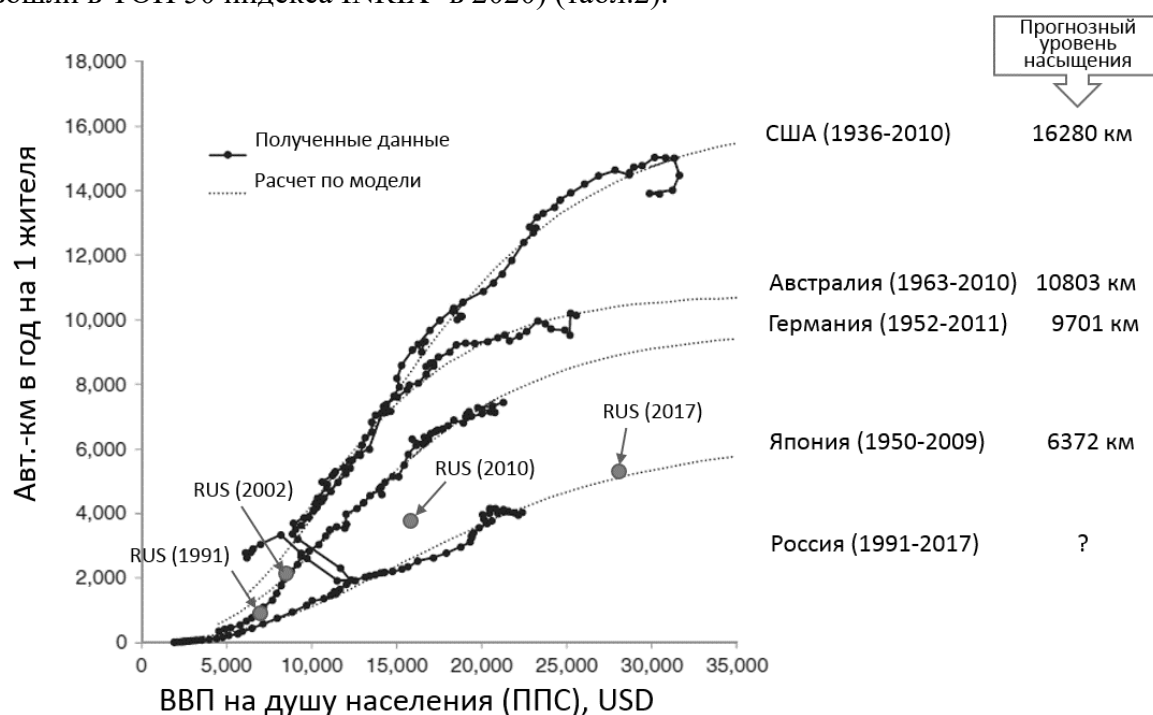


Рис.1 Динамика изменения использования легковых автомобилей в ряде стран (Kuhnimhof et al., 2014)

Таблица 2  
Уровень автомобилизации и заторы в крупнейших российских городах в 2020 году (данные INRIX, Росстат, Автостат)

| № в России по INRIX | № в мире по INRIX | Город           | Численность населения, млн | Автомобилизация, авт/1000 шт | Индекс INRIX |
|---------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|------------------------------|--------------|
| 1                   | 1                 | Москва          | 12,69                      | 300 (370*)                   | 54%          |
| 2                   | 9                 | Новосибирск     | 1,63                       | 273                          | 45%          |
| 3                   | 12                | Санкт-Петербург | 5,40                       | 312                          | 44%          |
| 4                   | 20                | Самара          | 1,16                       | 340                          | 41%          |
| 5                   | 28                | Екатеринбург    | 1,48                       | 312                          | 36%          |
| 6                   | 37                | Ростов-на-Дону  | 1,14                       | 286                          | 34%          |
| 7                   | 46                | Челябинск       | 1,20                       | 268                          | 31%          |
| 8                   | 50                | Омск            | 1,15                       | 287                          | 31%          |
| 9                   | 56                | Нижний Новгород | 1,25                       | 320                          | 30%          |
| 10                  | 64                | Казань          | 1,14                       | 328                          | 29%          |

<sup>1</sup> Индекс INRIX – отношение времени поездки в часы «пик» ко времени проезда в свободных условиях.

Динамика снижения показателей дорожно-транспортной аварийности в России за последние 2-3 года сильно замедлилась (рис.2):

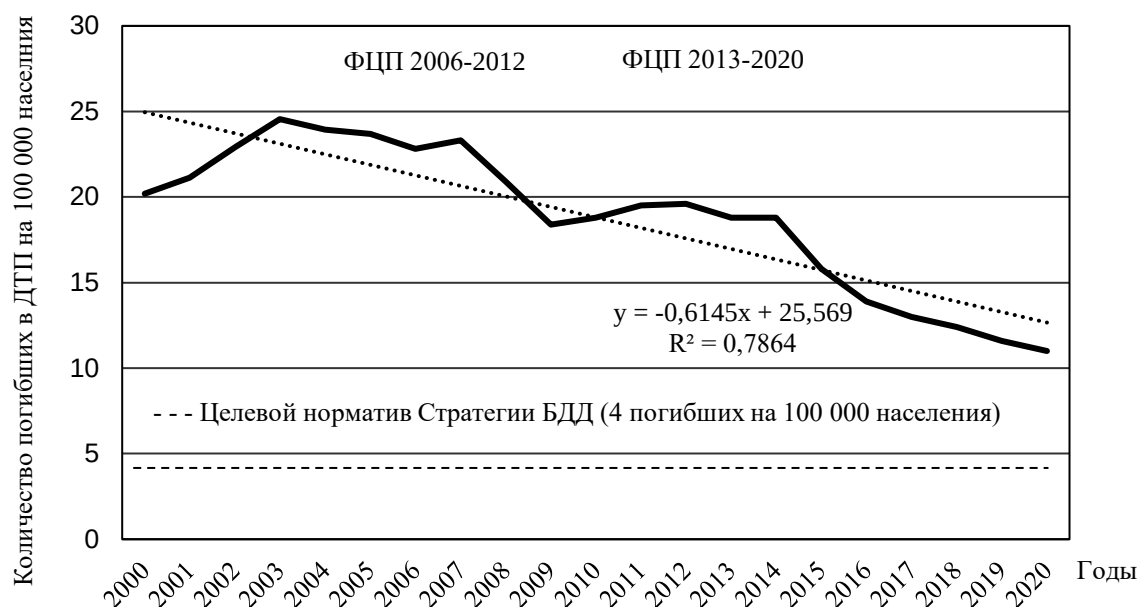


Рис. 2 Динамика изменения показателя социального риска в России 2000-2020 гг.

Продолжающееся в Российской Федерации загрязнение автотранспортом атмосферного воздуха, в первую очередь, супердисперсными твердыми частицами, оксидами азота, сложными полиароматическими углеводородами, приводит к дальнейшему росту заболеваемости и преждевременной смертности среди населения, которая уже существенно превышает аналогичные показатели вследствие дорожно-транспортной аварийности. Одновременно, некоторые исследования показывают, что существует связь между загрязнением окружающей среды и распространением коронавируса и других вирусных заболеваний.

Выбросы загрязняющих веществ и климатических газов от автотранспорта, дорожно-транспортная аварийность, транспортные задержки и другие негативные факторы определяются не столько численностью автомобильного парка и формальным уровнем автомобилизации, сколько структурой автомобильного парка (по типам, характеристикам пассивной и активной безопасности, видам используемого топлива, экологическим характеристикам, возрасту) и его использованием (суммарным пробегом, условиями движения и режимами движения транспортных потоков, квалификацией водителей). В то же время, эпидемиологические риски, связанные с городским транспортом, определяются, в первую очередь, тем, что он является местом массового скопления людей.

Для снижения рассматриваемых негативных последствий работы транспорта мы должны по возможности снижать число и протяженность поездок на автомобилях, т.е. транспортную мобильность, и переориентировать эти поездки на наиболее экологичные и безопасные виды транспорта. При этом, мы должны увеличивать физическую активность людей (чтобы бороться с гиподинамией) и это можно сделать за счет развития различных видов активной мобильности (поездки на велосипеде на расстояния до 3-5 км, пешие передвижения, использование самокатов).

Основными путями сокращения поездок на личном автотранспорте являются:

- сокращение генерации транспортного спроса за счет повышения доступности объектов транспортного притяжения и развития инструментов замещения мобильности;

- внедрение доступных и качественных альтернатив использованию личного автомобиля (немоторизованные виды передвижения, общественный пассажирский транспорт, совместное использование легковых автомобилей) и механизмов управления транспортной мобильностью;
- внедрение современных сервисов, персонализирующих получение транспортных услуг и обеспечивающих их требуемое качество;
- использование различных мер де-стимулирования использования личного автотранспорта (парковочная политика, «экологические зоны» в городах, физическое перераспределение дорожного пространства в пользу общественного и немоторизованного транспорта и др.).

Решение перечисленных выше транспортных проблем возможно только на основе использования комплексных подходов, обеспечивающих устойчивость функционирования транспортных систем. **Устойчивость транспортной системы определяется ее способностью обеспечивать качественное удовлетворение потребностей общества в перевозках при одновременной минимизации негативных воздействий на жизнь и здоровье людей, на состояние окружающей среды, на уровень экономических потерь, связанных с движением автотранспорта.** Словарь “Oxford Dictionary” еще в середине 80-х годов прошлого века дал следующее определение «устойчивому транспорту»: «транспорт, такой как ходьба пешком, езда на велосипеде и экономичный общественный транспорт, который сводит к минимуму вредное воздействие на окружающую среду и истощение природных ресурсов, и, следовательно, может быть устойчивым в долгосрочной перспективе».

Устойчивость функционирования транспортной системы обеспечивается путем реализации т.н. «устойчивой транспортной политики». Её отличия от традиционной состоит в следующем [2,3,4] (рис. 3):

- традиционная транспортная политика направлена на повышение эффективности работы транспортной системы, а возникающие при этом негативные последствия оцениваются и по ним принимаются меры, направленные на их снижение;
- устойчивая транспортная политика основана на учете критериев безопасности, экологичности и др. на этапе принятия всех управленческих решений, связанных с планированием и организацией работы транспортной системы.

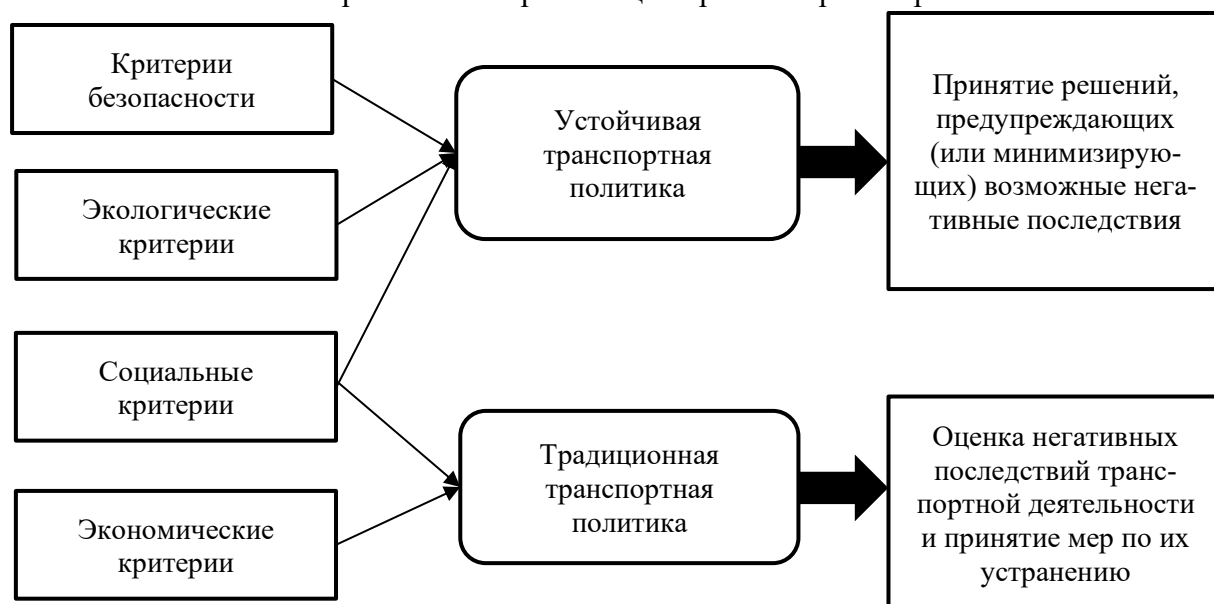


Рис. 3 Отличие устойчивой транспортной политики от традиционной

Устойчивость транспортных систем обеспечивается за счет согласованной реализации транспортной и градостроительной политик, политик в области землепользования, охраны окружающей среды, обеспечения безопасности дорожного движения (рис.4).



Рис. 4 Факторы, формирующие устойчивую городскую транспортную политику

Устойчивая транспортная политика должна безусловно ориентироваться на изменения транспортного поведения населения и перспективные тенденции развития транспорта и инноваций (в т.ч. на так называемое «замещение мобильности» за счет развития дистанционных методов работы и обучения, внедрения различных он-лайн сервисов и т.д.). Это становится особо актуально в нынешних условиях, связанных с пандемией COVID-19, и возникновением новых реалий существования общества (т.н. «новая нормальность»). Ситуация с пандемией привела к изменению многих сторон нашей жизни, к определенным изменениям в поведении людей, их мобильности. Во многом возможность этих изменений поддерживалась и поддерживается быстрой цифровизацией экономики и общества. Вопрос состоит в том, насколько эти изменения будут кардинальными и долговременными. Это зависит как от будущей экономической ситуации, так и от закрепления новых моделей поведения, моделей трудовой деятельности и развития новых технологий, получивших толчок в период пандемии и связанных с ней ограничений, их удобства и приемлемости для людей.

Создавшаяся в период пандемии COVID-19 ситуация в экономике и в работе транспорта при всех своих негативных последствиях создала «окно возможностей» для посткризисного развития транспортных систем, которое может пойти по двум сценариям – а) возврату к докризисным тенденциям их «неустойчивого» развития и функционирования, характеризуемого перечисленными выше негативными проблемами, и б) переходу транспортных систем на новую модель устойчивого развития. В последнем случае основными направлениями обеспечения устойчивого (безопасного и низкоуглеродного) развития транспорта и мобильности в городах в условиях посткризисной ситуации должны стать:

-сдерживание роста транспортного спроса (и его замещение) за счет:

- ✓ создания условий для максимально возможного перевода компаний и/или отдельных сотрудников на дистанционные методы работы;
- ✓ продолжения практики организация совещаний, конференций, семинаров и прочих мероприятий в режиме “on-line”;

- 
- ✓ перевода части учебных занятий в организациях высшего, среднего специального и дополнительного образования в дистанционный режим (семинары, консультации проектов и т.д.);
  - ✓ изменения графиков работы предприятий и организаций, отдельных сотрудников с целью снижения пассажиропотоков в часы «пик»;
  - ✓ развития системы торгового и социально-бытового обслуживания населения в шаговой доступности с уровнем ассортимента и качества товаров и услуг, в полной мере удовлетворяющим потребностям разных групп населения («смешанное использование» территорий);
  - ✓ развития системы дистанционной торговли и доставки товаров, выездного оказания услуг.
- исключение условий формирования гипермобильности при реализации градостроительных проектов (в частности- при реализации программ реновации), включая:
- ✓ законодательное установление ограничений на плотность и этажность застройки (уровень федерального и регионального законодательства);
  - ✓ установление требований по созданию социальных пространств, дворовых территорий, адекватных характеристикам (в частности, этажности) застройки;
  - ✓ реализация на уровне градостроительного планирования концепции смешанного использования (“mixed-use” development) территорий и зданий;
- реализация концепции транзитно-ориентированной застройки городских территорий.
- обеспечение безопасности (движения, экологической) и экономичности используемых транспортных средств, включая:
- ✓ внедрение требований стандарта «Евро 6» для вновь производимых и ввозимых в Россию автотранспортных средств (их принятие в одностороннем порядке в случае невозможности реализации процедуры в рамках Таможенного Союза);
  - ✓ совершенствование процедур периодического технического осмотра подвижного состава, предрейсового технического контроля АТС;
  - ✓ осуществление эффективного контроля экологических характеристик автотранспорта в эксплуатации (выведение этой процедуры из периодического техосмотра, передача полномочий контроля за ее осуществлением Росприроднадзору, ужесточение наказаний за несоответствие экологических характеристик автомобилей их установленному классу) (в настоящее время распространена практика демонтажа систем нейтрализации ОГ, чип-тюнинга бортовых компьютеров, практически не осуществляется замена при ТО штатных нейтрализаторов при выработке их ресурса и т.д.);
  - ✓ внедрение системы дистанционного контроля выбросов автотранспортных средств на дорогах (по аналогии с существующими в целом ряде стран), принятие необходимых законодательных норм;
  - ✓ принятие законодательных норм, стимулирующих приобретение и использование автотранспортных средств с электроприводом (электромобили, штепсельные гибриды, автомобили на топливных элементах), создание для них заправочной инфраструктуры;
- поддержка государством и местными органами власти развития городского общественного пассажирского электротранспорта (трамваи, троллейбусы, электробусы, метро, городская электричка) как основы магистральной сети ОПТ в городах;
  - развитие использования различных цифровых сервисов, повышающих доступность и качество транспортных услуг для населения и бизнеса;
  - внедрение различных схем совместного пользования транспортными средствами в сочетании с их автоматизацией и электрификацией;
-

- 
- создания условий (в частности, безопасной инфраструктуры) для развития активных видов мобильности, использования СИМ.

