ISSN 2078-1474

НИИАТ

Научный вестник автомобильного транспорта

The Bulletin of Road Transport Research

МАЙ
2013
MAY

Москва
Moscow

www.niiat.ru

2-я страница обложки - ЧИСТАЯ

НИИАТ

Научный вестник автомобильного транспорта
The Bulletin of Road Transport Research

Научный ежемесячный журнал МАЙ 2013 MAY The Monthly Scientific Magazine

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

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

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

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

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

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

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

За публикацию статей плата с авторов не взимается

For publishing articles with authors' fees are not charged

© Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта», 2013
© Open Joint-Stock Company «Scientific and Research Institute of Motor Transport» (NIIAT), 2013
Print version: ISSN 2078-1474

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;
Туринова Т.И., 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); Беляев В.М., д-р техн. наук, профессор (МАДИ ГТУ); Будрина Е.В., д-р экон. наук, профессор (СПб ГИЭУ); 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); Гречуха В.Н., д-р юрид. наук, проф. (МГИУ); Енин Д.В., канд. техн. наук (НИИАТ); Ефимов В.Б., д-р техн. наук, профессор (Союз транспортников России); Златин П.А., д-р техн. наук, канд. экон. наук, профессор (МГИУ); Иванов П.В., канд. техн. наук (Мосгортранс); 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); Кузнецов Е.С., д-р техн. наук, профессор (МАТИ ГТУ); Лещенко М.И., д-р техн. наук, профессор (МАИИ); Миротин Л.Б., д-р техн. наук, профессор (МАДИ ГТУ); Нарбут А.Н., д-р техн. наук, профессор (НИИАТ); Рубец А.Д., канд. экон. наук, ст. научн. сотр.; Рупперт Ласло (KTI, Budapest); Сарбаев В.И., д-р техн. наук, профессор (МГИУ); Степанов А.А., д-р экон. наук, профессор (ГУУ); Степанов В.И., д-р экон. наук, профессор (РЭА им. Г.В. Плеханова); Титов И.В., канд. экон. наук (НИИАТ); Чеботаев А.А., д-р техн. наук, профессор (НЦКТП); Чочуа М.П., канд. экон. наук (ГУП «Мосавтотранс»); Шефтер Я.И., д-р техн. наук, профессор (НИИАТ)

EDITORIAL BOARD

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

Editorial Council:
Komarov V.V., Ph.D., Depute-Professor; Matantseva O. Ju., Dr.Sci., Deputy-Professor;
Spirin I.V., Dr.Sci., Professor; Turinova T.I., Ph.D.– the scientific secretary of editorial board

Members of the Editorial Board:
Andrianov J.V., Ph.D., Deputy-Professor (NIIAT); Batishchev I.I., Ph.D., Deputy-Professor (NIIAT); Beljaev V. M., Dr.Sci., Professor (University MADI); Budrina E.V., Dr.Sci., Professor (St. Petersburg GEEU); Vajpan V.A., Dr. of Jurisprudence, Deputy-Professor («Justitsinform»); Gataullin T.M., Dr.Sci., Professor (GUU); Gerami V.D., Dr.Sci., Professor (University HSE); Grechuha V. N., Dr. of Jurisprudence, Professor (MGI University); Enin D.V., Ph.D. (NIIAT); Yefimov V. B., Dr.Sci., Professor (Russian Transportation Union); Zlatin P. A., Dr.Sci., Professor (MGI University); Ivanov P.V., Ph.D. («Mosgortrans»); 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); Kuznetsov E.C., Dr.Sci., Professor (University MATI); Leshchenko M.I., Dr.Sci., Professor (University MAII); Mirotin L.B., Dr.Sci., Professor (University MADI); Narbut A.N., Dr.Sci., Professor (NIIAT); Rubets A.D., Ph.D., Deputy-Professor; Ruppert Laslo (KTI, Budapest); Sarbaev V.I., Dr.Sci., Professor (MDI University); Stepanov A.A., Dr.Sci., Professor (GUU); Stepanov V.I., Dr.Sci., Professor (Russian Economic Academe of G.V. Plekhanov); Titov I.V., Ph.D. (NIIAT); Chebotaev A.A., Dr.Sci., Professor (Centre Problem of Transport); Chochua M.P., Ph.D. («Mosavtotrans»); Shefter J.I., Dr.Sci., Professor (NIIAT)

СОДЕРЖАНИЕ

Андрианов Ю.В.
Мониторинг безопасности транспортных средств в эксплуатации
в течение их жизненного цикла 5

Грабауров В.А., Карасевич С.Н., Кот Е.Н.
Развитие принципов и подход к проведению аудита дорожной безопасности
на автомобильных дорогах общего пользования 11

Комаров В.В., Туровский Ф.В., Акопян А.А., Емельянов С.В., Журавлёв Д.А.
Совершенствование методов нормирования расхода топлива городскими автобусами 19

Матанцева О.Ю.
Методические основы формирования стоимости перевозки пассажира как базы
для взаиморасчетов между перевозчиками и государственными
или муниципальными заказчиками перевозок 25

Мехоношин В.В., Енин Д.В.
Оптимизация маршрутной сети городского пассажирского транспорта общего
пользования с применением программного пакета PTV Vision® VISUM
на примере городского округа г. Воронеж 30

Спирин И.В.
Современные информационные технологии обследования пассажиропотоков
на городских и пригородных маршрутах 41

Тер-Мкртичьян Ю.Г.
Влияние движения тяжелого грузового автомобиля в транспортном потоке
на часовую выработку автомобилей и доходы перевозчика 48

CONTENTS

Andrianov Jury
Monitoring the Safety of Vehicles in Use During Their Life Cycle 5

Grabaurov Vladimir, Karasevich Sergey, Kot Evgeny
Development of the Principles & Approach to the Audit of Road Safety 11

Komarov, Turovsky, Akopyan, Emelianov, Juravlev
Development of Methods for Valuation of City Buses Fuel Consumption 19

Matantseva Olga
Methodical Bases of Passenger Transportation Cost as a Basis for
Mutual Settlements between Carriers and Customers by State or Municipal Transport 25

Mekhonoshin Vladislav, Enin Dmitry
Optimization of the Public Transport Network Using PTV Vision® VISUM Software,
the Case of Voronezh City 30

Spirin Iosif
Modern Information Technology Survey of Passenger Flow in
Urban & Suburban Routes 41

Ter-Mkrtichyan Julia
Influence of the Motion of a Heavy Truck in Traffic on the Hour of
Cars & the Carrier's Income. 48

УДК 656.1
UDK 656.1

Мониторинг безопасности транспортных средств в эксплуатации в течение их жизненного цикла

* * *

Monitoring the Safety of Vehicles in Use During Their Life Cycle

Андрианов Ю.В., канд. техн. наук, ст. научный сотрудник

Андрианов Юрий Васильевич, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, заведующий научным отделом ОАО «НИИАТ». Тел. +7 (495) 4966010; e-mail: andr4067@mail.ru. Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

Andrianov Jury Vasilievich, Ph.D., Senior scientific employee, the Chief of scientific department of Open Joint-Stock Company «NIIAT®». Phone: +7 (495) 4966010; e-mail: andr4067@mail.ru. Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia

Аннотация

Рассматриваются результаты исследований влияния эксплуатационных параметров на безопасность транспортных средств. Основным источником информации, используемой для оценки влияния срока эксплуатации транспортных средств на безопасность их эксплуатации, является технический осмотр транспортных средств.

Abstract

The article describes the results of research of influence of operating parameters on vehicle safety. The primary source of information used to assess the impact of the use of vehicles on the safety of its operation, is the technical inspection of vehicles.

Ключевые слова: федеральная целевая программа, мониторинг, транспортные средства, безопасность, эксплуатация, технический осмотр

Keywords: the federal target program, monitoring, vehicles, security, maintenance, technical inspection

Безопасность транспортных средств является одним из основных факторов в системе «автомобиль-водитель-дорога», влияющим на безопасность дорожного движения. Безопасность транспортных средств зависит от их срока эксплуатации, так как очевидно, что при увеличении наработки техническое состояние технического объекта ухудшается. Одной из наиболее значимых научных проблем, связанных с изменением конструктивной безопасности в процессе эксплуатации транспортного средства, является описание закономерностей изменения основных параметров безопасности транспортных средств в зависимости от срока их эксплуатации. Сбор и обработка информации для построения указанных зависимостей осуществляется в системе мониторинга технического уровня, безопасности и других потребительских свойств транспортных средств [1].

Основным источником информации, используемым для оценки влияния продолжительности эксплуатации транспортных средств на показатели их безопасности, являлся государственный технический осмотр [2]. С 01.01.2012 проводится технический осмотр транспортных средств [3]. В качестве основных (интегральных) показателей безопасности транспортных средств, регистрируемых при техническом осмотре, приняты:

доля повторных проверок транспортных средств, комплексно характеризующая относительное число транспортных средств, не прошедших технический осмотр с первого раза из-за наличия неисправностей, влияющих на безопасность дорожного движения;

число неисправностей, обнаруженных при техническом осмотре по критериям безопасности, отнесенное на одну проверку транспортного средства.

Статистические данные основных (интегральных) показателей безопасности транспортных средств для различных сроков эксплуатации автомобилей, полученные по результатам мониторинга технического состояния при государственном техническом осмотре, приведены в табл. 1. Анализ данных этой таблицы показывает, что срок эксплуатации транспортных средств оказывает существенное влияние на показатели безопасности.

Таблица 1

Влияние срока эксплуатации транспортных средств на показатели их безопасности

Транспортные средства	Срок эксплуатации автомобилей					
	0 –5 лет		5 –10 лет		Свыше 10 лет	
	Доля повторных проверок, %	Число дефектов на одну проверку, ед.	Доля повторных проверок, %	Число дефектов на одну проверку, ед.	Доля повторных проверок, %	Число дефектов на одну проверку, ед.
1. Легковые отечественные автомобили	14,94	0,24	17,79	0,43	20,57	0,53
2. Легковые импортные автомобили	9,7	0,11	14.5	0,32	17,2	0,55
3. Лёгкие отечественные грузовики (*N*1)	18,8	0,30	24,5	0,52	28,4	0,62
4. Среднетоннажные отечественные грузовики (*N*2)	9,7	0,21	16,9	0,45	22,8	0,49
5. Тяжёлые отечественные грузовики (*N*3)	6,2	0,22	19,5	0,33	29,4	0,54
6. Грузовики импортного производства	7,7	0,12	8,5	0,19	9,7	0,23
7. Отечественные автобусы малого класса	20,9	0,35	47,0	0,68	68,5	0,82
8. Отечественные автобусы среднего класса	30,5	0,83	61,3	0,87	87,5	0,92
9. Отечественные автобусы большого класса	23,2	0,62	38,9	0,76	52,9	0,89
10. Автобусы иностранного производства	16,4	0,51	24,7	0,61	28,7	0,68
11. Автомобильные прицепы и полуприцепы	6,3	0,11	9,2	0,17	11,5	0,24

Закономерности изменения основных параметров безопасности транспортных средств, построенные на основе статистической обработки данных мониторинга с применением методов корреляционного и регрессионного анализа, представлены в табл. 2. Анализ закономерностей, приведенных в табл. 2, показывает, что влияние срока эксплуатации транспортных средств на показатели их безопасности по результатам мониторинга технического состояния может быть описано степенной зависимостью.

Таблица 2

Закономерности, характеризующие влияние срока эксплуатации транспортных средств на показатели их безопасности

Транспортные средства	Влияние срока эксплуатации (T, лет) транспортного средства на долю повторных проверок	Влияние срока эксплуатации (T, лет) транспортного средства на число неисправностей, приходящихся на одну проверку, ед.
1. Легковые отечественные автомобили	$10,4 \cdot T^{0,264}$	$0,12 \cdot T^{0,598}$
2. Легковые импортные автомобили	$7,0 \cdot T^{0,355}$	$0,04 \cdot T^{1,024}$
3. Лёгкие отечественные грузовики ($N1$)	$14,8 \cdot T^{0,257}$	$0,21 \cdot T^{0,442}$
4. Среднетоннажные отечественные грузовики ($N2$)	$5,8 \cdot T^{0,538}$	$0,15 \cdot T^{0,486}$
5. Тяжёлые отечественные грузовики ($N3$)	$3,0 \cdot T^{0,909}$	$0,11 \cdot T^{0,619}$
6. Грузовики импортного производства	$6,7 \cdot T^{0,140}$	$0,08 \cdot T^{0,402}$
7. Отечественные автобусы малого класса	$10,6 \cdot T^{0,738}$	$0,23 \cdot T^{0,510}$
8. Отечественные автобусы среднего класса	$16,3 \cdot T^{0,663}$	$0,78 \cdot T^{0,061}$
9. Отечественные автобусы большого класса	$14,0 \cdot T^{0,523}$	$0,50 \cdot T^{0,224}$
10. Автобусы иностранного производства	$12,1 \cdot T^{0,345}$	$0,43 \cdot T^{0,178}$
11. Автомобильные прицепы и полуприцепы	$4,4 \cdot T^{0,377}$	$0,07 \cdot T^{0,505}$

В системе мониторинга при государственном техническом осмотре транспортных средств также производился сбор и анализ информации о безопасности отдельных узлов и систем различных транспортных средств, влияющих на безопасность дорожного движения в процессе эксплуатации. Сбор и анализ информации отдельно проводился по тормозной системе, рулевому управлению, внешним световым приборам и прочим конструктивным элементам, неисправности которых в сумме превышают 90 % от общего числа неисправностей, обнаруженных при государственном техническом осмотре.

Влияние продолжительности эксплуатации транспортных средств на показатели безопасности тормозной системы, установленное по результатам мониторинга, представлено в табл. 3.

Таблица 3

Число неисправностей, установленных на одну проверку транспортных средств в зависимости от срока эксплуатации этих транспортных средств, ед.