Неопределенность дальнейшего развития экономической ситуации, наличие традиционных глобальных угроз и новых рисков, связанных как с повторными волнами эпидемии коронавируса, так и с возможными новыми глобальными эпидемиями, бурное развитие цифровых технологий и изменение моделей трудовой деятельности и поведения населения - все это требует разработки вариантных сценариев трансформации транспортной системы и определения новых направлений транспортной политики в условиях «новой нормальности» (в том числе – в рамках модернизации Транспортной Стратегии Российской Федерации).

### **Литература и источники информации**

1. Российский статистический ежегодник. Федеральная служба Государственной статистики. М., 2020
2. Донченко В.В. Проблемы обеспечения устойчивости функционирования городских транспортных систем. М., ИКФ «Каталог», 2005,-183 с.
3. Guidelines EST!, Environmentally Sustainable Transport. Futures, strategies and best practices, October 2000, Vienna
4. Sustainable transport at the heart of the Sustainable Development Goals (SDGs). Sustainable Development Knowledge Platform. <http://sustainabledevelopment.un.org>.

**Об установлении юридической ответственности в случаях ДТП с участием  
высокоавтоматизированных транспортных средств**

\* \* \*

**On the establishment of legal liability in road accidents involving highly automated  
vehicles**

**Матанцева О.Ю.**, доктор экон. наук, канд., техн. наук, доцент

**Титов А.Е.**,

**Щеголева И.В.**

**Матанцева Ольга Юрьевна**, доктор экон. наук, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, доцент. Заместитель генерального директора ОАО «НИИАТ» по научной работе. E-mail: [omat@niiat.ru](mailto:omat@niiat.ru). Адрес: Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

**Титов Андрей Евгеньевич**, заведующий научно-исследовательским отделом «Безопасность движения на автомобильном транспорте», E-mail: [7643009@mial.ru](mailto:7643009@mial.ru). Адрес: Россия, 125480. Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

**Щеголева Ирина Викторовна**, младший научный сотрудник научно-исследовательского отдела «Экономики транспорта», E-mail: [ishegoleva@niiat.ru](mailto:ishegoleva@niiat.ru). Адрес: Россия, 125480. Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

**Matantseva Olga Yurievna**, D.Sc., Ph.D., Senior scientific researcher, associate professor. Deputy General Director of OJSC "NIIAT" for scientific work. E-mail: [omat@niiat.ru](mailto:omat@niiat.ru). Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24. 125480, Moscow, Russia

**Titov Andrey Evgenyevich**, Head of the Research Department "Traffic Safety in road transport" E-mail: [7643009@mial.ru](mailto:7643009@mial.ru). Address: Russia, 125480. 24 Geroyev Panfilovtsev str., Moscow

**Shchegoleva Irina Viktorovna**, Junior researcher of the Research Department of "Transport Economics", E-mail: [ishegoleva@niiat.ru](mailto:ishegoleva@niiat.ru). Address: Russia, 125480. 24 Geroyev Panfilovtsev str., Moscow

**Аннотация**

В статье рассмотрена методика разработки диалоговой модели по оценке и выбору организационно-технологических мероприятий при формировании Документа планирования перевозок. Основное внимание уделено механизму определения изменения показателей качества обслуживания пассажиров и себестоимости перевозки в результате проводимого мероприятия.

**Ключевые слова:** диалоговая модель, организационно-технологические мероприятия, основные входные факторы

**Abstract**

The article considers the methodology of developing a dialog model for evaluating and selecting organizational and technological measures when forming a transport planning Document. The main attention is paid to the mechanism of determining changes in the indicators of the quality of passenger service and the cost of transportation as a result of the event

**Keywords:** dialog model, organizational and technological measures, main input factors

В настоящее время одним из основных документов по организации регулярных перевозок пассажиров является документ планирования регулярных перевозок пассажиров и багажа по муниципальным и межмуниципальным маршрутам автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом (далее – Документ планирования регулярных перевозок).

Документ планирования регулярных перевозок разрабатывается в соответствии с положениями Федерального закона от 13 июля 2015 г. № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации» (далее – Федеральный закон № 220-ФЗ).

Документ планирования регулярных перевозок является нормативным правовым актом высшего исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации или исполнительно-распорядительного органа муниципального образования, устанавли-

вающим перечень мероприятий по развитию регулярных перевозок, организация которых отнесена к компетенции соответственно уполномоченных органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и уполномоченных органов местного самоуправления.

Методическая поддержка разработки Документа планирования регулярных перевозок обеспечивается рекомендациями, утвержденными Минтрансом России в июне 2020 года ("Методические рекомендации по разработке Документа планирования регулярных перевозок пассажиров и багажа по муниципальным и межмуниципальным маршрутам автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом" (утв. Минтрансом России).

Разработка Документа планирования регулярных перевозок предполагает осуществление выбора и формирование последовательности исполнения мероприятий, направленных на повышение качества обслуживания пассажиров, характеризуемых, в первую очередь, соотношением результативности внедрения и низкими затратами, обеспечивающими интенсификацию процесса совершенствования работы транспортных средств на муниципальных и межмуниципальных маршрутах [1,2].

Для решения этой задачи, в ОАО «НИИАТ» была создана диалоговая модель оценки и выбора организационно-технологических мероприятий, позволяющая разработчику Документа планирования регулярных перевозок (далее – разработчик) не использовать готовое решение, а самостоятельно решить инженерную задачу, с учетом конкретных условий эксплуатации на рассматриваемых маршрутах.

Модель построена следующим образом: каждое мероприятие имеет алгоритм, позволяющий вычислить значения основных входных факторов, далее проводится расчет итоговых показателей, а затем критерия эффективности. Он является вектором, состоящим из четырех компонентов, причем каждый из скалярных критериев представляет из себя разность значений итоговых показателей после проведения мероприятия и до того. Данными скалярными критериями являются: изменение затрат времени пассажира, изменение комфортности поездки, изменение затрат перевозчика за сутки на маршруте и изменение полноты сбора платы за проезд [3,5].

Основными входными факторами являются:  $X_1$  - число автобусов на маршруте;  $X_2$  - время отстоя всех водителей данного маршрута за сутки;  $X_3$  - линейное время работы водителей на маршруте за сутки;  $X_4, X_5, X_6$  - соответственно время простоя, время работы в праздничные дни, ночные часы работы всех водителей за сутки;  $X_7$  - средняя дальность поездки пассажира;  $X_8$  - длина маршрута;  $X_9$  - допустимое отклонение от расписания;  $X_{10}$  - число мест для сидения в используемом подвижном составе;  $X_{11}$  - часы в наряде всех автобусов за сутки;  $X_{12}, X_{13}$  - максимальный пассажиропоток соответственно на максимально загруженном перегоне сети и максимально загруженном перегоне маршрута;  $X_{14}$  - число выполненных рейсов в исследуемый период;  $X_{15}, X_{16}$  - соответственно свободная площадь пола и предельная вместимость используемого состава;  $X_{17}$  - нулевой пробег всех автобусов за сутки;  $X_{18}$  - расстояние пешего хождения пассажира;  $X_{19}$  - число рейсов с допустимыми отклонениями в сутки;  $X_{20}$  - фактическое число рейсов за сутки;  $X_{21}$  - плановое число рейсов в сутки;  $X_{22}$  - число пересадок;  $X_{23}$  - время простоя на конечных пунктах;  $X_{24}$  - время оборота.

Основные мероприятия, направленные на организацию и совершенствование технологии перевозок, а также факторы с ними связанные приведены в табл. 1.

Подобрать такие значения к основным входным факторам, чтобы в результате расчетов получить и удовлетворяющие его решения, разработчик Документа планирования может с помощью диалоговой модели.

Технология работы с применением диалоговой модели рассмотрена ниже.

В начале работы разработчик обеспечивает введение необходимой для проведения расчетов информации по маршрутам. Далее, из списка мероприятий, совершив выбор разработчик может получить оценку целесообразности их проведения. Указав мероприятие, в отношении которого необходимо осуществить оценку, разработчик указывает, на каком маршруте (или маршрутах) будет данное мероприятие реализовано. Определив номер маршрута,

разработчик обеспечивает присвоение значений основным входным факторам. Далее рассчитываются итоговые показатели, характеризующие существующее положение до проведения мероприятия.

Далее указывается исходная информация, характеризующая конкретное проводимое мероприятие (например, номера остановок, начало и конец укороченного маршрута - для мероприятия «организация укороченного маршрута»). На основе этой информации по заранее определенному алгоритму рассчитываются новые значения основных входных факторов, которые характеризуют маршрут или группу маршрутов после проведения мероприятия.

По функциональным зависимостям, заложенным в программу диалоговой модели, рассчитываются итоговые показатели, характеризующие ситуацию на маршруте, которая сложилась бы по факту проведения мероприятия [2,3].

При неудовлетворенности результатами расчета, разработчик в праве инициировать процедуру повторного расчета, изменив входные параметры, характеризующие данное мероприятие, вследствие чего будет осуществлен перерасчет новых значений основных и входных факторов.

Данная процедура может быть осуществлена неоднократно, до получения удовлетворяющего разработчика результата или принятия решения о нецелесообразности проведения конкретного мероприятия на маршруте.

По диалоговой модели были проведены расчеты для Наро-Фоминского ПАТП Московской области, где на маршруте №24 в пригородном сообщении была отделена городская часть от пригородной. Маршрут соединял пригород Новоселки с больницей, расположенной в противоположном конце города, явным недостатком было отсутствие заезда на железнодорожную станцию Нара. Работа автобусов на маршруте была организована следующим образом: часть рейсов были полными (Больница - Новоселки), часть укороченными (Больница - Каменское) и самое большое число рейсов приходилось на меньший, но наиболее загруженный укороченный участок маршрута (Больница - Атепцево). Разделение маршрута на две части в точке наименее отдаленной от станции Нара и продление каждой из его частей позволило обеспечить посадку пассажиров на автобусы пригородного и городского маршрутов недалеко от железнодорожной платформы.

Таблица 1

Влияние мероприятий на основные входные факторы

| Мероприятия                      | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub> | X <sub>9</sub> | X <sub>10</sub> | X <sub>11</sub> | X <sub>12</sub> | X <sub>13</sub> | X <sub>14</sub> | X <sub>15</sub> | X <sub>16</sub> | X <sub>17</sub> | X <sub>18</sub> | X <sub>19</sub> | X <sub>20</sub> | X <sub>21</sub> | X <sub>22</sub> | X <sub>23</sub> | X <sub>24</sub> |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Изменение числа остановок        |                | X              |                |                |                |                |                |                |                |                 | X               |                 |                 | X               |                 |                 |                 | X               | X               | X               |                 |                 | X               | X               |
| Продление трасс маршрутов        |                | X              |                |                |                |                | X              | X              |                |                 | X               |                 | X               | X               |                 |                 | X               | X               | X               | X               |                 |                 | X               | X               |
| Объединение, разбиение маршрутов | X              | X              |                |                |                |                | X              | X              |                |                 | X               |                 |                 | X               |                 |                 | X               |                 | X               | X               |                 |                 | X               | X               |
| Организация укороченных рейсов   | X              | X              |                |                |                |                | X              |                |                |                 | X               | X               | X               | X               |                 |                 |                 |                 | X               | X               |                 |                 | X               | X               |
| Организация скоростных рейсов    | X              | X              |                |                |                |                | X              |                |                |                 | X               | X               | X               | X               |                 |                 |                 |                 | X               | X               |                 |                 | X               | X               |
| Изменение числа автобусов        | X              | X              |                |                |                |                |                |                |                |                 | X               |                 |                 | X               |                 |                 |                 |                 |                 | X               |                 |                 |                 |                 |
| Организация спаренных рейсов     | X              | X              |                |                |                |                |                |                |                |                 | X               |                 |                 | X               |                 |                 |                 |                 |                 | X               |                 |                 |                 |                 |
| Организация пиковых маршрутов    | X              |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 | X               | X               |                 |                 |                 |                 |                 |                 | X               |                 |                 |                 |                 |
| Организация кольцевых маршрутов  | X              | X              |                |                |                |                |                |                |                |                 | X               |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | X               | X               |                 | X               | X               | X               |

Через дробь (X/) показаны возможные изменения факторов при различных вариантах проведения мероприятий

На новом маршруте в пригородном сообщении осталось то же число автобусов, однако было рассмотрено несколько вариантов организации их работы, которые приведены в табл. 2.

В варианте I на участке маршрута Нара - Атепцево работают три автобуса, а на остальных (больших по длине) по одному. Во втором варианте переключение одного автобуса с участка, маршрута Нара - Атепцево на более длинный (включающий и прежний участок) Нара - Каменское приводит к улучшению обслуживания - пассажиров, проезжающих на участке Атепцево - Каменское. Однако данное переключение увеличивает суточный пробег переключенного автобуса, что ведет к увеличению расходов на маршруте. В результате расчетов по модели были получены следующие результаты: по варианту I - затраты времени пассажира сократились на 3,85 мин, что составляет 9,35%, наполнение салона на максимально загруженном перегоне уменьшилось на 3,7%, что привело к улучшению комфортности поездки на 0,5917 пасс/м<sup>2</sup>, полнота сбора платы за проезд возросла на 0,9%, затраты на маршруте сократились на 7,64 руб. в сутки; по варианту II - затраты времени пассажира сократились на 5,2 мин, что составляет 12,6%, наполнение салона на максимально загруженном перегоне сократилось на 2,0%, что привело к улучшению комфортности поездки на 0,478 пасс/м<sup>2</sup>, полнота сбора платы за проезд возросла на 0,8%, затраты на маршруте выросли на 47,36 руб.

Очевидно, что разработчиком будет выбран I вариант, который хотя и дает меньшую экономию времени пассажира, чем вариант II, но обеспечивает снижение затрат на маршруте, тогда как вариант II ведет к повышению этих затрат.