Транспортные средства	0 –5 лет	5 –10 лет	Свыше 10 лет
1. Отечественные легковые	0,07	0,12	0,15
2. Иномарки легковые	0,03	0,06	0,10
3. Лёгкие отечественные грузовики (*N*1)	0,10	0,12	0,14
4. Автобусы малого класса	0,09	0,17	0,18
5. Прочие автобусы	0,13	0,16	0,28

Закономерности изменения основных параметров безопасности тормозной системы в зависимости от срока эксплуатации транспортных средств, построенные на основе статистической обработки данных мониторинга с применением методов корреляционного и регрессионного анализа, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Закономерности, характеризующие влияние срока эксплуатации транспортных средств на показатели безопасности их тормозной системы

Транспортные средства	Влияние срока эксплуатации (*T*, лет) транспортного средства на число неисправностей, приходящихся на одну проверку, ед.
Отечественные легковые	$0,036 \cdot T^{0,46}$
2. Иномарки легковые	$0,013 \cdot T^{0,814}$
3. Лёгкие отечественные грузовики (*N*1)	$0,081 \cdot T^{0,208}$
4. Автобусы малого класса	$0,067 \cdot T^{0,407}$
5. Прочие автобусы	$0,067 \cdot T^{0,545}$

Влияние срока эксплуатации транспортных средств на показатели безопасности рулевого управления, установленное по результатам мониторинга, представлено в табл. 5.

Таблица 5

Число неисправностей рулевого управления автомобиля в зависимости от срока эксплуатации транспортных средств, приходящееся на одну проверку, ед.

Транспортные средства	0 – 5 лет	5 – 10 лет	Свыше 10 лет
1. Отечественные легковые	0,03	0,05	0,08
2. Иномарки легковые	0,01	0,02	0,04
3. Лёгкие отечественные грузовики (*N*1)	0,04	0,07	0,08
4. Автобусы малого класса	0,04	0,09	0,10
5. Прочие автобусы	0,03	0,04	0,06

Закономерности изменения основных параметров безопасности рулевого управления в зависимости от срока эксплуатации транспортных средств, установленные на основе статистической обработки данных мониторинга с применением методов корреляционного и регрессионного анализа, приведены в табл. 6.

Влияние срока эксплуатации транспортных средств на возникновение неисправностей внешних световых приборов, установленное в результате мониторинга, представлено в таблице 7.

Таблица 6

Закономерности, характеризующие влияние срока эксплуатации транспортных средств на появление неисправностей рулевого управления

Транспортные средства	Влияние срока эксплуатации (T) транспортного средства на число неисправностей, приходящееся на одну проверку, ед.
1. Отечественные легковые	$0,016 \cdot T^{0,742}$
2. Иномарки легковые	$0,003 \cdot T^{1,047}$
3. Лёгкие отечественные грузовики ($N1$)	$0,029 \cdot T^{0,418}$
4. Автобусы малого класса	$0,028 \cdot T^{0,521}$
5. Прочие автобусы	$0,018 \cdot T^{0,460}$

Таблица 7

Число неисправностей внешних световых приборов автомобиля в зависимости от срока эксплуатации транспортных средств, приходящееся на одну проверку, ед.

Транспортные средства	0 – 5 лет	5 – 10 лет	Свыше 10 лет
1. Отечественные легковые	0,05	0,19	0,22
2. Иномарки легковые	0,03	0,11	0,18
3. Лёгкие отечественные грузовики ($N1$)	0,06	0,12	0,14
4. Автобусы малого класса	0,08	0,15	0,18

Закономерности изменения основных параметров безопасности внешних световых приборов в зависимости от срока эксплуатации транспортных средств, установленные на основе статистической обработки данных мониторинга с применением методов корреляционного и регрессионного анализа, приведены в табл. 8.

Таблица 8

Закономерности, характеризующие влияние срока эксплуатации транспортных средств на появление неисправностей внешних световых приборов автомобиля

Транспортные средства	Влияние срока эксплуатации (T) транспортного средства на число неисправностей, приходящееся на одну проверку, ед.
1. Отечественные легковые	$0,028 \cdot T^{0,643}$
2. Иномарки легковые	$0,013 \cdot T^{1,046}$
3. Лёгкие отечественные грузовики ($N1$)	$0,040 \cdot T^{0,500}$
4. Автобусы малого класса	$0,054 \cdot T^{0,488}$

Влияние срока эксплуатации транспортных средств на исправность прочих конструктивных элементов, влияющих на безопасность дорожного движения, и установленное в результате мониторинга, представлено в табл. 9.

Таблица 9

Число неисправностей прочих конструктивных элементов автомобиля в зависимости от срока эксплуатации транспортных средств, приходящееся на одну проверку, ед.

Транспортные средства	0 – 5 лет	5 – 10 лет	Свыше 10 лет
1. Отечественные легковые	0,02	0,09	0,21
2. Иномарки легковые	0,02	0,05	0,12
3. Лёгкие отечественные грузовики (*N*1)	0,08	0,07	0,17
4. Автобусы малого класса	0,05	0,11	0,17

Закономерности изменения основных параметров безопасности различных конструктивных элементов транспортных средств в зависимости от их срока эксплуатации, построенные на основе статистической обработки данных мониторинга с применением методов корреляционного и регрессионного анализа, приведены в табл. 10.

Таблица 10

Закономерности, характеризующие влияние срока эксплуатации транспортных средств на появление неисправностей прочих конструктивных элементов автомобиля

Транспортные средства	Влияние срока эксплуатации (*T*) транспортного средства на число неисправностей, приходящееся на одну проверку, ед.
1. Отечественные легковые	$0,001 \cdot T^{1,947}$
2. Иномарки легковые	$0,003 \cdot T^{1,476}$
3. Лёгкие отечественные грузовики (*N*1)	$0,031 \cdot T^{0,623}$
4. Автобусы малого класса	$0,023 \cdot T^{0,784}$

Установленные закономерности, описывающие влияние срока эксплуатации автомобилей на появление неисправностей, влияющих на безопасность дорожного движения, и могут использоваться при нормировании частоты и объема контрольных проверок. Эти зависимости могут быть полезны страховым компаниям для формирования научно обоснованных страховых тарифов, увязанных с продолжительностью нахождения транспортных средств в эксплуатации. Перевозчики могут использовать эти зависимости для определения рационального срока полезного использования автотранспортных средств с учетом необходимости выполнения их текущего ремонта в эксплуатации.

Список литературы

1. Андрианов Ю.В. Мониторинг технического уровня, безопасности и других потребительских свойств автотранспортных средств в условиях реальной эксплуатации. Научный вестник автомобильного транспорта – *The Bulletin of Road Transport Research*. № 1, 2012. (*The Monthly Scientific Magazine*). *ISSN* 2078-1474.

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 31.07.1998 № 880 «О порядке проведения государственного технического осмотра транспортных средств, зарегистрированных в Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации».

3. Федеральный закон от 01.07.2011 № ФЗ-170 «О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

УДК 656.13
UDK 656.13

Развитие принципов и подход к проведению аудита дорожной безопасности на автомобильных дорогах общего пользования

* * *

Development of the Principles and Approach to the Audit of Road Safety

Грабауров В.А., д-р техн. наук, профессор, **Карасевич С.Н.**,
Кот Е.Н., канд. техн. наук, доцент

Грабауров Владимир Александрович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Организация автомобильных перевозок и дорожного движения» БНТУ.
Тел. (+375 17) 231 2968; E-mail:2927781@gmail.com.
Беларусь, 220027, Минск, просп. Независимости, 65.
Карасевич Сергей Николаевич, заведующий научно-исследовательским сектором «Транспортное планирование и моделирование» ОАО «НИИАТ».
Тел. + (495) 496 93 23; E-mail:s.karasevich@niiat.ru
Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев,24.
Кот Евгений Николаевич, канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник НИЦ ДД БНТУ.
Тел. (+375 17) 231 29 68, E-mail:2927781@gmail.com.
Беларусь, 220027, Минск, просп. Независимости, 65

Grabaurov Vladimir, Dr.Sci. (Habil), Professor, Head of the Department of automobile transport organization and road traffic BNTU. Phone +(375-17) 293-95-70;
E-mail: Vladimir.Grabaurov@yandex.ru. Address: Prospekt Nezavisimosti, 65, 220027, Minsk, Belarus.
Karasevich Sergey, Head of the Sector of Transport planning and simulation of Open Joint-Stock Company «NIIAT®».
Phone:+7(495) 496 93 23; E-mail:s.karasevich@niiat.ru.
Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia.
Kot Evgeny, PhD, Associate Professor, The Senior researcher of the SIC DD BNTU. Phone (+37517) 231 29 68, E-mail:2927781@gmail.com.
Address: Prospekt Nezavisimosti., 65, 220027, Minsk, Belarus

Аннотация

Рассмотрены вопросы проведения аудита дорожной безопасности на автомобильных дорогах общего пользования. Приведены примеры повышения безопасности дорожного движения, основанные на результатах аудита. Показано, что проведение аудита дорожной безопасности способствует повышению качества дорожной инфраструктуры, а также снижает издержки общества. Практика аудита безопасности полезна для выявления и предотвращения потенциальных проблем, связанных с человеческим фактором, приводящим к дорожно-транспортным происшествиям.

Ключевые слова: организация дорожного движения, аудит, транспортный поток безопасность движения

Abstract

The article describes the theoretical aspects of road safety audit, conducted on public roads. Some examples of road safety, based on the results of the road audit are shown. It is shown that the road safety audit contributes to the quality of road infrastructure, and reduces the costs to society. The practice of the safety audit is particularly useful for identifying and resolving potential problems associated with the human factor before human error will cause a real accident.

Keywords: traffic management, traffic flow, audit, traffic safety

Безопасность – одно из ключевых эксплуатационных качеств, предъявляемых к дорожной сети.

Аудит безопасности дороги следует рассматривать как систему управления безопасностью эксплуатации автомобильной дороги. Для организации и функционирования системы управления качеством дорожной сети в части повышения безопасности дорожного движения необходимо:

постоянное и последовательное изучение причин возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП);

анализ полученных статистических данных;

формулирование выводов по результатам анализа;

развитие методологии проведения аудита безопасности.

Результат аудита безопасности, как системы контроля качества на всех стадиях технологического цикла развития дорожных проектов – повышение безопасности эксплуатации дорожной сети для всех категорий пользователей дорог путем снижения вероятности совершения ими возможных ошибок в процессе дорожного движения.

На любой стадии технологического развития дорожного проекта аудит безопасности требует решения следующих задач: сведение к минимуму вероятности возникновения ДТП на стадии эксплуатации объекта; внедрение мероприятий для сведения к минимуму последствий вероятных ДТП на тех участках дороги, где всегда имеется повышенный риск (например, на горной дороге); снижение затрат на последующих этапах технологического развития дорожного проекта за счет выявления и исключения дефектов, выявленных на предыдущих этапах.

Результативность аудита безопасности определяется соблюдением трех основных требований – обязательностью и регулярностью проведения, и документированием результатов по установленным формам и с использованием официально одобренных методик, инструкций, контрольных листов и др.

Важная задача аудита безопасности – максимально использовать накопленный практический опыт для исключения передачи пользователю дороги или сооружений на ней с «дефектами» – небезопасными элементами дорожной инфраструктуры в результате ошибок и упущений планировщиков, проектировщиков, строительных подрядчиков или эксплуатирующих дорогу организаций.

Аудит безопасности может оказаться эффективным для любых дорожных проектов и на любых стадиях их реализации вне зависимости от масштаба этих проектов.

Традиционно аудит безопасности выполняется на стадиях:

обоснования (планирования); эскизного проектирования;

детального проектирования (рабочего проекта); строительства новой дороги (перед открытием движения);

эксплуатации существующей дороги (после открытия движения).

Аудит безопасности подразделяется на следующие разновидности в зависимости от того, на какой стадии развития дорожного проекта он применен:

аудит безопасности нового строительства или реконструкции дороги;

аудит безопасности эксплуатируемой дороги;

аудит безопасности дорожных объектов специфического назначения.

В поле зрения аудита безопасности включаются следующие группы эксплуатационных характеристик дороги:

геометрические параметры дороги;

характеристики дорожного покрытия;

обеспечение видимости;

дорожная сигнализация;

элементы обустройства дороги;

управление дорожным движением;

выполнение дорожных работ.

Цель аудита на стадии обоснования проекта заключается в оценке потенциальных показателей безопасности концептуального проекта дороги в отношении расположения трассы, применяемых стандартов проектирования дороги и объема работ по проекту. Аудиторы фокусируют свое внимание на том, какое влияние окажет новый объект на целостность прилегающей дорожной сети, а также определяют потребности в обеспечении элементов безопасности для всех дорожных пользователей (водителей транспортных средств, пешеходов, велосипедистов и др.). Изменения и дополнения, которые вносятся в проект на данной стадии, весьма экономически эффективны по причине низких затрат на их реализацию (на бумаге).

Аудит безопасности на стадии эскизного проектирования выполняется по завершении подготовки эскизных планов. На этом этапе первоочередной задачей аудита является оценка

относительной безопасности проекта пересечений и примыканий, элементов плана и продольного профиля, поперечного профиля, расстояние видимости и прочие параметры проектирования. Аудит на данной стадии должен быть завершен до принятия решения об отводе земель под строительство новой дороги.

Аудит безопасности на стадии детального проектирования (рабочего проекта) выполняется по завершении детального проектирования объекта, обычно до подготовки контрактных документов. Оценке подлежат геометрические параметры дороги, местоположение и тип освещения, дорожных знаков, разметки, элементы ландшафтного проектирования.

Непосредственно перед открытием дороги для движения команда аудиторов должна провести инспектирование строящегося или реконструируемого участка, проезжая его на автомобиле, на велосипеде и проходя пешком. Дорога проверяется также ночью, чтобы полностью гарантировать наличие требуемых стандартов ночного освещения, видимости знаков, отсутствия эффекта ослепления встречными автомобилями и т.д. Цель такого аудита заключается в том, чтобы выявить опасные условия, которые не были заметны и очевидны при проведении предыдущих аудитов безопасности.

Аудит безопасности на стадии эксплуатации (после открытия движения) можно проводить уже вскоре после введения объекта в эксплуатацию. Представление об эксплуатационном характере и потенциальных проблемных участках и элементах можно получить при помощи инспектирования дороги, работающей в своем обычном режиме. Некоторые недостатки могли оставаться невидимыми до появления на дороге транспортных средств. Безопасность движения на дороге зависит от поведения участников дорожного движения, которое, в значительной степени, определяется правильностью восприятия дорожной ситуации. Правильность восприятия зависит от согласованности всех элементов дороги и их эксплуатационных характеристик. Несогласованность характеристик отдельных элементов дороги требует от участников дорожного движения способности к быстрому реагированию и быстрой адаптации к новым условиям. Это требование становится фактором риска ДТП.