Таблица 2

Значения основных входных факторов на маршруте № 24

| Факторы  | Старый вариант       |                      |                     | I новый вариант  |                  |                 | II новый вариант |                  |                 |
|----------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
|          | Больница - Новоселки | Больница - Каменское | Больница - Атепцево | Нара - Новоселки | Нара - Каменское | Нара - Атепцево | Нара - Новоселки | Нара - Каменское | Нара - Атепцево |
| 1        | 2                    | 3                    | 4                   | 5                | 6                | 7               | 8                | 9                | 10              |
| $X_1$    | 1                    | 1                    | 3                   | 1                | 1                | 3               | 1                | 1                | 2               |
| $X_2$    | 0                    | 0                    | 0                   | 0                | 0                | 0               | 0                | 0                | 0               |
| $X_3$    | 15,12                | 10,8                 | 38,244              | 9,6              | 17,58            | 35,56           | 18,6             | 35,7             | 22,27           |
| $X_4$    | 0                    | 0                    | 0                   | 0                | 0                | 0               | 0                | 0                | 0               |
| $X_5$    | 0                    | 0                    | 0                   | 0                | 0                | 0               | 0                | 0                | 0               |
| $X_6$    | 0                    | 0                    | 0                   | 0                | 0                | 0               | 0                | 0                | 0               |
| $X_7$    | 15,42                | 0,677                | 0,615               | 15,42            | 0,67             | 0,55            | 15,42            | 0,67             | 0,55            |
| $X_8$    | 29,9                 | 19,7                 | 11,2                | 29,3             | 19,4             | 10,6            | 29,3             | 19,4             | 10,6            |
| $X_9$    | 3                    | 3                    | 3                   | 3                | 3                | 3               | 3                | 3                | 3               |
| $X_{10}$ | 34                   | 34                   | 34                  | 34               | 34               | 34              | 34               | 34               | 34              |
| $X_{11}$ | 14,52                | 10,5                 | 37,344              | 9                | 17,28            | 34,656          | 18               | 34,5             | 21,67           |
| $X_{12}$ | 98                   | 96                   | 100                 | 98               | 96               | 100             | 98               | 96               | 100             |
| $X_{13}$ | 486                  | 486                  | 486                 | 486              | 486              | 486             | 486              | 486              | 486             |
| $X_{14}$ | 1,24                 | 1,71                 | 7,71                | 1,32             | 1,56             | 8,3             | 1,32             | 3,13             | 5,54            |
| $X_{15}$ | 4,2                  | 4,2                  | 4,2                 | 4,2              | 4,2              | 4,2             | 4,2              | 4,2              | 4,2             |
| $X_{16}$ | 67                   | 67                   | 67                  | 67               | 67               | 67              | 67               | 67               | 67              |
| $X_{17}$ | 0                    | 0                    | 0                   | 0                | 0                | 0               | 0                | 0                | 0               |
| $X_{18}$ | 0,332                | 0,343                | 0,2096              | 0,332            | 0,343            | 0,2096          | 0,332            | 0,343            | 0,2096          |
| $X_{19}$ | 6                    | 6                    | 6                   | 5                | 10               | 37              | 9                | 20               | 22              |
| $X_{20}$ | 6                    | 6                    | 66                  | 4                | 9                | 32              | 8                | 18               | 20              |
| $X_{21}$ | 7                    | 7                    | 7                   | 4                | 9                | 32              | 8                | 18               | 20              |
| $X_{22}$ | 0                    | 0                    | 0                   | 0                | 0                | 0               | 0                | 0                | 0               |
| $X_{23}$ | 10                   | 10                   | 10                  | 15               | 15               | 20              | 15               | 15               | 20              |
| $X_{24}$ | 145,2                | 105                  | 70                  | 135              | 115              | 65              | 135              | 115              | 65              |

1. Матанцева О.Ю. Экономические основы формирования документа планирования перевозок пассажиров / В сборнике: Национальные и международные финансово-экономические проблемы автомобильного транспорта / Сборник научных трудов. / Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ). - Москва, 2018. - С. 26-32.
2. Матанцева О.Ю., Аредова А.К. Перевозки пассажиров транспортом общего пользования: основные экономические проблемы и пути их решения / Транспорт Российской Федерации. - 2018. - № 2 (75). - С. 65-69.
3. Матанцева О.Ю. Экономически устойчивая деятельность субъектов автотранспортного рынка / Право и экономика. - 2015. - № 1 (323). - С. 69-73.
4. Матанцева О.Ю., Хмельницкий А.Д. Проблемы регулирования рынка транспортных услуг в условиях цифровой экономики. / В сборнике: Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. - ежегодник. - 2019. - С. 400-405.
5. Spirin I.V., Matantseva O.Yu., Grishaeva Y.M., Savosina M.I. Planning of passenger transportation in the cities of Russia on the basis of sustainable development / В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019 International Conference on Innovations in Automotive and Aerospace Engineering, ICI2AE 2019. - 2019. - С. 012053.

**Обзор методик расчета выбросов взвешенных частиц PM10 и PM2,5 в атмосферный воздух дорожно-транспортным комплексом на территориях крупных городов**

\* \* \*

**Review of methods for calculating the emissions of suspended particles PM10 and PM2.5 into the atmospheric air by a motor transport complex in the territories of large cities**

**Чиждова В.С.**, канд. техн. наук,  
**Пыждова Е.А.**

**Чиждова Вера Сергеевна**, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. отдела «Проблемы устойчивого развития транспортных систем» ОАО «НИИАТ», ст. преп., МАДИ. E-mail: chizhovavs@niiat.ru. Адрес: Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, **Пыждова Екатерина Анатольевна**, инженер кафедры «Техносферная безопасность». E-mail: pochta\_madi\_katya@mail.ru. Адрес: МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64

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

**Pyzhova Ekaterina Anatolievna**, engineer, department of "Technosphere Safety", E-mail: pochta\_madi\_katya@mail.ru. Address: MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia

**Аннотация**

В статье рассмотрены отечественные и зарубежные методики расчета выбросов взвешенных частиц PM10 и PM2,5 в атмосферный воздух от дорожно-транспортного комплекса. Приведены результаты расчета выбросов загрязняющих веществ и частиц PM10 на улично-дорожной сети города Долгопрудный Московской области. Проведённые исследования показали, что при установке электрофильтров экологическая нагрузка в городе будет снижена на 37%. При организации экологической зоны в городах выбросы загрязняющих веществ снижаются на 40...60%.

**Ключевые слова:** загрязняющее вещество, автомобильный транспорт, загрязнение атмосферного воздуха, методика расчета выбросов, износ дорожного покрытия и шин, взвешенные частицы PM10 и PM2,5.

**Abstract**

The article considers domestic and foreign methods for calculating the emissions of suspended particles PM10 and PM2.5 into the atmospheric air from the road transport complex. The results of calculating the emissions of pollutants and PM10 at the street and road network of the city of Dolgoprudny in the Moscow region are presented. The conducted studies have shown that when installing electric filters, the environmental load in the city will be reduced by 37%. When organizing an ecological zone in cities, the emissions of pollutants are reduced by 40 ... 60%.

**Keywords:** polluting substance, road transport, atmospheric air pollution, emission calculation method, road surface and tire wear, particulate matter PM10 and PM2.5.

Снижение негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду и здоровье населения до минимального уровня – это одно из основных условий, связанных с понятием «устойчивого развития транспорта». Автомобильный транспорт является источником практически всех известных видов негативного воздействия на окружающую среду. Одним из видов негативного воздействия являются выбросы загрязняющих веществ, в частности взвешенные частицы PM10 и PM2,5 (далее - PM10 и PM2,5) в атмосферный воздух.

Для оценки количества выбросов PM10 на территориях городов, а также для прогнозирования, где развит дорожно-транспортный комплекс, необходимы методики расчета как от источников, связанных с отработавшими газами ДВС автомобилей, так и от источников, не

связанных с отработавшими газами ДВС. Сделан обзор и анализ зарубежных и отечественных методических документов в области количественной оценки выбросов PM10 и PM2,5 от дорожно-транспортного комплекса. В таблице 1 приведен сравнительный анализ методик расчёта выбросов PM10 и PM2,5.

В отечественных методиках учитываются частицы РМ только от отработавших газов ДВС автомобилей и рассматриваются в большей мере частицы размером 10 микрон, в то время, как зарубежные программы рассматривают размер частиц в диапазоне от 0,1 до 2,5 микрон и от источников, связанных с износом шин, дорожного покрытия, тормозных колодок, так как они являются самыми опасными для здоровья человека.

В 2006-2016 годах, в НИИАТ разрабатывалась и актуализировалась методика расчета массы выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта [5], гармонизированная с подходом, принятым ЕЕА и реализованным в ПО COPERT версий 4 и 5; данный подход проиллюстрирован на рис. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ отечественных и зарубежных методик расчёта выбросов частиц PM10 и PM2,5

| № п/п | Методика                              | Учитываемая фракция РМ                                                                                                                                         | Учет выбросов РМ, не связанных с ОГ ДВС автомобилей                                           | Учет выбросов РМ, связанных с ОГ ДВС автомобилей |
|-------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1     | Методика Минприроды России (2019) [1] | Учитываются частицы PM2,5. Выбросы частиц PM2,5 от автотранспортных потоков при проведении Сводных расчетов учитываются в составе выбросов взвешенных веществ. | Нет                                                                                           | Да                                               |
| 2     | ГОСТ Р 56162-2019 [2]                 | В методике отсутствует расчет частиц РМ, есть расчет выбросов сажи.                                                                                            | Нет                                                                                           | Да                                               |
| 3     | Методика Росприроднадзора (2013) [3]  | С - твердые частицы в пересчете на углерод (сажа).                                                                                                             | Нет                                                                                           | Да                                               |
| 4     | Методика МАДИ (2013) [4]              | В методике указаны РМ - дисперсные частицы. Фракции частиц отсутствуют.                                                                                        | Нет                                                                                           | Да                                               |
| 5     | Методика НИИАТ (2016) [5]             | В методике указаны РМ - дисперсные частицы. Фракции частиц отсутствуют.                                                                                        | Нет                                                                                           | Да                                               |
| 6     | COPERT [6]                            | Диапазон РМ до 2,5 микрон.                                                                                                                                     | Учитываются выбросы от испарения топлива, износа шин, дорожного покрытия и тормозных колодок. | Да                                               |

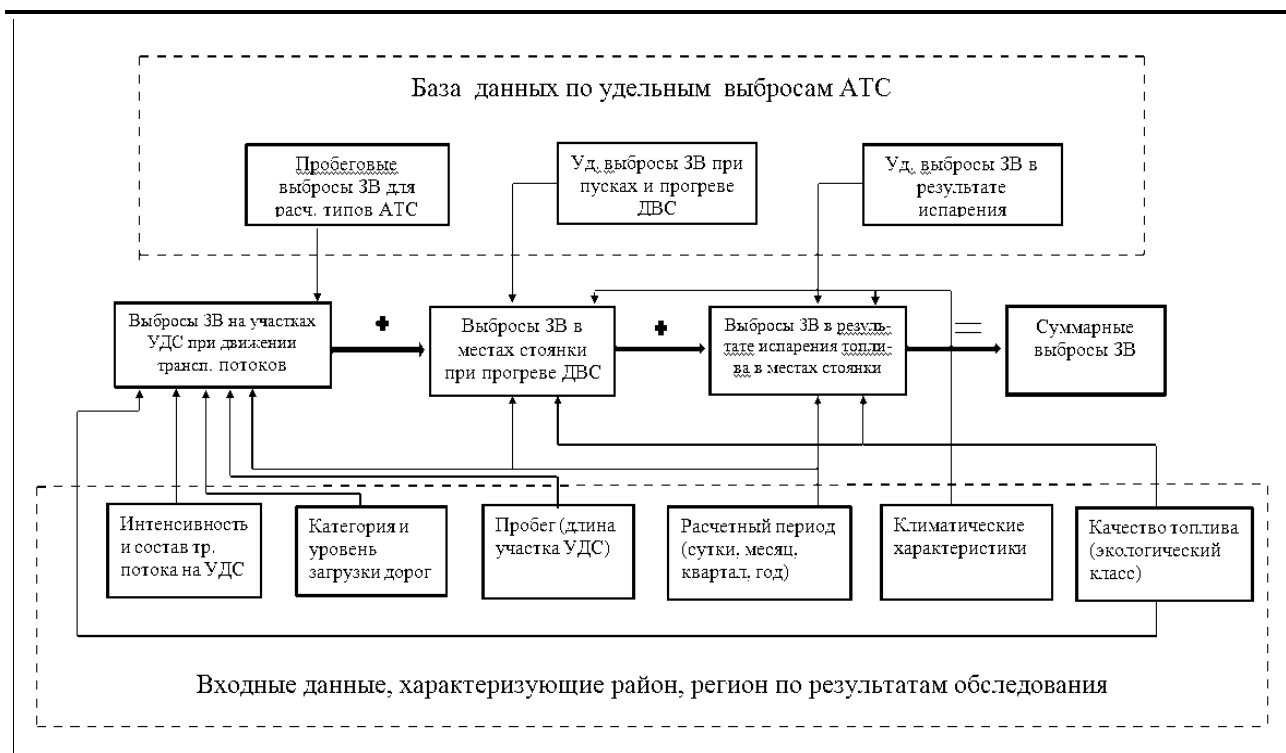


Рис. 1. Структура расчета выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом по методикам ЕЕА/COPERT и НИИАТ

В методике ЕМЕР/CORINAIR рассчитываются твердые частицы РМ, включая ВС (черный углерод) и ОС (органический углерод). Все коэффициенты массы выбросов твердых частиц РМ, приведены к уровню РМ<sub>2,5</sub>, потому что более курными фракциями РМ<sub>2,5-10</sub> в контексте выбросов отработавших газов транспортных средств пренебрегается.

По методике [3] выполнен расчет выбросов РМ (твердые частицы в пересчете на углерод) от отработавших газов ДВС автомобилей, работающих на бензиновом и дизельном топливе на улично-дорожной сети г. Долгопрудный Московской области.

В городе Долгопрудный проживает менее 1 млн. человек<sup>2</sup>, расчет количества загрязняющих веществ производился следующим образом:

Расчет выброса *i*-го загрязняющего вещества (далее- ЗВ) при движении по городским улицам производится по формуле:

$$M_{2i} = \sum_{j=1}^j M_{2ij}, \text{ тыс. т} \quad (1)$$

где  $M_{2ij}$  – выброс *i*-го ЗВ автотранспортными средствами соответствующего *j*-го расчетного типа, рассчитывается по формуле:

$$M_{2i} = m_{2ij} * L_{1j} * N_{2j} * 10^{-6}, \text{ тыс. т} \quad (2)$$

где  $m_{2ij}$  – удельный выброс *i*-го ЗВ АТС *j*-го расчетного типа, г/км;

$L_{1j}$  – среднегодовой пробег АТС *j*-го расчетного типа по городским улицам и дорогам, тыс. км;

$N_{2j}$  – количество АТС *j*-го расчетного типа, зарегистрированных на территории города по данным ГИБДД, ед. (по данным ГИБДД, структура автопарка на 2019 год, <https://гибдд.рф/>).

Процентное соотношение выбросов ЗВ от АТС представлено на рис. 2:

<sup>2</sup> <https://ru.wikipedia.org/wiki/Долгопрудный>



Рис. 2. Структура загрязняющих веществ, выбрасываемых за год

В результате расчета получили, что выбросы углерода, входящего в состав РМ, составляет 1% от всех выбросов ОГ и равен 0,0117 тонн в год.

По методике [4] выполнен расчет выбросов частиц РМ от отработавших газов ДВС автомобилей на перекрестках города.

Степень и количество выброса загрязняющих веществ обуславливается, прежде всего, условиями движения и организацией транспортных потоков, а также соотношением установленных и неуставленных режимов движения автомобилей. Поэтому, в общем виде величина выброса  $i$ -го загрязняющего вещества  $M_i$  на участке улицы длиной  $l$  за единицу времени может быть определена по формуле:

$$M_i = M_{li} + D_i \quad (3)$$

где  $M_{li}$  - выброс  $i$ -го загрязняющего вещества при непрерывном движении транспортного потока, г/ч;

$D_i$  - дополнительный выброс  $i$ -го загрязняющего вещества, связанный с задержкой транспортных средств, г/ч.

Величина  $M_{li}$  отражает неизбежную часть выброса, определяемую техническим уровнем и состоянием транспортных средств, скоростью движения, интенсивностью движения и дорожными условиями. Величина  $D_i$  отражает увеличение выброса, вызванное торможением и разгоном транспортных средств, а также работой двигателя на холостом ходу.