Специфическими вопросами, которые также могут потребовать аудита, становятся, например, следующие: временные изменения условий движения, связанные с проведением дорожных работ; изменение сигнализации (светофоры, дорожные знаки, разметка) для участков сети, более протяженных, чем один дорожный проект; условия безопасности для велосипедного движения; условия безопасности для пешеходного движения и т.п.

За обеспечение команды аудиторов всей необходимой и достаточной проектной документацией отвечает заказчик работ по аудиту. Сюда включаются отчеты, данные наблюдений, чертежи, контрактные документы и, если это требуется, данные об объемах и составе транспортных потоков. Вся эта информация используется аудиторами для оценки проекта с позиции обеспечения безопасности дорожного движения.

В стартовой встрече обычно принимают участие аудиторы, заказчик и группа проектирования. Цель встречи – ознакомление аудиторов с проектом и информацией по безопасности движения, обмен данными, установление диалога. Команда аудиторов знакомит проектировщиков и заказчика с процедурой проведения аудита безопасности, а группу проектирования – с листами контроля. Заказчик должен проинформировать команду аудиторов о всех изменениях в проекте, распределении функций и ответственности в процессе аудита. На данном этапе также должен быть определен график проведения аудита и особые требования.

После проведения стартовой встречи, команда аудиторов должна сделать оценку проектной документации и выполнить полевые инспекции для определения вопросов безопасности движения.

На стадии обоснования проекта дороги необходимыми исходными данными являются: социально-экономическое предназначение проекта, цели и задачи проекта; основные проектные ограничения; выбор маршрута и варианты трассирования; обеспечение

целостности с существующей примыкающей дорожной сетью, вопросы землепользования; ограничения, связанные с воздействием на окружающую среду; геотехнические ограничения.

На стадии эскизного и детального проектирования требуются следующие исходные данные: применяемые стандарты и критерии проектирования; отвод земель; информация о проведенных консультациях с населением; проектные чертежи; детальные планы; планы с обозначением примыкающих дорог, на которые проект может оказать влияние; прогнозы прироста интенсивности движения; потенциальные ожидаемые пользователи дороги.

На стадии строительства дороги (перед вводом ее в эксплуатацию) необходимы следующие исходные данные: отчеты по результатам предыдущих аудиторских проверок безопасности; прочие данные (например, данные о потенциальных пользователях дорог).

На стадии эксплуатации дороги (после ввода ее в эксплуатацию) необходимы следующие исходные данные: интенсивность движения всех групп пользователей дороги; информация о ДТП; отчеты по результатам прошлых аудитов безопасности, если таковые проводились; строительные чертежи дороги.

После сбора исходных данных команда аудиторов должна оценить и проанализировать их. В случае выполнения аудита безопасности на стадии обоснования, эскизного проектирования, детального проектирования (рабочего проекта) необходимо тщательно изучить детали предлагаемого проекта, планов, исходные данные по принципу “участок за участком”.

В случае проведения аудита на стадии строительства или эксплуатации дороги, команда аудиторов должна проанализировать всю относящуюся к делу информацию, например, отчеты по ДТП (не относится к стадии строительства), а также прочие данные. Анализ отчетов по ДТП не предполагается к использованию в качестве анализа мест концентрации ДТП, но может послужить аудиторам при определении потенциально аварийных участков. В этом и заключается предупредительный характер аудита.

Выполнение полевых инспекций необходимо на всех стадиях развития дорожного проекта, поскольку дают команде аудиторов возможность увидеть реальную картину. Перед выездом на место, команда аудиторов должна ознакомиться с листами контроля, которые, помогают аудиторам сфокусироваться на основных аспектах безопасности движения. Листы контроля не должны служить заменой опыта аудитора, но и заполнение их не должно быть изнуряющим.

Оценке подлежат “зеленые поля” и строительные площадки, вопросы обеспечения целостности существующей сети и новой трассы с учетом перспективы. Аудиторы должны оценить ситуацию, поставив себя на место пожилого водителя, велосипедиста, пешехода, водителя грузового автомобиля и автобуса, ребенка, человека с ограниченными возможностями, водителя внедорожника. Кроме этого, должны учитываться климатические условия и географические особенности местности. При проведении аудита существующей дороги оценке подлежат элементы обустройства: расстановка дорожных знаков, освещение, разметка, а также геометрические параметры дороги. Учету подлежит расстояние видимости с позиции различных пользователей дороги.

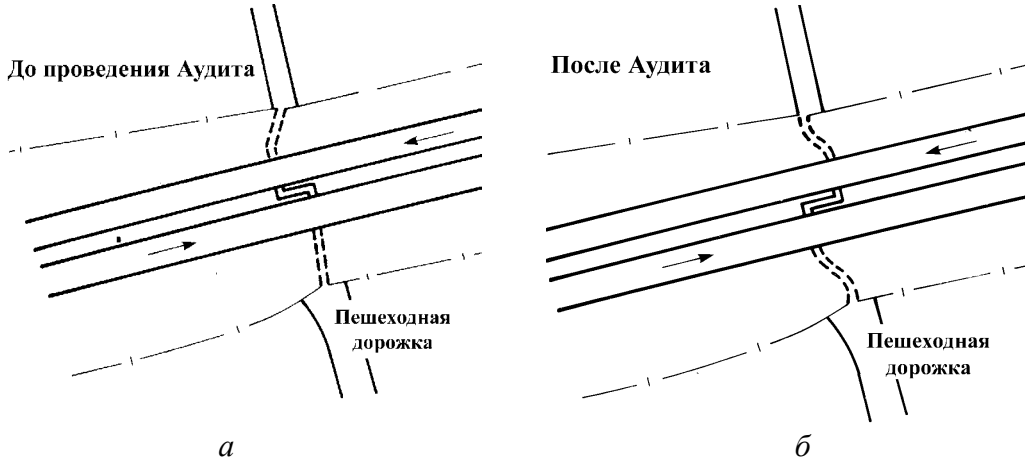
Аудит существующей дороги требует условного «прохождения пешком», «проезда на велосипеде» и «проезда на автомобилях различных типов» по обследуемой дороге с тем, чтобы проверить безопасность дороги с точки зрения различных категорий ее пользователей. Аудит безопасности может проводиться днем или ночью и при различных погодных и дорожных условиях. Некоторые наиболее интересные моменты могут быть зафиксированы при помощи фото- или видеокамеры, что может оказаться полезным для дальнейших исследований и разработок.

По окончании полевых инспекций осуществляется подготовка отчета аудиторов. В отчете по результатам аудита безопасности должно быть дано краткое, четкое описание проекта, стадии аудита, состава аудиторов, самого процесса проведения аудита, выявленных дефектов или недостатков и предлагаемых к реализации мероприятий. Предлагаемые

мероприятия должны носить концептуальный характер, то есть, не давать конкретных детализированных проектных решений.

В рамках системы контроля качества участники всех этапов технологического цикла решают задачи в пределах своей технологической операции с учетом общих задач повышения безопасности дороги для пользователей. Поэтому, причины дефектов выявляются самими участниками технологического цикла (кружки качества).

Например, проанализирован пешеходный переход на автомобильной дороге, который характеризовался высоким уровнем аварийности. Выявлено, что пешеходный переход запроектирован неправильно, потому что пешеходы по центральной разделительной полосе идут спиной к приближающемуся транспорту (рис. 1*а*). После аудита безопасности была принята более безопасная схема движения пешеходов по разделительной полосе и на подходах к пешеходному переходу (рис. 1*б*), что позволило повысить безопасность пешеходов.



а *б*

Рис. 1. Примеры проектных решений:
а – до проведения аудита, *б* – проект реконструкции по результатам аудита

Как известно, перекресток представляет собой зону концентрации конфликтных точек, где теоретически возможно возникновение ДТП при пересечении потоков трех разных направлений: пересечения, отклонения и слияния. Поэтому повышение безопасности перекрестков сводится к проведению мероприятий для сокращения числа конфликтных точек и снижения степени их потенциальной опасности.

На рис. 2*а* показан четырехсторонний перекресток, имеющий 32 конфликтных точки, в том числе 16 точек пересечения, 8 точек отклонения и 8 точек слияния.

Применение светофорного регулирования транспортных потоков сопряжено со значительными затратами на его устройство и эксплуатацию, и не исключает возможности асоциального поведения отдельных участников дорожного движения (неподчинение сигналам светофоров). В этой связи желательно использовать другие возможности для регулирования транспортных потоков при их пересечениях и слияниях.

Иногда устанавливают на подходах к опасному перекрестку автомобильных дорог искусственные неровности («лежачий полицейский»). Такое решение позволяет снижать скорость движения на подходах к перекрестку. Однако, как показывает практика, аварийность на перекрестках, обустроенных таким способом, значительно не снижается. Поэтому рекомендуется устраивать кольцевые развязки (рис. 2*б*).

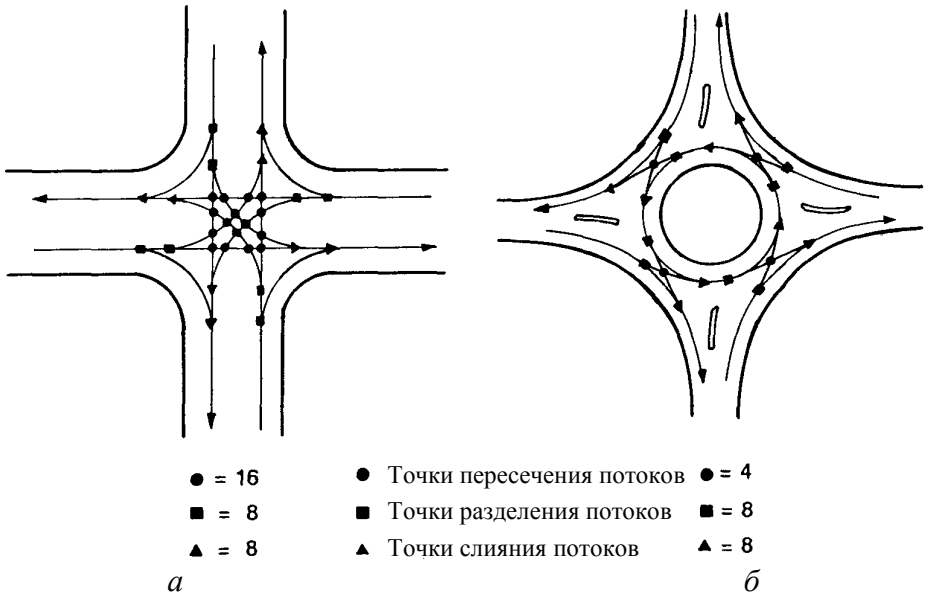


Рис. 2. Типичные конфликтные точки на четырехстороннем перекрестке (*а*) и на развязке с круговым движением (*б*)

Самую высокую потенциальную опасность представляют места пересечения транспортных потоков пользователей дороги, поскольку, в случае возникновения ДТП в таких местах тяжесть их последствий выше, чем при ДТП в местах разделения или слияния указанных потоков. На кольцевых развязках таких пересечений нет, и число конфликтных точек, вместе с их потенциальной опасностью, уменьшается.

Практика показывает, что такое решение как переоборудование перекрестка в развязку с круговым движением позволяет также улучшить плавность движения транспортного потока; повысить безопасность движения за счет преимуществ, свойственных круговому движению (при условии, что приоритет всегда принадлежит транспортным средствам, двигающимся по кольцу).

Места, где происходят наиболее тяжелые ДТП, ликвидируются за счет организации центрального островка, «накрывающего» зону размещения наиболее опасных конфликтных точек пересечения. Правильно запроектированная развязка с круговым движением существенно уменьшает риск тяжелых ДТП с лобовым столкновением (рис. 3).

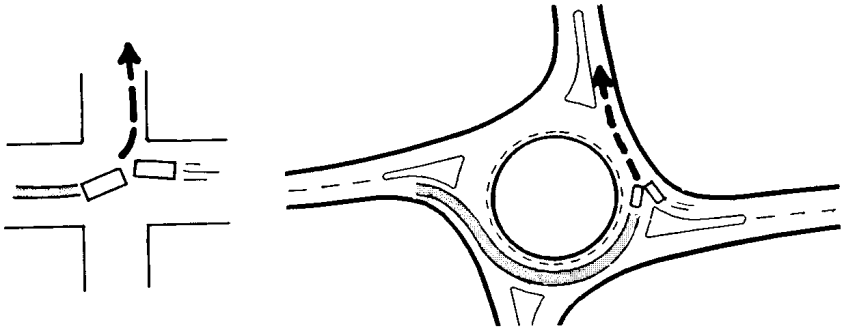


Рис. 3. Организация левоповоротного движения на стандартном четырехстороннем перекрестке (слева) и на круговой развязке (справа)

Исследования, проведенные в Великобритании, Дании, Швеции, Норвегии, Австралии, Нидерландах, Швейцарии, Германии и других странах, позволили установить, что развязки с круговым движением снижают число ДТП с ранениями людей на 30 – 47 % по сравнению с регулируемыми и нерегулируемыми перекрестками.

На автомобильных дорогах общего пользования частые пересечения и примыкания второстепенных дорог к главной дороге создают препятствия для плавного движения транспортного потока по главной дороге, и опасные ситуации на всем ее протяжении. Риск ДТП существенно возрастает при увеличении интенсивности движения транспортных потоков, примыкающих к главной дороге со второстепенных дорог. В пиковые периоды интенсивного дорожного движения и при неблагоприятных погодных условиях дорожная ситуация может стать критической.

Для улучшения плавности движения транспортных потоков и снижения риска ДТП на главных дорогах с интенсивным движением устраивают пересечения в разных уровнях. Применяются различные варианты таких пересечений (рис. 4).

Рис. 4. Пример развязки в разных уровнях

В некоторых случаях целесообразно устраивать надземные или подземные пешеходные переходы, в т.ч. совмещенные с велодорожками (рис. 5). Это позволяет существенно уменьшить на автомобильных дорогах общего пользования конфликтных ситуаций с участием слабо защищенных участников дорожного движения. Как вариант, аудиторами рассматриваются мероприятия, «заглубляющие» дорогу, но оставляющие пешеходам их привычные связи – пешеходные дорожки не имеют спусков и возвышений (пешеход идет привычным маршрутом, не затрачивая усилий на подъем и спуск).