Для реализации данного подхода используется расчетная схема:

1. Участок транспортной сети города представляется в виде отдельных элементов УДС: перегонов ( $n$ ) и перекрестков ( $j$ );

2. Выброс загрязняющих веществ  $M_{li}$  определяется для каждого перегона, исходя из направления движения, протяженности данного участка, числа полос движения и интенсивности движения в данном направлении;

3. Дополнительный выброс  $D_i$  рассчитывается для каждого перекрестка. Расчет для регулируемых перекрестков основан на представлении каждого перекрестка как совокупности регулируемых направлений (далее - РН), включающих одно или несколько геометрических направлений движения транспортных средств на подходе к перекрестку, имеющих общие полосы движения и управляемых общим сигналом светофора. Каждое РН характеризуется количеством остановок автомобилей, временем работы двигателя на холостом ходу и скоростью движения на входном и выходном участках.

Для нерегулируемых перекрестков равнозначных дорог  $D_i$  определяется для каждого направления движения, а для нерегулируемых перекрестков неравнозначных дорог - только для второстепенного.

4. Транспортный поток подразделяется на пять расчетных групп автомобилей: легковой автомобиль; грузовой автомобиль с бензиновым двигателем; грузовой автомобиль с дизельным двигателем; автобус с бензиновым двигателем; автобус с дизельным двигателем.

На рис. 3 показан конечный результат выбросов частиц РМ на перекрестках (г/час), на рис. 4 процентное соотношение выбросов РМ с отработавшими газами автомобилей, работающих на дизельном топливе. На карте (рис. 5) отмечены наиболее загруженные перекрестки города Долгопрудного Московской области, а также пунктиром выделена загруженность автомобильных дорог в час пик в будний день и нанесены показатели выброса дисперсных частиц.

На рис. 3 представлен расчет по методике [4], учитывающей часть выброса, связанную с техническим уровнем и состоянием транспортных средств, скоростью движения, интенсивностью движения и дорожными условиями, а также отражает увеличение выброса, вызванное торможением и разгоном транспортных средств, а также работой двигателя на холостом ходу.

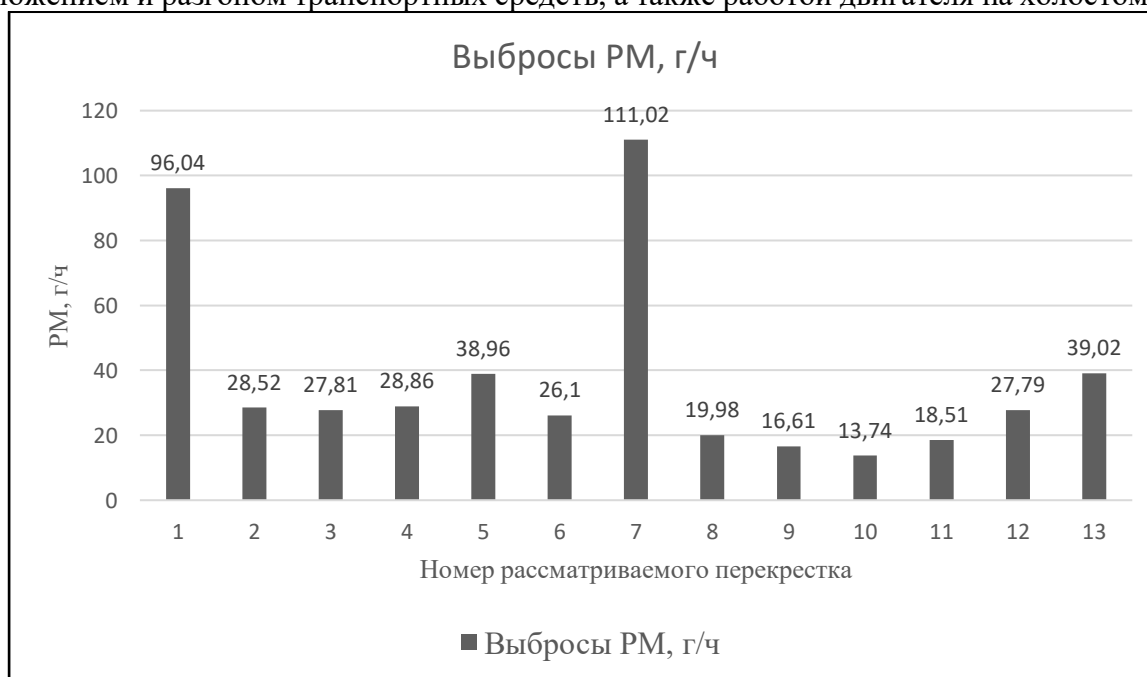


Рис. 3. Выбросы РМ на перекрестках г. Долгопрудного

Наибольший выброс РМ (111,02 г/час) на пересечении проспекта Пацаева и ул. Дирижабельной, а наименьший (13,74 г/час) на пересечении ул. Ракетостроителей и ул. Летной в г. Долгопрудный.

Через город проходит две сквозных магистрали, связывающие МКАД и Дмитровское шоссе, что также является фактором, способствующим дополнительному притоку транзитного автотранспорта. Для исследования выбраны узловые точки, находящиеся на пересечении сквозных магистралей и связующих дорог – именно здесь расположены светофоры и наблюдается наиболее плотный трафик в часы пик.

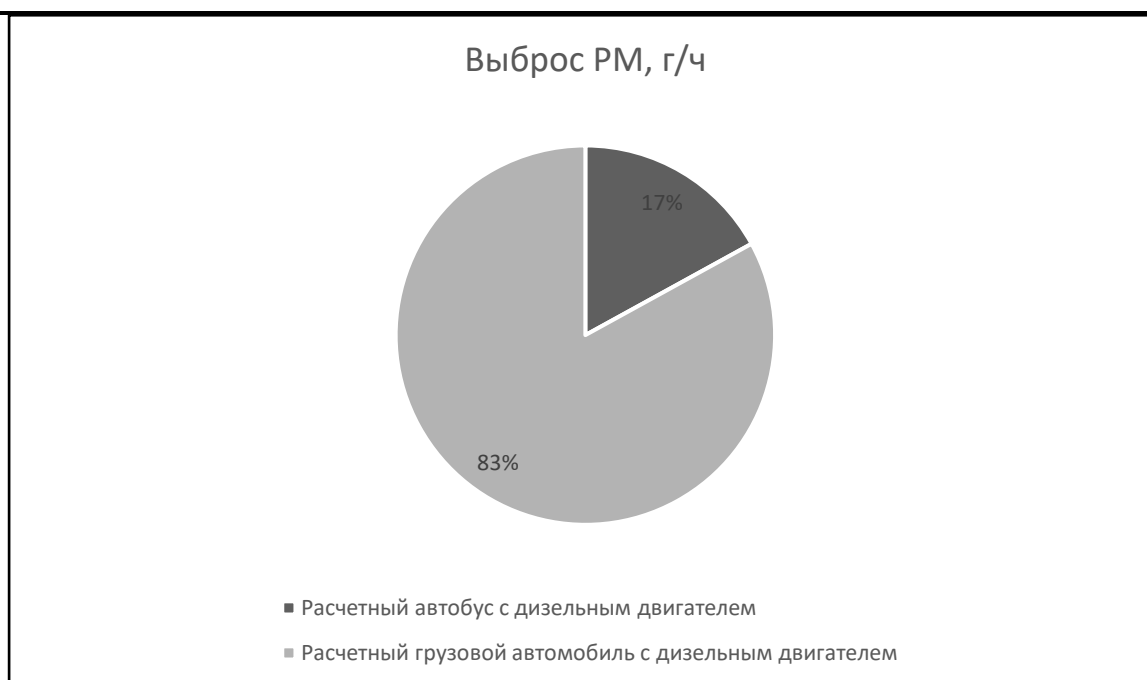


Рис. 4. Выбросы РМ от автомобилей, работающих на дизельном топливе

Расчет выбросов по методике [3] показал, что 17% от автомобильного транспорта на дизельном топливе в г. Долгопрудный составляют автобусы, а остальные 83% - грузовые автомобили.

В таблице 2 представлен перечень пересечений на улично-дорожной сети города Долгопрудный и результаты расчетов выбросов частиц РМ на этих пересечениях.

На рис. 5 представлена карта УДС города Долгопрудный с обозначением интенсивности автотранспортного потока в час пик, а также нанесены точки пересечений улиц, в которых рассчитывался выброс частиц РМ в г/ч.

Таблица 2

Перечень пересечений на УДС г. Долгопрудный

| №  | Пересечение улиц                                 | г/час  |
|----|--------------------------------------------------|--------|
| 1  | Лихачевский проезд и Лихачевский проспект        | 96,04  |
| 2  | Лихачевский проезд и ул. Первомайская            | 28,52  |
| 3  | Лихачевский проспект и ул. Летная                | 27,81  |
| 4  | Лихачевский проспект и проспект Ракетостроителей | 28,86  |
| 5  | Лихачевское шоссе и Новый бульвар                | 38,96  |
| 6  | Лихачевское шоссе и проспект Пацаева             | 26,1   |
| 7  | Проспект Пацаева и ул. Дирижабельная             | 111,02 |
| 8  | ул. Академика Лаврентьева и ул. Дирижабельная    | 19,98  |
| 9  | ул. Спортивная и Новый Будвар                    | 16,61  |
| 10 | ул. Ракетостроителей и ул. Летная                | 13,74  |
| 11 | ул. Горького и Новое шоссе                       | 18,51  |
| 12 | Новое шоссе и ул. Южная                          | 27,79  |
| 13 | Новое шоссе и ул. Коммунальная                   | 39,02  |

Анализ методик показал, что в отечественных методических документах отсутствуют расчетные оценки выбросов частиц РМ<sub>10</sub> и РМ<sub>2,5</sub> от истирания дорожного покрытия, шин и тормозных колодок. Также отсутствуют размерные фракции частиц РМ, за исключение методики Минприроды России, где учитываются частицы РМ размером 2,5 микрон при проведении сводных расчетов в составе выбросов взвешенных веществ, от источников, связанных с отработавшими газами автомобилей. Необходимо разработать методику расчета выбросов

частиц РМ, учитывающую источники, связанные с износом шин, дорожного покрытия, тормозных колодок, а также с учетом фракционного размера.

Полученные расчеты выбросов показали следующие результаты: валовые выбросы РМ от отработавших газов за один год составляют 0,0117 тонн на всей УДС города Долгопрудный Московской области. В часы высокой нагрузки максимальный выброс РМ на пересечении ул. Дирижабельной и Проспекта Пацаева города Долгопрудного Московской области составляет 111,02 г/ч.

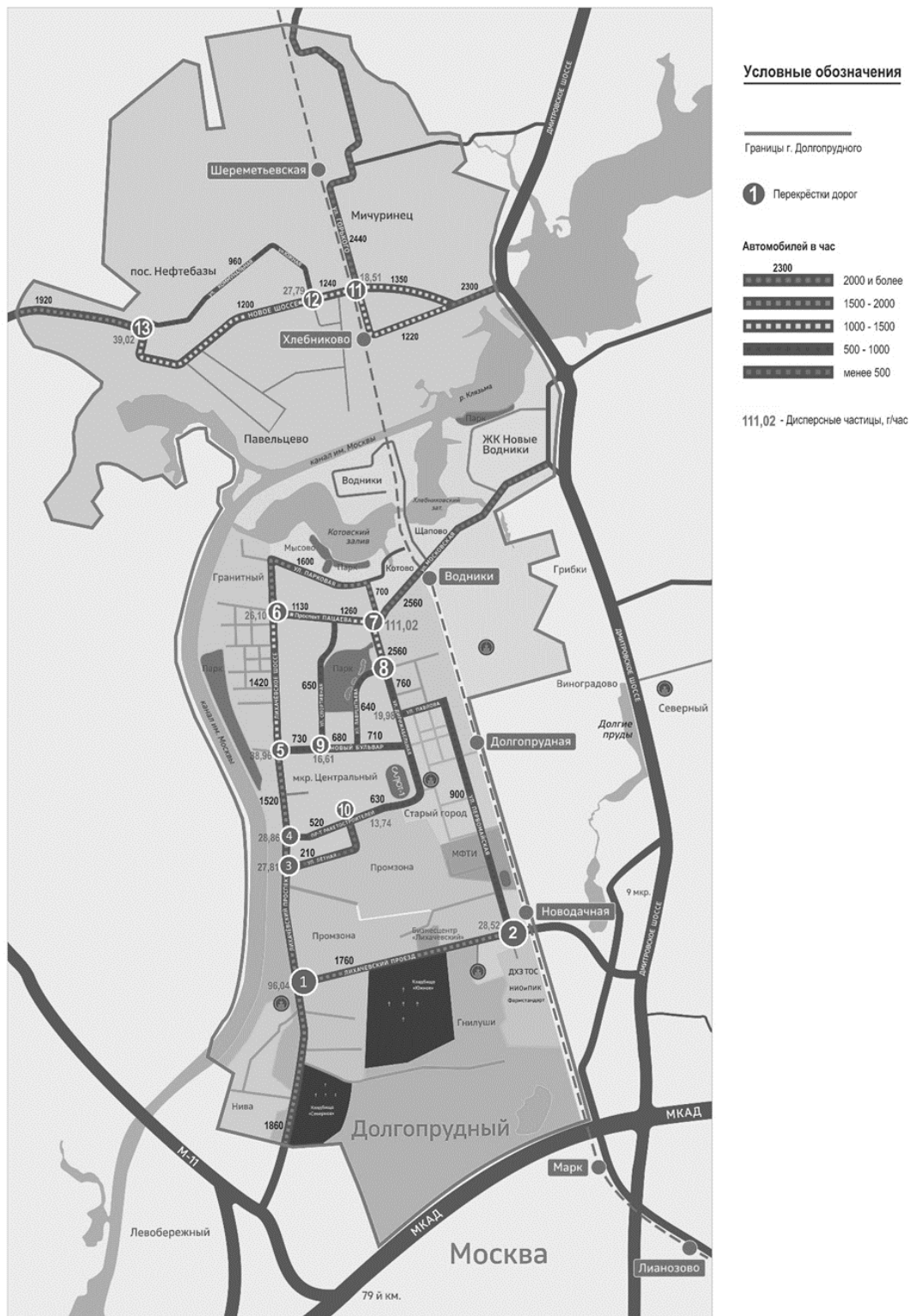


Рис. 5. Карта г. Долгопрудный с расчетными точками выбросов РМ

Для снижения выбросов PM10 и PM2,5 на территориях крупных городов предложены мероприятия:

1) установка электрофильтров открытого типа, может работать как от электросети города, так и от солнечных батарей. Преимуществом такого фильтра является то, что его можно использовать вне помещения, он сокращает выбросы мелкодисперсной пыли (от PM0,1 до PM10) и бактерий до 30%, безопасен для людей и животных<sup>3</sup>). Расчёты количественной оценки эффективности предполагают, что после внедрения всех мероприятий по установке электрофильтров экологическая нагрузка снизится на 37%;

2) установка надземных пешеходных переходов, которые помогут уменьшить работу двигателя на холостых оборотах.

3) организация зон с ограничением движения автотранспортных средств с низкими экологическими классами (далее – экологические зоны). Проведенные исследования [7-8] подтвердили достаточно высокий экологический и социальный потенциал организации экологических зон в городах. Выбросы загрязняющих веществ при организации экологической зоны будут снижены на 40...60%. Примерно в такой же степени уменьшится концентрация этих ЗВ [9]. Следовательно, эту меру организации дорожного движения можно рекомендовать для городов с высокой долей автомобильного транспорта в структуре загрязнения атмосферного воздуха.

### Литература и источники информации

1. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, утвержденная приказом Минприроды России от 27.11.2019 № 804.
2. ГОСТ Р 56162-2019 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории.
3. Распоряжение Росприроднадзора от 01.11.2013 N 6-р "Об утверждении Порядка организации работ по оценке выбросов от отдельных видов передвижных источников" (вместе с Методическими рекомендациями по оценке выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников (автомобильный и железнодорожный транспорт)).
4. Методические указания по расчету выброса загрязняющих веществ транспортным потоком по городской магистрали / В.В. Донченко А.В. Рузский. – М.: МАДИ, 2013. – 22 с.
5. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов (на примере г. Москвы). М., 2016.
6. Методика EMEP/CORINAIR (Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe - Совместная программа мониторинга и оценки распространения загрязнения воздуха на большие расстояния в Европе).
7. Введение зон с низким уровнем выбросов в городах, как эффективный инструмент реализации концепции обеспечения экологической устойчивости транспортных систем / В.В. Донченко, М.И. Шаров, В.С. Чинова // Вестник МАДИ. – 2020. – № 1 (60). – С. 106 – 112.
8. Обеспечение реализации концепции устойчивого развития транспортных систем на примере внедрения зон с низким уровнем выбросов в городах / В.В. Донченко, М.И. Шаров, В.С. Чинова // Научный вестник автомобильного транспорта. – 2020. – № 1. – С. 10–19. – Рез. англ. – Библиогр.: с. 18–19 (10 назв.).
9. Методика оценки экологической и социальной эффективности введения зон с ограничением въезда автотранспортных средств низких экологических классов / В.В. Донченко, С.В. Шелмаков, М.И. Шаров, А.В. Лобиков, В.С. Чинова // Вестник МАДИ. – 2021. – № 2 (65). – С. 74 – 80.

<sup>3</sup> <https://www.staticair.com/en/product/pamares>

## Оценка точности выполненных расчетов энергопотребления транспортных средств в программе MBK

\* \* \*

## Estimation of the accuracy of the calculations of the energy consumption of vehicles in the MVK program

**Московкин В.В.**, доктор техн. наук,  
**Окружнов В.А.**, канд. техн. наук,  
**Тимохин-Смирнов М.А.**

**Московкин Виктор Владимирович**, доктор техн. наук. Ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела "Проблемы подготовки водителей автотранспортных средств" ОАО «НИИАТ». Россия, 125480, Москва, Героев Панфиловцев ул., д.24. E-mail: moskovkin-vv@yandex.ru.

**Окружнов Владимир Александрович**, канд. техн. наук, заведующий отделом «Применение топливно-смазочных и эксплуатационных материалов в транспортном комплексе» ОАО «НИИАТ». E-mail: vokruzhnov@niiat.ru. Россия, 125480, Москва, Героев Панфиловцев ул., д.24.

**Тимохин-Смирнов Максим Александрович**, аспирант Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева; старший научный сотрудник ОАО «НИИАТ». Тел. 8(909)1640299. E-mail: maks-xpert@mail.ru

**Moskovkin Victor Vladimirovich**, D. Sc. Leading researcher of «Problems of training drivers of motor vehicles» of Open Joint-Stock Company «NIIAT». E-mail: moskovkin-vv@yandex.ru. Address: Geroev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia

**Okruzhnov Vladimir Aleksandrovich**, Ph.D, Head of Scientific Department "Application of Fuels and Lubricants in a Transport System" «NIIAT» JSC. E-mail: vokruzhnov@niiat.ru. Address: 24, Geroev Panfilovtsev str., Moscow, Russia, 125480

**Timokhin-Smirnov Maksim Aleksandrovich**, post-graduate student of Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; research fellow «NIIAT» JSC. Phone 8(909)1640299. E-mail: maks-xpert@mail.ru.

### Аннотация

В статье проведен сравнительный анализ инструментов вычисления энергопотребления транспортных средств. На основе аналитических данных представлена оценка точности выполняемых расчетов в программе MBK.

**Ключевые слова:** транспортные средства, топливная экономичность, лабораторно-дорожные испытания, расчетный метод.

### Abstract

The article provides a comparative analysis of energy calculating consumption tools for vehicles. Based on analytical data, presented an assessment of the efficiency of the calculations that performed in the MVK program.

**Keywords:** transport vehicles, fuel efficiency, laboratory and road tests, calculation method.

Растущий разрыв между лабораторными данными и реальными значениями расхода топлива и выбросов вредных веществ на дорогах в мире отрицательно сказывается на потребителях (которые тратят больше на топливо), правительстве (доходы от налогов на транспортные средства снижаются) и обществе в целом. Следовательно, существует общее согласие в том, что необходим пересмотр процедур тестирования транспортных средств, чтобы они лучше отражали поведение водителя на реальной дороге.

Надежды возлагаются на Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure (WLTP), которая была разработана на уровне Организации Объединенных Наций через ЕЭК ООН в последние годы и в настоящее время готова к осуществлению на региональном и государственном уровнях.

Для количественного определения влияния цикла вождения на уровень выбросов CO<sub>2</sub> и расхода топлива в NEDC по сравнению с WLTC мы используем три независимых источника

данных и сравним их с МВК. В настоящее время банк данных МВК имеет более 5000 АТС 2000-2018 гг. полной массой от 0.5 до 555 тонн и колесной формулой тягача от 4x2 до 8x8. Среди них существенную долю составляют новые автомобили. Здесь имеются характеристики более 2000 двигателей мощностью от 30 до 3550 л. с., около 1500 коробок передач различных конструкций, аэродинамические параметры автомобилей, шины, и др.

Пользователь МВК может выбрать любой автомобиль и провести его испытания. Если, например, характеристики двигателя, установленного на данном объекте, его не устраивают, то он может взять из банка новый двигатель или скорректировать имеющийся: увеличить или уменьшить число цилиндров, изменить рабочий диапазон частоты вращения коленчатого вала и т.п. Аналогичным образом он может изменить параметры любого другого агрегата.

Источники, взятые за основу:

1. Инжиниринговая служба Ricardo Inc. разработала сложную модель имитации транспортных средств для количественной оценки зависимостей испытательного цикла для широкого спектра современных и будущих автомобилей.
2. Инжиниринговая служба AVL применила аналогичный процесс моделирования выбросов транспортных средств и опубликовал собственные независимые результаты.
3. Крупнейший в Европе автомобильный клуб, немецкий ADAC, протестировал большое количество автомобилей как в NEDC, так и в WLTC и включил результаты в свою программу ADAC EcoTest.

Для всех трех источников мы вычисляем коэффициенты выбросов CO<sub>2</sub> на основе WNQ, коэффициента WLTC-NEDC [1]:

$$WNQ = CO_2 \text{ WLTC [ g km ]} / CO_2 \text{ NEDC [ g km ]} \quad (1)$$

### Испытание транспортного средства в среде Ricardo DVT

Полная, основанная на физике, модель автомобиля была разработана компанией Ricardo, Inc. и реализована в MSC.Easy5.

Ricardo параметризовали модель CO<sub>2</sub> для циклов вождения и разработал удобный для пользователя инструмент, называемый Инструментом визуализации данных Data Visualization Tool (DVT). В этом исследовании этот инструмент использовался для выполнения имитаций движения транспортных средств на NEDC и WLTC. Определены расход топлива и выбросы CO<sub>2</sub> для ряда современных транспортных средств. Этот анализ охватывает в основном транспортные средства с автоматической трансмиссией и включает в себя все ключевые европейские сегменты автомобилей: В-сегмент (небольшие автомобили), С-сегмент (средние автомобили), D-сегмент (большие автомобили) и J-сегмент (спортивные автомобили). DVT позволяет изменять входные параметры модели, такие как масса транспортного средства, сопротивление качению, аэродинамическое сопротивление и другие.

В табл. 1 приведены результаты моделирования и соответствующие коэффициенты преобразования NEDC-WLTC (WNQ) для различных транспортных средств.

Таблица 1

Результаты испытаний движения автомобилей разных групп Ricardo DVT выполняемое с коррекцией холодного пуска

| Сегмент   | Топливо | Двигатель  | DI | AT | S+ | ADV | HEV | WNQ  |
|-----------|---------|------------|----|----|----|-----|-----|------|
| small (B) | Бензин  | 1.5, 82 kW |    | X  |    |     |     | 0.95 |
| small (B) | Бензин  | 1.5, 82 kW |    | X  | X  |     |     | 1.04 |
| small (B) | Бензин  | 0.7, 72 kW | X  | X  | X  | X   |     | 1.14 |
| small (B) | Бензин  | 0.6, 59 kW | X  | X  |    | X   | X   | 1.16 |
| small (B) | Дизель  | 1.2, 59 kW | X  | X  |    |     |     | 0.95 |
| small (B) | Дизель  | 1.2, 59 kW | X  | X  | X  |     |     | 1.04 |
| small (B) | Дизель  | 1.1, 69 kW | X  | X  | X  | X   |     | 1.04 |

|            |        |             |   |   |   |   |   |      |
|------------|--------|-------------|---|---|---|---|---|------|
| medium (C) | Бензин | 2.0, 88 kW  |   | X |   |   |   | 0.93 |
| medium (C) | Бензин | 2.0, 86 kW  |   | X | X |   |   | 0.96 |
| medium (C) | Бензин | 0.8, 76 kW  | X | X | X |   |   | 1.12 |
| medium (C) | Бензин | 0.6, 62 kW  | X | X |   | X | X | 1.12 |
| medium (C) | дизель | 1.6, 97 kW  | X | X |   |   |   | 0.98 |
| medium (C) | дизель | 1.6, 75 kW  | X | X | X |   |   | 1.01 |
| medium (C) | дизель | 1.3, 77 kW  | X | X | X | X |   | 1.00 |
| large (D)  | Бензин | 2.4, 118 kW |   | X |   |   |   | 0.90 |
| large (D)  | Бензин | 2.4, 118 kW |   | X | X |   |   | 0.98 |
| large (D)  | Бензин | 1.0, 101 kW | X | X | X | X |   | 1.10 |
| large (D)  | Бензин | 0.8, 83 kW  | X | X |   | X | X | 1.11 |
| large (D)  | Дизель | 2.0, 122 kW | X | X |   |   |   | 0.89 |
| large (D)  | Дизель | 2.0, 122 kW | X | X | X |   |   | 1.03 |
| large (D)  | Дизель | 1.7, 105 kW | X | X | X | X |   | 0.99 |
| SUV (J)    | Бензин | 2.4, 128 kW |   | X |   |   |   | 0.94 |
| SUV (J)    | Бензин | 2.4, 128 kW |   | X | X |   |   | 1.00 |
| SUV (J)    | Бензин | 1.1, 110 kW | X | X | X | X |   | 1.13 |
| SUV (J)    | Бензин | 0.9, 90 kW  | X | X |   | X | X | 1.13 |
| SUV (J)    | Дизель | 2.2, 131 kW | X | X |   |   |   | 0.90 |
| SUV (J)    | Дизель | 2.2, 131 kW | X | X | X |   |   | 1.02 |
| SUV (J)    | Дизель | 1.8, 109 kW | X | X | X | X |   | 1.02 |

DI = прямой впрыск; SS + = стоп-старт + улучшенный генератор + рекуперативное торможение; AT = автоматическая коробка передач; ADV = усовершенствованный пакет технологий 2020/2025; HEV = гибрид.

Как видно из результатов Ricardo, негибридные транспортные средства с традиционными технологиями имеют коэффициент WNQ менее 1, то есть эти автомобили имеют более низкий выхлоп CO<sub>2</sub> в WLTC, чем в NEDC. Существуют небольшие вариации для разных типов транспортных средств и видов топлива, но, как правило, коэффициент WNQ составляет от 0,90 до 0,95. Транспортные средства, использующие систему стоп-старт, систему рекуперации энергии торможения и усовершенствованный генератор переменного тока, показывают значительно более высокий уровень WNQ, около 1,00. Это означает, что эти автомобили показывают примерно одинаковые уровни выбросов CO<sub>2</sub> в обоих циклах. Разница между этими двумя случаями объясняется более высокой долей времени остановки транспортного средства на NEDC. Более продвинутые автомобили, в том числе с дефорсированными двигателями и с гибридными силовыми установками, обычно показывают WNQ около 1,10, то есть они имеют выбросы CO<sub>2</sub>, которые на 10% выше в WLTC, чем в NEDC.

### Испытание транспортного средства в среде AVL

AVL, используя другую модель, выполнял моделирование автомобилей, аналогичные тем, которые выполнял Ricardo. Анализ охватывает только C-сегмент (средний автомобиль), самый популярный в Европе сегмент автомобилей, на который приходится около 30% всех продаж сегодня. Спецификации транспортного средства для симуляционных трасс были определены в сотрудничестве между AVL и Европейским советом по автомобильным исследованиям (EUCAR), представляющим 15 основных европейских производителей автомобилей, грузовиков и автобусов.

В AVL-анализе основное внимание уделяется традиционным силовым установкам с механической коробкой передач, но также включает в себя гибридные системы с бензиновыми и дизельными двигателями [2].

В табл. 2 и на рис. 1 приведены результаты моделирования и соответствующие коэффициенты преобразования NEDC-WLTC (WNQ) для AVL.

Таблица 2

Результаты испытаний, проведенных в среде AVL

| Сегмент    | Топливо | Двигатель          | DI | AT | SS | HEV | WNQ  |
|------------|---------|--------------------|----|----|----|-----|------|
| medium (C) | Бензин  | 1.4, 75 kW, 4 cyl. |    |    |    |     | 0.91 |
| medium (C) | Бензин  | 1.4, 75 kW, 4 cyl. |    |    | X  |     | 0.94 |
| medium (C) | Бензин  | 1.2, 85 kW, 3 cyl. | X  |    |    |     | 0.90 |
| medium (C) | Бензин  | 1.2, 85 kW, 3 cyl  | X  |    | X  |     | 0.93 |
| medium (C) | Бензин  | 1.0, 70 kW, 3 cyl. | X  | X  | X  | X   | 1.08 |
| medium (C) | Дизель  | 1.6, 85 kW, 4 cyl  | X  |    |    |     | 0.93 |
| medium (C) | Дизель  | 1.6, 85 kW, 4 cyl. | X  |    | X  |     | 0.95 |
| medium (C) | Дизель  | 1.6, 85 kW, 4 cyl. | X  | X  | X  | X   | 1.07 |

Основываясь на результатах AVL, выбросы CO<sub>2</sub> у транспортных средств с обычными силовыми агрегатами WNQ ниже 1, то есть уровень выбросов на WLTC примерно на 5-10% ниже, чем в NEDC. Как было объяснено ранее, система стоп-старта более эффективна в NEDC и, согласно результатам AVL, повышает WNQ примерно на 2,5%. В общем, гибридизация в сочетании с дефорсированным двигателем внутреннего сгорания (только бензин в этом случае) более эффективна в NEDC. Это приводит к WNQ > 1 для гибридных автомобилей, т. е. Эти транспортные средства имеют тенденцию показывать на 7-8% больше выбросов CO<sub>2</sub> на WLTC. Между силовыми агрегатами, работающими на бензиновом и дизельном топливе больших расхождений нет. WNQ меняются незначительно, то есть + 2% для ICE и -1% для HEV для дизелей.

Важно отметить, что все негибридные транспортные средства, моделируемые AVL, имеют ручные коробки передач. Этот тип коробок больше остальных выиграет при переходе от NEDC к WLTC. Это связано с тем, что в NEDC используются фиксированные точки переключения передач для ручных коробок передач, что приводит к относительному повышению числа оборотов двигателя и, следовательно, является невыгодным для ручных коробок передач. Этот недостаток будет устранен в WLTC, где будет применена более гибкая модель переключения передач, которая приведет к снижению числа оборотов двигателя.

### Лабораторные тесты ADAC

С октября 2011 года процедура ADAC EcoTest включает по умолчанию NEDC, WLTC и специальный цикл автомагистрали ADAC. Всего с октября 2011 года по июль 2014 года было опробовано 378 легковых автомобилей (дизельное топливо, бензин и HEV). Этот набор данных охватывает актуальные транспортные средства на европейском рынке и позволяет проводить отдельный анализ дизельных, бензиновых и гибридных автомобилей.