В результате проведенных исследований можно констатировать, что аудит безопасности дорог, по сути, является развивающимся инновационным направлением прикладной транспортной науки, содействующим решению задачи повышения безопасности дорожного движения. Практика аудита безопасности особенно полезна из-за выявления и решения потенциальных проблем, связанных с человеческим фактором еще до того, как ошибка человека станет причиной реального ДТП.

Аудит безопасности способствует повышению качества дорожной инфраструктуры, а также снижает издержки сообщества, связанные с ДТП и исправлением на стадии эксплуатации дорог «дефектов» дорожной отрасли, допущенных при проектировании и строительстве дорог.

Рис. 5. Велодорожка на надземном пешеходном переходе через автомобильную дорогу

Аудит дорожной безопасности позволяет осуществить профилактические меры по предупреждению появления ошибок человека в процессе дорожного движения.

Список литературы и информационных источников

1. Глобальный кризис в области безопасности дорожного движения. Повышение безопасности дорожного движения во всем мире / Пункт 46 повестки дня 24 февраля 2010 года // Шестьдесят четвертая сессия Генеральной ассамблеи ООН [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: http://www.unece.org/ trans/doc/2010/wp1/WP1-59-INF1e.pdf. – Дата доступа: 11.04.2010.
2. Кайгородова Т.В. Безопасность дорожного движения / Т.В. Кайгородова, А.В. Иванов, Е.И. Зимина // Информационный Бюллетень для руководителей здравоохранения ФГУ «Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения Росздрава» [Электронный ресурс]. – 2007. – № 28. – Режим доступа: http://whodc.mednet.ru /component/option,com_attachments/id,43/task,download. – Дата доступа : 08.12.2008.
3. *Improving global road safety : Note by the Secretary-General // United Nations General Assembly Norway* [*Electronic resource*]. – 2011. – *Mode of access*: http://www.unece.org/ fileadmin/DAM/trans/doc/2011/wp1/Improving_Global_Roady_Safety_2011.pdf. – Дата доступа: 20.03.2012.
4. Капский Д.В. Разработка системы принципов и методов повышения безопасности дорожного движения в очагах аварийности населенных пунктов. / Д.В. Капский // Коммунальное хозяйство городов: научно-техн. сб. Сер. «Технические науки и архитектура». – Киев: Техніка, 2010. – Вып. 95. – С. 193–198.
5. Капский Д.В. Применение аудита безопасности дорожного движения на магистральных улицах городов / Д.В. Капский, Е.Н. Кот, С.В. Кабак // Автомобильные дороги и мосты. – 2010. – № 2 (6). – С. 127–137.
6. Капский Д.В. Очаговый анализ аварийности – основа аудита безопасности дорожного движения. / Д.В. Капский // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: сб. док. Девятой международной научно-практ. конф., СПб., 23 – 24 сент. 2010 г. / СПбГАСУ. – СПб., 2010. – С. 498–503.

УДК 656.1
UDK 656.1

Совершенствование методов нормирования расхода топлива городскими автобусами

* * *

Development of methods for Valuation of City Buses Fuel Consumption

Комаров В.В., канд. техн. наук, **Туровский Ф.В.**, канд. техн. наук, **Акопян А.А.**, **Емельянов С.В.**, **Журавлев Д.А.**

Комаров Виталий Васильевич, канд. техн. наук, первый заместитель генерального директора по научной работе ОАО «НИИАТ».
Тел. +7 (495) 53 83; E-mail: komarov@niiat.ru
Туровский Феликс Викторович, канд. техн. наук, заведующий НИО «Применение ТСЭМ в транспортном комплексе» ОАО «НИИАТ».
Тел. +7 (495) 496-63-44; E-mail: hnic@niiat.ru
Акопян Александр Арменович, младший научный сотрудник ОАО «НИИАТ». Тел. + (495) 496 40 22; E-mail: niiat.info@gmail.com
Россия, 125480, Москва, ул.Героев Панфиловцев,24
Емельянов Станислав Владимирович, заместитель генерального директора ООО «Омникомм». Тел. +7 (925) 771-16-40;
E-mail: emelianov@omnicomm.ru
Журавлев Дмитрий Александрович, генеральный директор ООО «Омникомм-Сервис».
Тел. + 7 (985) 760 4404; E-mail: service@omnicomm.ru

Komarov Vitaly Vasilievich, Ph.D., the First Deputy Director for Research of Open Joint-Stock Company «NIIAT®».
Phone: +7 (495) 496 53 83 , E-mail: komarov@niiat.ru
Turovsky Felix Victorovich, Ph.D., Head of Department «Application of fuels and lubricants in a transport complex» of Open Joint-Stock Company «NIIAT®», Phone: +7 (495) 496-63-44; E-mail: hnic@niiat.ru
Akopyan Alexander Armenovich, Junior Research Assosiate of Open Joint-Stock Company «NIIAT®», Phone: +7(495) 496 40 22; E-mail: niiat.info@gmail.com. Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia
Emelianov Stanislav Vladimirovich, Deputy Director General, LLC «Omnicomm», Phone: +7 (925) 771-16-40; E-mail: emelianov@omnicomm.ru
Juravlev Dmitry Aleksandrovich, Director General, LLC «Omnicomm-Service». Phone: + 7 (985) 760 4404; E-mail: service@omnicomm.ru

Аннотация

Представлены методы и результаты натурных испытаний по определению норм расхода топлива линейными автобусами на маршрутах г.Москвы.

Ключевые слова: испытания, расход топлива, экономичность, экология

Abstract

Methods and results of tests for valuation of city buses fuel consumption at routes of City of Moscow are presented.

Key words: testing, fuel consumption, economy, ecology

Повышение энергоэффективности автомобильного пассажирского транспорта важная экономическая и экологическая задача. Ожидаемый эффект от её решения зависит как от сокращения потребления энергоресурсов, так и от внедрения новой техники и современных технологий перевозок, а также от методов нормирования расхода энергоресурсов.

В январе 2013 года ОАО «НИИАТ» и компанией «Омникомм-Сервис» завершена разработка и проведена опытная апробация Регламента проведения натурных исследований маршрутов, для определения норм расхода топлива линейными автобусами на маршрутах Автобусного парка № 10 ГУП «Мосгортранс» г. Москвы.

В настоящее время компания «Омникомм-Сервис» является для ОАО «НИИАТ» основным поставщиком современного навигационного комплекса для контроля работы автомобильного парка и корректировки норм расхода топлива с возможностью инструментальной оценки потребления топлива транспортным средством на различных режимах работы, а также с возможностью контроля отклонений, которые могут исказить натурные испытания, включая:

завышение пробега транспортных средств и расхода топлива;

учет дополнительного расхода топлива в связи с работой отопительных установок, кондиционеров и навесного оборудования, и т.п.

Ранее для установления норм потребления топлива транспортными средствами требовалось проводить испытания в течение одного-двух лет, то за счет использования современных цифровых технологий данный процесс удалось сократить до полугода без ущерба качеству получаемых результатов. Для этого использовалась автоматизированной система управления транспортом на основе навигационного комплекса с применением высокоточных топливных датчиков по технологии «Омникомм».