ADAC измеряет WLTC в условиях горячего пуска сразу после (холодного) испытания NEDC. Кроме того, мобильная система кондиционирования воздуха (MAC) активирована во время WLTC. Следовательно, результаты измерений WLTC не могут быть напрямую сопоставлены с результатами NEDC. Вместо этого был разработан алгоритм коррекции для WLTC с холодным пуском без MAC. Для этого средний процент выбросов CO<sub>2</sub> при холодном старте (12%), принимался во всем NEDC и понижался к началу процедуры WLTC. Это значение подтверждается прямым сравнением измеренных выбросов WLTC в условиях холодного и горячего пуска, включенных в базу данных ERMES (объединение данных независимых европейских лабораторий)

Эффект избыточного потребления топлива при использовании системы MAC определялся применением более старых данных ADAC для автомобилей Euro 5 и Euro 6, где результаты NEDC с активным MAC и без него могут быть напрямую сопоставлены (после коррекции холодного запуска). Полученные коэффициенты коррекции MAC были перенесены в WLTC с

учетом соотношения средних скоростей и предполагая, что дополнительный расход топлива МАС является постоянным с течением времени и не зависит от текущего состояния. В целом, упрощенные результаты приводят к слегка завышенным WNQ.[3]

В табл. 3 приведены результаты, основанные на данных ADAC EcoTest. Значения выбросов CO<sub>2</sub> в среднем немного выше в NEDC по сравнению с WLTC (1,4% для дизельных автомобилей, 2,7% для бензиновых автомобилей). Для гибридных автомобилей выбросы CO<sub>2</sub> в среднем на 1,5% выше, чем при тестировании NEDC. Для данных ADAC EcoTest не выделяются транспортные средства с системой стоп-старт и без нее, а также с ручными или автоматическими коробками передач.

Таблица 3

Данные измерений ADAC EcoTest и итоговые коэффициенты преобразования NEDC-WLTC (WNQ)

| Категория            | Транспортных средств<br>испытано | Значение WNQ |
|----------------------|----------------------------------|--------------|
| Дизельный двигатель  | 188                              | 0.986        |
| Бензиновый двигатель | 164                              | 0.973        |
| Гибридный двигатель  | 26                               | 1.015        |

Главным аргументом доказывающим, что разработанный метод корректен, обычно является совпадение результатов расчетов с собственными экспериментами данными. При этом нередко подтвердить их достоверность не может никто кроме разработчика, поскольку в этом случае он одновременно является и автором теории и экспериментальных данных, подтверждающих ее.

Изучение и анализ материалов диссертационных работ, научной и специальной литературы посвященных расчетным методам за последние 30 лет, показали, что в результаты расчетов количественно, а нередко и качественно не совпадают с данными, полученными из независимых источников. В связи с не маловажным преимуществом MBK является наличие системы контроля, с помощью которой есть возможность наглядно оценить, насколько корректны параметры АТС используя данные, полученные из независимых источников. Из математики известно, что точность полученных результатов, когда удастся увеличить число объектов исследований с одинаковыми агрегатами или величины их пробега. Поясним эту мысль на конкретном примере.

В банке данных компьютерной программы MBK есть автомобиль Volkswagen Golf. Завод-изготовитель этого автомобиля устанавливает на нем помимо других двигателей, дизельный двигатель рабочим объемом 1,968 л, мощностью 170 л.с., и коробку передач DSG. Этот же двигатель имеют еще 26 различных автомобилей, а коробку передач – 10. Они устанавливаются на автомобилях Audi, Volkswagen, Seat и Skoda. Кузовом автомобиля Volkswagen Golf располагают 16 объектов, его шинами 225/45 R 16 оборудованы еще 105 автомобилей.

Для данного автомобиля Volkswagen Golf и всех легковых автомобилей, многие рассчитанные характеристики отличаются от экспериментальных значений, полученных заводом-изготовителем, в среднем на 3-5%. К ним относятся: максимальная скорость, время разгона, расходы топлива при постоянных скоростях движения, в циклах EU и т.п.

Эти данные дают основание утверждать, что параметры агрегатов, которыми располагает банк данных MBK мало отличаются от фактических. Например, многопараметровые характеристики двигателей определяются с учетом влияния на них внешней аэродинамики автомобиля, аэродинамики подкапотного пространства и конструкции впускной и выпускной систем. Высокую достоверность имеют аэродинамические характеристики объектов, поскольку они получены не в аэродинамических трубах, а на основе дорожных испытаний и т.д.

Новый цикл WLTP отличается от действующего европейского цикла EU тем, что в нем нет строго заданных режимов движения автомобиля. Здесь надо только выполнить заданные скоростные режимы движения свободно варьируя передаточными числами в КП, оборотами и крутящим моментом двигателя, степенью использования тормозов.

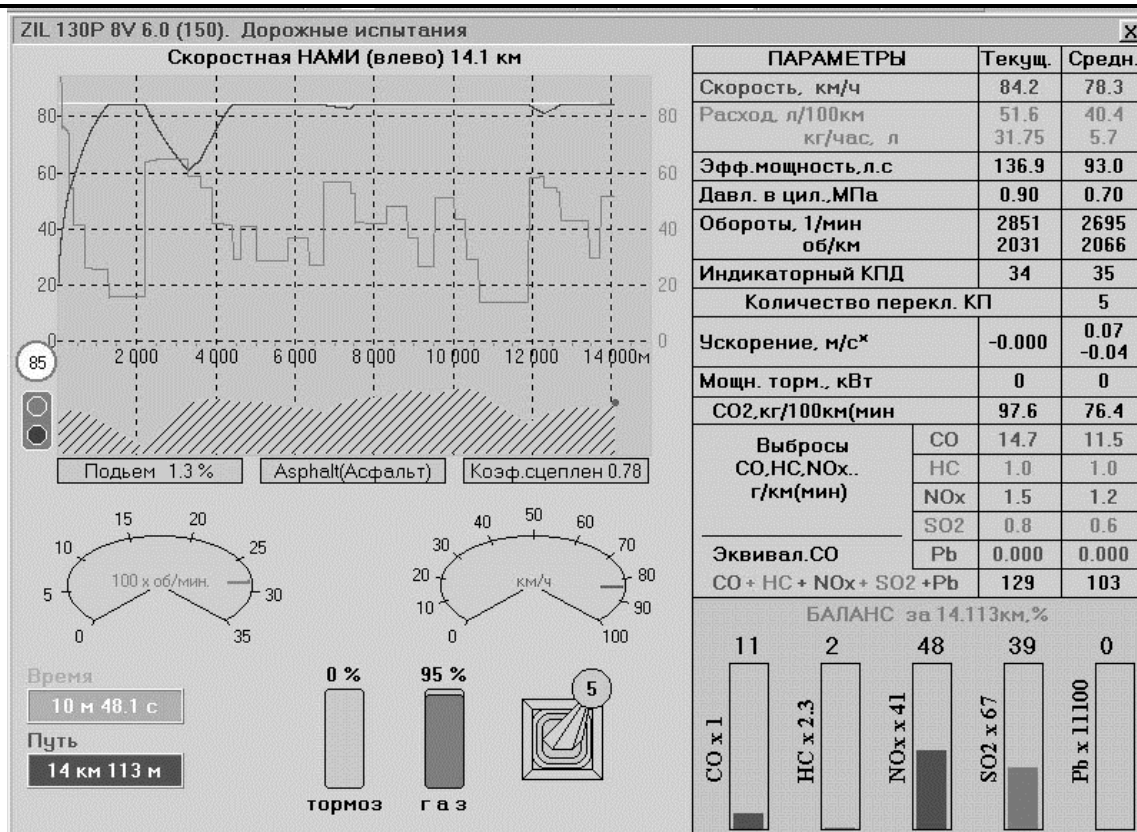


Рис.1. Дорожные испытания в программе MBK

Это дает основание утверждать, что результаты однотипных замеров по цикл WLTP могут заметно отличаться. В связи с этим были введены новые функции в MBK позволяющие изменять работу агрегатов автомобиля при движении по циклу, к ним относятся: крутящий момент двигателя, его минимальные и максимальные обороты степень использования тормозов и др. Панель позволяющая регулировать некоторые из перечисленных параметров показана на рис. 2.

**Дорожные испытания**

WLTC Class 1. Общая длина=11.4 км  
Hmax=0 м. Min спуск=0.0% Max подъем=0.0%.  
Средневзвешенные углы: -уклона 0.00%; -подъема 0.00%.

**Маршрут**

**Условия движения**

Нач. скорость, км/ч:

Остановки: ☒

Допуст. скорость, км/ч:

- ☐ Постоян. по трассе
- ☒ Изменяется по трассе

Дорожное покрытие:

- ☒ Постоян. по трассе
- ☐ Изменяется по трассе

**Режим движения**

Передача КП на старте:

- ☒ Постоян. по трассе
- ☐ Изменяется по трассе

Степень использования мощности двигателя при разгонах:

- крутящий момент, %:
- обороты, %:
- Работа тормозов, %:

Масштаб. Длина участка на экране, м:

Рис. 2. Исходные данные при моделировании маршрута движения

Для отладки программы требуется большое количество экспериментальных данных, Однако процесс освоения цикла WLTC автозаводами находится на начальной стадии. Поэтому

для отладки новой программы удалось найти весьма ограниченные данные по результатам испытаний по циклу WLTC нескольких автомобилей Opel Astra. Эти автомобили были скомпилированы и введены в компьютерную программу MBK и использовались для отладки цикла WLTC.

Достоверность их параметров определялась путем сопоставления результатов расчетов с имеющимися результатами, испытаний, выполненных фирмой Opel автомобилями модели Astra. Параметры этих автомобилей получены по разработанной методике, в которую входит процесс создание виртуальных объектов и оценка соответствия их характеристик реальным.

Примеры сопоставления результатов расчетов и экспериментов для автомобиля с дизелем показаны на рис. 3. В его левой части приведены результаты расчетов, а в правой – экспериментальные данные.

| Сравнение результатов расчета с данными натурных испытаний                                                                                                                                                        |                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Расчетные данные                                                                                                                                                                                                  | Экспериментальные данные                                                                                               |
| Opel Astra D 4L 1.6 (136) St                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                        |
| <b>Максимальная скорость :</b><br>кинематическая - 248 км/час. Передача 6 при 4500 об/мин.<br>кинематическая - 55.2 км/час. Передача 6 при 1000 об/мин.<br>при движении - 209 км/час. Передача 6 при 3785 об/мин. | <b>Изготовитель: Opel. Модель: Astra D 4L 1.6 (136) St. 14.09.2018</b>                                                 |
| <b>Время разгона с переключением передач :</b><br>до 60 км/ч, сек - 4.1<br>до 100 км/ч, сек - 9.7<br>до 130 км/ч, сек - 16.2<br>на пути 400 м, сек - 17.0<br>на пути 1000 м, сек - 31.1                           | <b>Максимальная скорость - 205 км/ч</b>                                                                                |
| <b>Время разгона :</b><br>на 6 передаче от 80 до 130 км/ч, сек - 15.5                                                                                                                                             | <b>Время разгона с переключением передач : до 100 км/ч, сек - 9.6</b>                                                  |
| <b>Контрольный расход топлива на высшей передаче :</b><br>при скорости 60 км/ч, л/100км - 2.4<br>при скорости 90 км/ч, л/100км - 3.5<br>при скорости 120 км/ч, л/100км - 5.2                                      | <b>Расход топлива в циклах ЕЭК ООН, л/100км:</b><br>городской - 4.4-4.6<br>скоростной - 3.4-3.5<br>смешанный - 3.8-3.9 |
| <b>Расход топлива в циклах ЕЭК ООН, л/100км:</b><br>ECE городской - 3.97<br>EU городской - 4.41<br>скоростной - 3.50<br>смешанный - 3.83                                                                          | <b>Выбросы CO2 в смешанном цикле, г/км - 99-103</b>                                                                    |
| <b>Выбросы CO2 в смешанном цикле, г/км - 101</b>                                                                                                                                                                  | <b>Источник информации: Automobil Revue 2016, Opel</b>                                                                 |

Рис. 3. Результаты расчетных исследований

Сопоставление экспериментальных и расчетных данных показывает их хорошее совпадение. Это дает основание утверждать, что параметры данного автомобиля близки к тем которые имелись у реального автомобиля при его испытаниях по циклу. Этот вывод усиливает тот факт, что аналогичный двигатель установлен еще на четырех объектах, которые имеют примерно такое же совпадение характеристик, как на рис. 3.

Для удобства расчетов и восприятия их результатов все 4 класса циклов перестроены в координаты привычные для нас координаты скорость-путь вместо скорость-время.

Сравнение значений расходов топлива в WLTC и NEDC представлено в табл. 4.

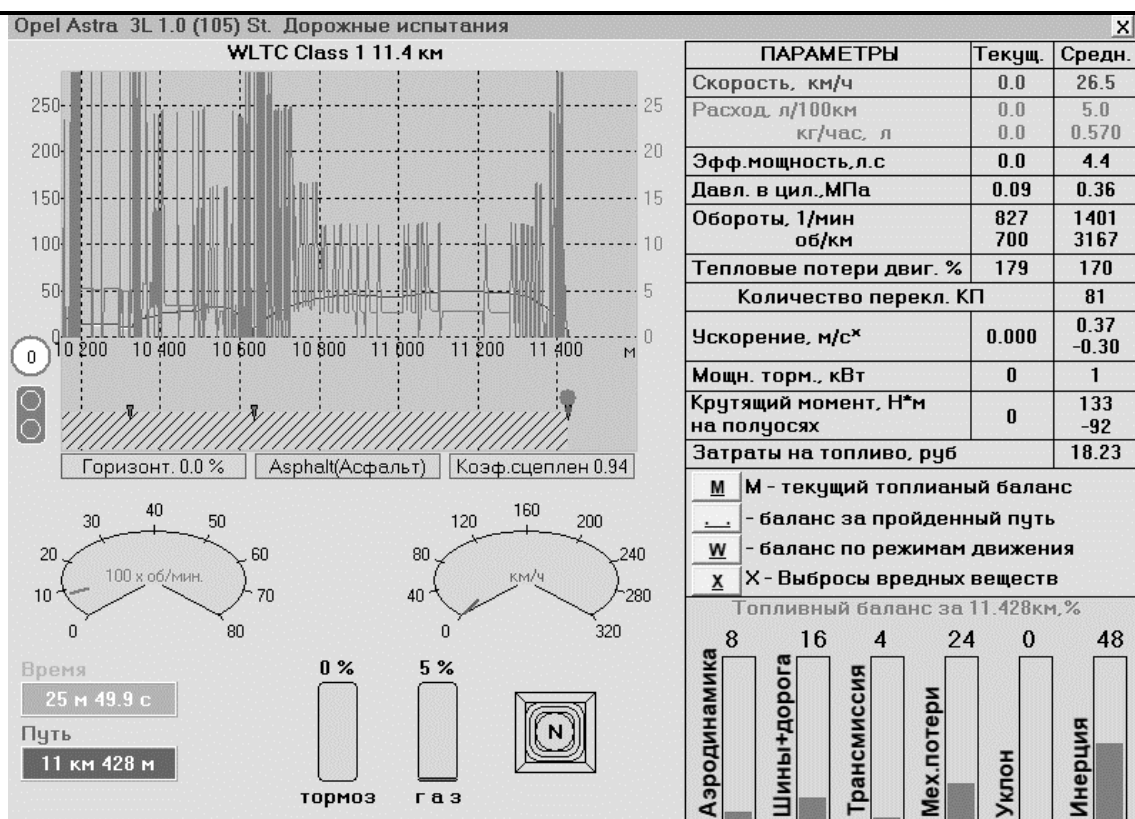


Рис. 4. Испытания в цикле WLTC

Таблица 4

Сравнение значений расхода топлива в WLTC и NEDC

| №  | Марка, модификация ТС                                     | Цикл NEDC, л/100 км | Расход топлива в WLTC, л/100 км | Разница, % |
|----|-----------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|------------|
| 1  | 2                                                         | 4                   | 5                               | 6          |
| 1  | LADA Granta 219010 (4L-87-1.596-5M)                       | 6,8                 | 9,7                             | 30         |
| 2  | LADA Vesta (4L-106-1.598-5M)                              | 6,9                 | 9,5                             | 27         |
| 3  | Audi A6 (8V-4.163-350-6A)                                 | 10,8                | 15,4                            | 30         |
| 4  | BMW 525xDrive (St-St) (4L-1.995-218-8A)                   | 5,1                 | 9,1                             | 44         |
| 5  | Ford Mondeo (4L-1.999-203-6PS)                            | 7,7                 | 10,5                            | 27         |
| 6  | Skoda Octavia (4L-1.395-150-7DSG)                         | 4,9                 | 8,6                             | 43         |
| 7  | Бортовой автомобиль ГАЗ NEXT (4L-2.69-107-5M)             | -                   | 18,6                            | -          |
| 8  | Бортовой автомобиль ГАЗ NEXT (4L-2.781-150-5M)            | -                   | 15,2                            | -          |
| 9  | Цельнометаллический фургон Fiat Ducato (4L-2.287-130-6M)  | 7,2                 | 11,1                            | 35         |
| 10 | Минивэн VW Multivan (4L-1.984-116-5M)                     | 10,5                | 14,4                            | 27         |
| 11 | Цельнометаллический фургон Ford Transit (4L-2.198-155-6M) | 9,0                 | 12,6                            | 29         |
| 12 | Toyota Camry (4L-2.494-181-6A)                            | 8,3                 | 10,4                            | 20         |

---

Приведенные материалы доказывают, что математическая модель, заложенная в компьютерной программе МВК корректна, и имеет явное преимущество перед моделями, которые используются для расчетных исследований в странах, которые можно отнести к лидерам мирового автостроения.

Точность математической модели подтверждается тем, что контролируемые расчетные параметры: максимальная скорость, время разгона на отдельных передачах и с переключением передач, расходы топлива при постоянных скоростях движения, в городском и скоростном циклах, на дорогах с переменным профилем и т.п., полученные с помощью программы - укладываются в пределы естественного разброса данных, полученных при натурных испытаниях.

### **Литература и источники информации**

1. ADAC, Munich, Germany: EcoTest chassis dynamometer measurements of passenger cars. Charged data provided to ICCT on 11 July 2014.
2. The Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA). (July 2014). Database issued by INFRAS, Bern, Switzerland. Version 3.2. <http://www.hbefa.net/e/index.html>.
3. Ligterink, N., van Mensch, P., Cuelenaere, R., Hausberger, S., Leitner, D. & Silberholz, G. (5 August 2014). Correction algorithms for WLTP chassis dynamometer and coast-down testing. TNO-rapport—concept. <https://circabc.europa.eu/w/browse/4f56a84c-6a9f-4be7-978f-c0881e769be1>.
4. Willner, K. & Taylor, G. (2 March 2011). Swedish In-Service Testing Programme 2011 on emissions from passenger cars and light duty trucks. Emissions from Light Duty Diesel Vehicles tested at low ambient temperature Test report by AVL MTC AB Certification & Regulation Compliance. On behalf of the Swedish Transport Agency. <http://www.transportstyrelsen.se/Global/Vag/Miljo/Kalltemperatur2011.pdf>

## Развитие нормативной правовой базы для высокоавтоматизированных транспортных средств в Федеративной Республике Германия

\* \* \*

### Development of the regulatory framework for highly automated motor vehicles in the Federal Republic of Germany

Съедин О.Н., канд, техн. наук,  
Юстратов Д.В.

**Съедин Олег Николаевич**, канд. техн. наук. Заведующий научно-исследовательского отдела "Проблемы подготовки водителей автотранспортных средств" ОАО «НИИАТ». E-mail: [sedin@niiat.ru](mailto:sedin@niiat.ru). Адрес: Россия, 125480, Москва, Героев Панфиловцев ул., д.24.

**Юстратов Дмитрий Викторович**, младший научный сотрудник НИО «Проблемы подготовки водителей автотранспортных средств» ОАО «НИИАТ», тел. +7(916)734 4677. E-mail: [j.dmitry@niiat.ru](mailto:j.dmitry@niiat.ru). Адрес: Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24.

**Sedin Oleg Nickolaevich**, Ph.D., Head of Research Department «Problems of training drivers of motor vehicles» of Open Joint-Stock Company «NIIAT». E-mail: [sedin@niiat.ru](mailto:sedin@niiat.ru). Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia.

**Yustratov Dmitry Viktorovich**, Junior researcher of Research Department «Problems of training drivers of motor vehicles» of Open Joint-Stock Company «NIIAT», Phone +7 (916) 734 4677, E-mail: [j.dmitry@niiat.ru](mailto:j.dmitry@niiat.ru). Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia.

#### Аннотация

В статье обсуждается широкий спектр проблем, связанных с адаптацией Закона о дорожном движении Германии к появлению беспилотных транспортных средств и их коммерческому использованию при перевозках пассажиров и грузов. Проведен анализ ключевых положений законопроекта об автономном вождении 2021 г.

**Ключевые слова:** высокоавтоматизированное транспортное средство, беспилотное вождение, технический контролер, изготовитель, нормативная правовая база.

#### Abstract

The article discusses a wide range of problems related to the adaptation of the German Road Traffic Law to the emergence of unmanned vehicles and their commercial use in the transportation of passengers and cargo. The analysis of the key provisions of the draft law on autonomous driving in 2021 is carried out.

**Keywords:** highly automated vehicle, autonomous driving, technical supervisor, manufacturer, legal framework.

Развертывание высокоавтоматизированных транспортных средств (ВАТС)<sup>4</sup> потенциально сулит ряд ощутимых выгод для общества и экономики нашей страны: существенное повышение безопасности дорожного движения за счет исключения влияния человеческого фактора, снижение затрат на транспортировку пассажиров и грузов, более эффективное использование улично-дорожной сети, удовлетворение потребностей населения в транспортной мобильности и развитие связанного с ней рынка услуг, повышение качества жизни большинства членов общества, включая маломобильных граждан и т.д. Новые беспилотные технологии могут принципиально изменить автотранспортную отрасль, но яв-

<sup>4</sup> Высокоавтоматизированное транспортное средство – транспортное средство, оснащенное автоматизированной системой вождения, которая действует в пределах конкретной среды штатной эксплуатации применительно к некоторым или всем поездкам без необходимости вмешательства человека в качестве запасного варианта обеспечения безопасности дорожного движения. Данная терминология используется в соответствии с рекомендациями Глобального форума по БДД WP.1 и рабочей группы WP.29, правилами ООН для автоматизированных транспортных средств

---

ляются достаточно сложными и дорогостоящими. На сегодняшний день наибольшие успехи в их практическом продвижении были достигнуты Waymo LLC и Cruise LLC в США, а также Baidu Inc. в Китае [1].

Внедрение инноваций требует существенных усилий и приоритетного внимания со стороны государства, при этом очевидной становится необходимость адекватного регулирования данных процессов. С точки зрения развития высокоавтоматизированного транспорта именно отсутствие нормативной правовой базы является наибольшим ограничением для коммерческого внедрения инноваций. Существует целый ряд нерешенных вопросов, которые касаются выявления, оценки и снижения вероятных рисков, на повестке дня в практическом плане стоят правовые вопросы тестирования и эксплуатации ВАТС в беспилотном режиме, установление порядка их сертификации в соответствии со стандартами, которые также еще только предстоит разработать.

Согласно п. 1 ст. 15 Федерального закона «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 № 196–ФЗ все транспортные средства (ТС) подлежат обязательной сертификации или декларированию соответствия в порядке, установленном законодательством о техническом регулировании. В России в настоящее время техническое регулирование ТС осуществляется в соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (далее – «ТР ТС 018/2011», Регламент), утвержденным Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 877 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств». Требования ТР ТС 018/2011 гармонизированы с требованиями Правил ООН, принимаемых на основании Соглашения ООН 1958 года. При этом в Регламент включены непосредственные отсылочные нормы к Правилам ООН, в частности, к Правилам ЕЭК ООН № 79 в отношении механизмов рулевого управления, имеющим особое значение для регулирования движения ВАТС в беспилотном режиме. Отметим, что указанные правила имеют прямое применение на территории Российской Федерации [2].

В «Концепции обеспечения безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования», утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 25.03.2020 № 724–р (далее – «Концепция») отмечено, что процедура допуска ВАТС к эксплуатации должна проходить в соответствии с требованиями ТР ТС 018/2011. При этом указывается, что до введения в Регламент общих требований к ВАТС, такие ТС считаются инновационными и требования к ним устанавливаются в порядке, предусмотренном пунктом 16 Регламента. Действующее Положение «О проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств», утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации от 26.11.2018 № 1415 (далее – «Постановление № 1415») допускает только опытную эксплуатацию на автомобильных дорогах общего пользования ВАТС и только при наличии в них страхующего водителя (испытателя).

Данное условие снимает возражения, которые возникают в соответствии с Венской конвенцией о дорожном движении 1968 года, поскольку всегда имеется лицо, которое готово и способно осуществлять контроль над транспортным средством (требование иметь водителя согласно статье 8 п. 1 конвенции). При этом не имеет значения, находится ли такое лицо внутри ТС (страхующий водитель) или же вне его (дистанционный водитель). Однако необходимо урегулировать вопрос о том, какая степень автоматизации транспортных средств признается допустимой для движения в беспилотном режиме, как правило последний возможен для ВАТС 4-го или даже 5-го уровня автоматизации<sup>5</sup>, когда водитель не обязан находиться на водительском месте или отсутствует. Интерес представляет также характер допуска ВАТС – в рамках тестовой эксплуатации или в рамках полноценной, в т. ч. коммерческой эксплуатации.

---

<sup>5</sup> Здесь и далее уровни автоматизации указаны в соответствии со справочным документом ECE/TRANS/WP.29/1140 и понятийным аппаратом Концепции

В настоящее время регулирование допуска ВАТС к дорожному движению в Российской Федерации является весьма актуальным предметом обсуждения на законодательном уровне. В целях реализации пункта 1 Комплекса мероприятий по тестированию и поэтапному вводу в эксплуатацию на дорогах общего пользования ВАТС без присутствия страхующего водителя (испытателя) в салоне транспортного средства, предусматривающих их опытную коммерческую эксплуатацию в отдельных субъектах Российской Федерации, утвержденного Правительством Российской Федерации от 12 марта 2021 г. № 2189п-П50, Минтрансом России разрабатывается проект федерального закона, направленный на закрепление правоотношений, возникающих при внедрении в транспортный комплекс ВАТС и предусматривающий:

- законодательное закрепление полномочий органов власти по формированию государственной политики в сфере высокоавтоматизированных и инновационных транспортных средств;
- установление законодательно закреплённого понятийного аппарата в сфере высокоавтоматизированных и инновационных транспортных средств;
- установление требований к перевозке пассажиров и грузов высокоавтоматизированными транспортными средствами.

В связи с вышесказанным, интерес представляет опыт разработки нормативного регулирования процедур тестирования и эксплуатации ВАТС в таких странах, как Соединённые Штаты Америки, Великобритания, Китайская Народная Республика, в некоторых странах Европейского Союза, причем среди последних особо выделяется Федеративная Республика Германия.

Германия уже долгое время является одной из стран, лидирующих в сфере беспилотного транспорта, что неудивительно, так как автомобильная индустрия по праву считается одним из краеугольных камней немецкой экономики [3]. Интерес представляет и тот факт, что зачастую исследования в данном направлении носят прикладной характер. Например, в июне 2019 г. поставщик логистических услуг компания DB Schenker и производитель MAN Truck and Bus сообщили об успешном завершении испытаний технологии движения автоматизированной колонны (platooning). Исследованием руководил Университет прикладных наук Фрезениуса. Результаты представлены в министерство транспорта и цифровой инфраструктуры Германии, которое финансировало проект, выделив около 1,86 миллиона евро [4].

Технология ВАТС в Германии впервые в ЕС получила законодательное отражение в 2017 году посредством внесения изменений в Закон о дорожном движении (Straßenverkehrsgesetzes, StVG), который был дополнен параграфом 1а, допускающим на дороги общего пользования высокоавтоматизированные ТС, соответствующие 3 и 4 уровням автоматизации. При этом изменения в StVG не относились к правовому регулированию ТС 5 уровня автоматизации, то есть полностью беспилотным ТС<sup>6</sup> по-прежнему была запрещено тестирование и эксплуатация на дорогах общего пользования без страхующего водителя.

Помимо технических требований, предусмотренных применяемыми международными актами (которые имеют первостепенное значение), актами Европейского союза и национального законодательства, производитель ВАТС в Германии также должен соблюсти требования абзаца 2 § 1а Закона о дорожном движении. В соответствии с указанными требованиями ВАТС должно быть оснащено оборудованием (автоматизированной системой вождения, АСВ), которое:

- 1) при активации может выполнять задачи по динамическому управлению ТС, включая управление в продольном и поперечном направлениях движения;
- 2) может обеспечить выполнение правил дорожного движения при автоматизированном управлении ТС;
- 3) в любой момент допускает принятие водителем управления ТС на себя или отключение автоматизированного управления;

---

<sup>6</sup> В иностранной литературе часто используется также понятие автономные ТС

---

4) заблаговременно сообщает о необходимости принятия водителем управления ТС на себя, оставляя ему достаточно времени для передачи управления и извещая об этом посредством оптических, акустических, тактильных или иных ясно воспринимаемых сигналов;

5) сообщает об использовании автоматизированной системы вождения, противоречащем инструкции по эксплуатации производителя.

Производитель ВАТС обязан указать, что ВАТС соответствует перечисленным выше условиям. Эта обязанность исполняется производителем ВАТС как для целей допуска ВАТС к участию в дорожном движении (декларация соответствия - процедура самосертификации), так и для целей информирования пользователей ВАТС (инструкция по эксплуатации).

Описание системы производителем ВАТС является центральным документом, в котором перечислены допустимые случаи использования АСВ, условия и пределы использования (среда штатной эксплуатации). Например, может быть указано, что автоматизированное управление допускается лишь на автомагистралях, могут быть установлены допустимые производителем пределы скорости ВАТС для различных ситуаций. Также должны быть определены внутренние ограничения системы. Например, может быть указано, что, хотя ВАТС распознает объекты с помощью радаров и камер, оно не может распознавать звуки и контекст человеческого поведения (гудки других машин, звук полицейской сирены, жесты пешеходов и т.п.) [5]. За пределами допустимых в описании системы случаев функции автоматизированного управления использоваться не могут.

Если производитель доказал соблюдение вышеуказанных условий, то ВАТС должно допускаться до участия в дорожном движении, однако сам механизм проверки соблюдения требований в законе не описан. В то же время, предписание о том, что оборудование ВАТС должно обеспечить выполнение правил дорожного движения (ПДД) при автоматизированном управлении ТС, делает соблюдение ПДД частью технических требований к ВАТС.

Параграф 1b определяет права и обязанности водителя ВАТС, который во время управления транспортным средством с помощью автоматизированной системы вождения может *отвлечься* от оценки ситуации на дороге, однако при этом он должен быть всегда готов к восприятию сигналов системы, чтобы в любой момент вернуть себе управление автомобилем. При этом возникает вопрос, насколько водитель может отвлекаться от процесса вождения, чем он может заниматься при использовании АСВ в установленных производителем пределах и при этом не нарушать ПДД. Решение этого вопроса имеет большое значение для определения гражданско-правовой, административной и уголовной ответственности водителя. В частности, необходимо установить, каковы допустимые пределы побочной (иной) деятельности во время использования АСВ, например, разговор по телефону, чтение и написание электронных сообщений, просмотр видео и т.д. Побочная (иная) деятельность, в свою очередь, может классифицироваться в зависимости от длительности или на основании того, связана ли эта деятельность с использованием иного устройства или же непосредственно с самим ТС (просмотр видео на смартфоне, планшете и т.п. или же на мультимедийной системе ТС). В законе отсутствуют разъяснения по этому поводу и признается, что абстрактный характер понятия «отвлекаться» может привести к правовой неопределенности.

Глобальный форум по БДД WP.1 КВТ ООН подтвердил важность вопроса о разъяснении действий водителя в ситуациях, когда транспортное средство управляется с помощью автоматизированных систем и выработал некоторые базовые принципы [6].

В тех случаях, когда транспортное средство управляется соответствующими бортовыми системами, не требующими от водителя выполнения задачи по управлению транспортным средством, водитель может заниматься *иной* деятельностью, не связанной с вождением, при условии, что:

- принцип 1: эта деятельность не мешает водителю реагировать на поступающие от соответствующих бортовых систем требования о необходимости принятия управления транспортным средством и

- принцип 2: эта деятельность согласуется с предписанным использованием соответствующих бортовых систем и с их указанными функциями.

---

В то же время Глобальный форум WP.1 согласился с тем, что понятие «иная деятельность» следует доработать, учитывая возможные действия водителя, которые могут поставить под угрозу безопасность дорожного движения или представлять опасность для прочих участников дорожного движения.

Согласно абзацу 2 § 1b Закона StVG водитель ВАТС обязан незамедлительно принять обратно управление ТС на себя в случаях, если:

1. того требует автоматизированная система вождения или
2. водитель понимает или должен понять ввиду очевидных обстоятельств, что условия использования функций АСВ по назначению отсутствуют.

Стоит отметить, что безопасная АСВ уровня 3-4 должна будет контролировать внимание водителя, чтобы он был достаточно внимателен, для возобновления контроля над ТС в ответ на требование системы о передаче управления ТС.

Указание на то, что водитель должен иметь возможность незамедлительно принять управление на себя, страдает неопределенностью, проблема осложняется тем, что трудно установить, деятельность какого уровня сложности допустима для водителя ВАТС. В настоящее время не достигнуто единого понимания, на этот счет существуют различные экспериментальные оценки, приведенные в обзоре, представленном для Глобального форума по БДД WP.1 [7]. На время реакции водителя с момента подачи сигнала до переноса рук на рулевое колесо влияет тип задания, которое до этого выполнял водитель. Например, водители, которые были заняты работой на планшетном компьютере, а затем должны были взять на себя управление ТС с относительно коротким периодом уведомления 5 секунд, испытывали проблемы. Более продолжительный период уведомления 7 секунд снизил этот эффект, но не устранил его полностью: качество управления водителем было хуже, чем при традиционном «ручном» вождении. Аналогичным образом тип задания сказывается и на времени до начала торможения – все визуально-ручное взаимодействие со сторонними устройствами, не интегрированными в интерфейс ТС, оказывает наихудшее влияние на реакцию водителя.

Представляет интерес также принятие в пакете поправок 2017 года дополнительного раздела Закона StVG, посвященного обработке данных в транспортных средствах с высоко- или полностью автоматизированным управлением. В частности, установлено, что ВАТС должны сохранять определенные спутниковой навигационной системой данные геопозиционирования и времени, если происходит передача управления транспортным средством между водителем и автоматизированной системой вождения. Аналогичное сохранение данных должно происходить и в том случае, если АСВ запрашивает водителя взять управление транспортным средством на себя или если возникает технический сбой системы. Сохраненные данные могут быть переданы по запросу различным органам, которые в соответствии с законами федеральных земель уполномочены вести расследование нарушений правил дорожного движения. Переданные данные могут сохраняться и использоваться уполномоченными органами, однако сделана особая оговорка о том, что указанными положениями не затрагиваются общие правила по обработке и защите личных данных граждан.

Резюмируя вышесказанное, следует признать, что поправки в Закон о дорожном движении StVG в редакции 2017 г. стали первым крупным шагом в определении правового режима беспилотного автомобильного транспорта в Германии, однако ряд вопросов остался нерешенным, поэтому немецкие законодатели продолжили работу над данной проблематикой. Результатом стало одобрение в мае 2021 года Федеральным советом Германии (Бундесратом) Закона об автономном вождении («Законопроект о внесении изменений в Закон о дорожном движении и Закон об обязательном страховании»)<sup>7</sup>. Согласно новому закону, который должен быть подписан Федеральным президентом, с 2022 года ВАТС могут эксплуатироваться в беспилотном режиме на дорогах общего пользования в определенных рабочих зонах. Полный текст законопроекта доступен на сайте Министерства транспорта и цифровой

---

<sup>7</sup> <https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2021/0101-0200/155-1-21.html>

---

инфраструктуры Германии<sup>8</sup>. Как уже ранее говорилось, по Закону 2017 г., на дорогах общего пользования были разрешены только испытания транспортных средств без водителя.

В данном случае речь идет уже о возможности коммерческой эксплуатации беспилотных ВАТС в четко определенных рабочих зонах (эквивалент более распространенного термина «среда штатной эксплуатации»), при этом во главу угла ставятся определенные сферы мобильности, например, челночные маршруты общественного транспорта, деловые поездки сотрудников, обслуживаемые транспортом работодателя, наиболее востребованные логистические маршруты поставок и т.п. Также должна существовать возможность использования роботизированных автомобилей для перевозки людей или товаров на первой или последней миле.

Законопроект регулирует технические требования к конструкции, состоянию и оборудованию ВАТС с функциями беспилотного управления, а также рассмотрение и процедуру получения разрешения на эксплуатацию Федеральным управлением автомобильного транспорта. Вводится технический контроль движения беспилотного транспорта, который должен осуществляться извне физическим лицом, имеющим возможность в отдельных случаях запрещать или разрешать маневры транспортного средства. Большое внимание уделено также составу данных, получаемых от ВАТС и их защите от несанкционированного доступа, а также вопросам страхования ответственности производителей и собственников (владельцев) ВАТС. Рассмотрим подробнее некоторые наиболее важные положения вышеуказанного законопроекта.

Прежде всего отметим, что его сфера действия не распространяется на транспортные средства армии (Бундесвера), федеральной полиции, полиции земель, гражданской обороны и службы управления чрезвычайными ситуациями, пожарных команд и спасательных служб, которые обладают беспилотными (автономными) функциями.

Высокоавтоматизированное транспортное средство с функцией беспилотного вождения, является таковым в понимании законопроекта, если:

1. может самостоятельно выполнять беспилотные функции в среде штатной эксплуатации, без участия человека, управляющего им, и
2. имеет соответствующее техническое оборудование.

Важной новацией законопроекта является подробное описание необходимого технического оборудования ВАТС, которое должно самостоятельно:

- 1) осуществлять навигацию по маршруту в существующих условиях и при различных погодных явлениях, действовать в соответствии с ПДД, находясь в пределах среды штатной эксплуатации, без необходимости полагаться на внешнее вмешательство технического контроля;

- 2) соблюдать ПДД, связанные с управлением транспортным средством и иметь систему предотвращения аварий, которая:

- а) предназначается для предотвращения и уменьшения ущерба от аварии,
  - б) в случае неизбежного ущерба для различных сторон, принимает во внимание необходимость соблюдения закона и при этом ставит защиту человеческой жизни в наивысший приоритет, и
  - в) не предусматривает какой-либо дополнительной оценки личностных характеристик в случае возникновения ситуации риска для человеческой жизни;

- 3) приводить ВАТС в состояние минимального риска, если продолжение движения возможно только при нарушении ПДД;

- 4) в случае ситуации пункта 3 технический контролер может самостоятельно:

- а) предлагать возможные действия для продолжения движения и
  - б) оценить полученные данные, чтобы принять решение о необходимости предложенного маневра;

---

<sup>8</sup><https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Gesetze/Gesetze-19/gesetz-aenderung-strassenverkehrsgesetz-pflichtversicherungsgesetz-autonomes-fahren.html>

---

5) проверять действия, предложенные техническим контролером, и не выполнять их, самостоятельно приводя ВАТС в состояние минимального риска, если вышеуказанные действия могут подвергнуть опасности лиц, участвующих в дорожном движении;

6) незамедлительно извещать технического контролера о любом нарушении своей функциональности;

7) распознавать пределы своих возможностей и при их достижении или возникновении технической неисправности, которая ухудшает выполнение функции управления, или при достижении границ среды штатной эксплуатации, незамедлительно обеспечить переход в состояние минимального риска для активации аварийной сигнализации и остановки в наиболее безопасном месте;

8) в любое время позволять деактивацию системы техническому контролеру и, в случае отключения, автоматически переводить ВАТС в состояние минимального риска;

9) заблаговременно сообщать техническому контролеру о необходимости выполнения альтернативного маневра вождения или о своей деактивации, а также оптически, акустически или иным воспринимаемым человеком образом сигнализировать о собственном рабочем состоянии и

10) обеспечивать защищенную радиосвязь, особенно для технического контролера, и самостоятельно переводить ВАТС в состояние минимального риска, если защищенная радиосвязь прерывается или доступ к ней осуществляется без разрешения.

Как видно из изложенного, закон вводит некоторые базовые понятия, причем появление ряда из них обусловлено несовершенством современных технологий уровня 4.

Пример – «технический контролер» ВАТС с функцией беспилотного управления, это физическое лицо, которое может деактивировать ВАТС во время работы, и разрешать предложенные данным транспортным средством маневры. Поправки, внесенные коалицией правящих партий в первоначальный проект, предусматривают, что автомобиль также может быть отключен пассажирами, что рассматривается как «аварийная остановка» и увеличивает «субъективное чувство безопасности пассажиров».

Введение позиции технического контролера означает, что современная технология не способна полностью решить все проблемы вождения за счет разумного понимания ситуации и сотрудничества с другими участниками дорожного движения и потребуются ответственное лицо, которое будет пассивно ожидать, чтобы немедленно реагировать на сигналы тревоги. Автомобиль должен предлагать один или несколько альтернативных маневров вождения, которые технический контролер оценивает и одобряет в зависимости от ситуации. Такой ситуацией может быть, например, проезд на запрещающий красный сигнал светофора, когда он постоянно горит из-за неисправности устройства, или объезд возникшего препятствия через сплошную линию разметки по полосе встречного движения.

Полностью соответствует международным подходам введение понятия среды штатной эксплуатации ВАТС. В качестве таковой в законопроекте используется термин «рабочая зона» – это пространственно определенный локальный участок дороги общего пользования, на котором осуществляется эксплуатация ВАТС. Эксплуатация ВАТС в рабочей зоне может осуществляться только в соответствии с правилами дорожного движения, а также с учетом происходящих изменений рабочей зоны. По смыслу требований законопроекта необходимо определять и документально закреплять среду штатной эксплуатации для ВАТС, описывая конкретные условия, ограничения и рабочие параметры, при которых должна корректно функционировать АСВ, включая:

- географические условия (конкретный район или локация);
- типы дорог (скоростные автомагистрали, обычные автомобильные дороги, отдельные участки УДС);
- обязательность наличия соответствующей дорожно-транспортной инфраструктуры;
- диапазон разрешенных скоростей;
- условия окружающей среды;
- иные ограничения.

Например, участки с необорудованными железнодорожными переездами или с прилегающими полями и лесными дорогами могут быть запрещены для эксплуатации ВАТС. Выезд за пределы среды

---

штатной эксплуатации и нарушение инструкции по эксплуатации производителя являются серьезными рисками для безопасности и должны быть предотвращены.

Впервые введено понятие «условия минимального риска» – это состояние, при котором, с учетом дорожной ситуации, ВАТС с функцией беспилотного управления самостоятельно или с помощью технического контролера обеспечивает максимально возможную безопасность дорожного движения для иных участников дорожного движения и третьих лиц. Как правило, состояние минимального риска подразумевает первую же возможную остановку ВАТС в безопасной точке и исключает маневр экстренного торможения, при должна быть включена аварийная сигнализация и, при необходимости, должен быть сделан экстренный вызов представителей органов власти или организаций, занимающихся помощью в чрезвычайных ситуациях. В этой ситуации обязанности технического контролера состоят в том, чтобы связаться с находящимися в ВАТС людьми, и предпринять меры, необходимые для его дальнейшей безопасной эксплуатации. В данном случае не имеет значения, перевел ли ВАТС в условия минимального риска сам технический контролер или транспортное средство проделало это самостоятельно. Находящиеся в ТС пассажиры должны быть немедленно проинформированы о наступившей ситуации и о том, как они должны или могут себя вести.

В целях безопасности эксплуатации ВАТС значительная ответственность возлагается на владельца, которым признается лицо, фактически распоряжающееся ВАТС. Владелец должен обеспечивать безопасность дорожного движения, экологическую безопасность ТС и принимать необходимые для этого меры, среди которых можно выделить как традиционные проверки (например, предрейсовый технический осмотр), так и новые мероприятия, обусловленные обязательным обслуживанием систем беспилотного вождения, например, своевременным обновлением программного обеспечения для защиты от несанкционированного использования. Владелец обязан гарантировать возможность осуществления любого безопасного маневра ВАТС во время движения, для чего он должен выполнять задачи технического контролера. Владелец может поручить выполнение этих задач другому лицу, в этом случае он должен принимать ответственность за любую возможную вину доверенного лица.

Владелец транспортного средства с функцией беспилотного управления обязан страховать гражданскую ответственность лица, отвечающего за технический контроль (приобретать страховой полис и поддерживать его актуальность). Законопроект предусматривает удвоение максимальной суммы покрытия страховых случаев в рамках ответственности владельца для всех беспилотных транспортных средств, однако ответственность производителя ВАТС пока не прописана. Также пока невозможно понять, когда ожидается введение страхового регулирования ТС пятого уровня автоматизации, то есть полностью беспилотных транспортных средств.

Разумеется, производитель ВАТС с функцией беспилотного управления также не остается в стороне от новых требований безопасности, в частности, он обязан:

- 1) доказывать компетентному органу на протяжении всего периода разработки и эксплуатации транспортного средства, что электронная и электрическая конструкция ТС и компонентов, подключенных к нему, защищены от внешних атак;
- 2) проводить оценку рисков, связанных с ТС, и предоставлять подтверждения компетентному органу методики оценки рисков и защиты критических для безопасности элементов ТС;
- 3) демонстрировать достаточно защищенную систему радиосвязи для беспилотного вождения,
- 4) составлять описание автоматизированной системы вождения для каждого транспортного средства, руководство по эксплуатации, и предоставлять компетентному органу подтверждение установленным требованиям (декларацию соответствия);
- 5) предлагать обучение лицам, участвующим в эксплуатации транспортного средства, в котором имеются технические функции беспилотного вождения, в отношении освоения функций вождения и выполнения задач технического контроля,
- 6) в случае обнаружения вмешательства в транспортное средство, его электронную и электрическую конструкцию, подключенных к нему компонентов (например, в случае несанкционированного

---

доступа к радиосвязи ТС), незамедлительно проинформировать компетентный орган для принятия необходимых мер.

В качестве компетентного органа, как правило, выступает Федеральное управление автомобильного транспорта (Kraftfahrt-Bundesamtes, КВА), в числе сфер ответственности которого являются контроль работы испытательных центров по техническому осмотру автомобилей, контроль качества на заводах-изготовителях, одобрение типа транспортных средств и их компонентов.

Законопроект также уточняет и расширяет правила обработки данных, получаемых от ВАТС, и предусматривает возможность активации новых функций беспилотного вождения через обновление программного обеспечения, реализуя, таким образом, высокий динамический потенциал развития новых технологий.

В отсутствие международно-согласованных предписаний, предложенные в Германии новые законодательные положения по эксплуатации ВАТС и требования к самим транспортным средствам, создают полноценную возможность использования систем беспилотного вождения 4-го уровня автоматизации в условиях коммерческой деятельности по перевозкам пассажиров и грузов.

### **Литература и источники информации**

1. Germany Takes Step Toward Autonomous Driving on Public Roads. Bloomberg, 21 May 2021. – [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-05-21/germany-takes-step-toward-autonomous-driving-on-public-roads>, дата обращения 20.06.2021
2. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19.07.2018 № 420-ст «Об отмене национальных стандартов Российской Федерации»
3. Autonomous vehicles: the legal landscape in Germany. – [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.nortonrosefulbright.com/en/knowledge/publications/0e91a75d/autonomous-vehicles-the-legal-landscape-in-germany>, дата обращения 18.06.2021
4. Schenker and MAN trial reveals platooning potential. – Automotive Logistics, 21 May 2019. – [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.automotivelogistics.media/supply-chain-management/schenker-and-man-trial-reveals-platooning-potential/38303.article>, дата обращения 30.06.2021
5. Regulierung und Haftung bei automatisiertem Fahren: zwei Seiten einer Medaille? Wolfers B. - Berlin, RAW 2018, P. 94-103
6. Доклад Глобального форума по безопасности дорожного движения о работе его 75 сессии, Женева, 19–22.09.2017 г. [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2018/wp1/ECE-TRANS-WP1-159r.pdf>, дата обращения 30.06.2021
7. Global Forum for Road Traffic Safety, 77th session Geneva, 18-21 September 2018, Submitted by Professor O. Carsten, European Transport Safety Council. <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2018/wp1/ECE-TRANS-WP1-2018-INFORMAL-Sept-9e.pdf>, дата обращения 30.06.2021



**Открытое акционерное общество  
«Научно-исследовательский институт автомобиль-  
ного транспорта» (ОАО «НИИАТ»)  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24**

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

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