Программно-аппаратный комплекс *Omnicomm Autocheck SE*, используемый для сбора и анализа данных о работе транспортных средств в режиме реального времени, позволяет одновременно вести учет параметров, необходимых для установления фактического потребления топлива автотранспортным средством. Полученные данные используются далее для выполнения расчетов норм расхода топлива по программе-методике ОАО «НИИАТ», одобренной Федеральной налоговой службой в 2008 году и Минэкономразвития в 2012 году. С ее помощью для каждого типа и модели автотранспортных средств в настоящее время рассчитываются нормы расхода топлива на типичных маршрутах: движение по городу, по магистрали, автобусные маршруты и т.п. На основе полученных таким образом результатов, рассчитываются индивидуальные базовые нормы расхода топлива.

На практике для определения топливной экономичности автотранспортных средств используются два метода: экспериментальный и расчетный.

Использование только экспериментального метода является недостаточным для получения достаточно обоснованных норм расхода топлива. Это связано с наличием ряда случайных факторов, искажающих результаты экспериментов: нестабильность погодных и дорожных условий, неодинаковый износ и степень приработки механизмов автобусов, конструктивные различия, различия в выполненных регулировках оборудования, неодинаковое физическое и психологическое состояние водителей и их манеры управления автомобилем и др.

Для получения достоверных данных о расходе топлива транспортными средствами необходимо совместное использование экспериментального и расчетного методов, как с целью сопоставления и анализа полученных результатов, так и для учета текущих эксплуатационных условий работы автобусов.

В рамках совместного проекта выполнены оценка используемых методов нормирования расхода топлива и подготовка рекомендаций по их совершенствованию в ГУП «Мосгортранс». Выбор этой организации обусловлен разнообразием организации и режимов дорожного движения в Москве и поступлением в эксплуатацию нового подвижного состава. Исполнителем по договору является сервисная станция – компания «Омникомм-Сервис».

По итогам испытаний в Автобусном парке № 10 проведена оценка адекватности модели, применяемой ОАО «НИИАТ» при разработке базовых норм расхода топлива с учетом изменений в организации дорожного движения в Московской агломерации.

В результате, подготовлены рекомендации по оптимизации методов нормирования расхода топлива, используемых ГУП «Мосгортранс», и повышению энергоэффективности эксплуатации автобусов на городских маршрутах.

Для проведения экспериментов с целью установления норм расхода топлива были использованы автобусы, для которых обеспечивалось соблюдение следующих требований:

автобус технически исправен, укомплектован и заправлен горюче-смазочными материалами в соответствии с нормативно-технической документацией;

двигатель, агрегаты и шины автобуса прошли надлежащую обкатку в соответствии с инструкцией предприятия-изготовителя и имели пробег (включая обкатку) не менее 3000 км;

шины не имеют повреждений, а износ их протектора не более 50 %. Давление в шинах соответствует требованиям завода-изготовителя (измерение и регулирование давления выполняют при "холодном" состоянии шин);

системы отопления и кондиционирования воздуха использовались в соответствии с правилами эксплуатации транспортного средства.

В качестве средства измерений при проведении натурных испытаний была выбрана положительно себя зарекомендовавшая «Система мониторинга транспорта и контроля расхода топлива Омникомм» (г. Москва, производитель: «Омникомм Технологии», монтаж: «Омникомм-Сервис», г. Москва).

Комплект системы состоит из оборудования, которое было установлено непосредственно на автобусах контрольной группы, и программного обеспечения. Использовались регистраторы типа «ГЛОНАСС-*GPS*» (соответствующие требованиям ФЗ-285). В ходе испытаний постоянно режиме реального времени осуществлялся сбор исходных данных, которые передавались на компьютеры со следующих измерительных датчиков:

скорости движения автобуса;

числа оборотов коленчатого вала двигателя автобуса (тахометр);

положения ключа зажигания;

уровня топлива в баке автобуса типа «*Omnicomm LLS*», и др.

Распечатывались ежедневные отчеты и анализировались получаемые результаты, в том числе географические координаты положения автобуса на маршруте; включение и выключение зажигания с контролем напряжения в бортовой сети (В). При этом в качестве основной характеристики была принята скорость движения (км/ч), частота вращения коленчатого вала двигателя (мин$^{-1}$) в движении, на остановочных пунктах маршрута и при стоянках, уровень топлива в баках (л) с контролем фактического потребления. Погрешности измерений указаны в табл. 1.

Таблица 1

Средние погрешности средств измерения представленной системы

Показатели	Погрешность, не более, %
Расход топлива	1
Путь и время	0,5
Скорость движения	1
Частота вращения коленчатого вала двигателя	1

Для обеспечения выполнения эксперимента была определена контрольная группа автобусов, репрезентативно отражающая структуру парка автотранспортной организации. Одним из основополагающих параметров при этом было техническое состояние каждого автобуса.

Также был произведен выбор наиболее типичных для автобусного парка ГУП «Мосгортранс» маршрутов, максимально обеспечивающих достоверность получаемых данных по результатам проведения натурных экспериментов. При выборе маршрутов основными критериями служили: протяженность маршрутов, режимы движения на них подвижного состава и интенсивность транспортных потоков на трассах маршрутов.

Компанией «Омникомм-Сервис» были выполнены работы по поставке, монтажу, вводу в эксплуатацию и тестированию оборудования на каждом выбранном для испытаний автобусе контрольной группы (приведены в табл. 2). На смонтированных в автобусах информационных модулях системы была установлена компьютерная программа «*Omnicomm Autocheck SE*». Также было проведено обучение диспетчеров и другого персонала Автобусного парка № 10, участвующих в эксперименте.

Расчет норм расхода топлива по программе-методике ОАО «НИИАТ» для всех моделей автобусов Автобусного парка № 10 ГУП «Мосгортранс», включая контрольную группу, проводился в сравнении с полученными фактическими данными от навигационного комплекса «Омникомм» с учетом всех необходимых параметров, а также профиля трассы маршрута, расстояния между остановочными пунктами, ограничений скорости движения, расстояния между светофорами и др.

Одним из основных выводов по итогам эксперимента является то, что интенсивность и скорость транспортного потока, в котором движется автобус, являются основополагающими факторами, влияющими на расход топлива.

Таблица 2

Сводные результаты по различным автобусам контрольной группы

Марка автобуса (гаражный номер автобуса)	Основной маршрут	Расход топлива на основном маршруте, л/100 км	Средняя скорость на маршруте, км/ч	Средний расход топлива, л/100 км	Транспортная норма расхода топлива, рассчитанная по методике ОАО "НИИАТ", л/100 км	Разница между фактическим средним расходом и транспортной нормой расхода топлива, рассчитанной по методике ОАО «НИИАТ», %	Результаты расчета по смоделированному основному маршруту, л/100 км	Средняя скорость движения по смоделированному маршруту, км/ч
ЛиАЗ-529221 (10283)	№ 3	52,7	19,3	50,6	40,0	21,0	52,0	19,3
ЛиАЗ-529221 (10544)	№ 223	56,5	18,2	56,1	40,0	28,7	55,4	17,6
ЛиАЗ-62132 (10172)	№ 3	79,6	18,1	79,6	54,9	31,0	72,2	18,3
ЛиАЗ-62132 (10577)	№ 223	74,2	17,2	71,7	54,9	22,9	74,6	17,3
ЛиАЗ-6212-01 (10163)	№ 171	72,0	18,6	70,1	49,7	29,0	69,7	17,1
ЛиАЗ-6212-01 (10252)	№ 171	74,6	18,1	76,7	49,7	35,2	69,7	17,1

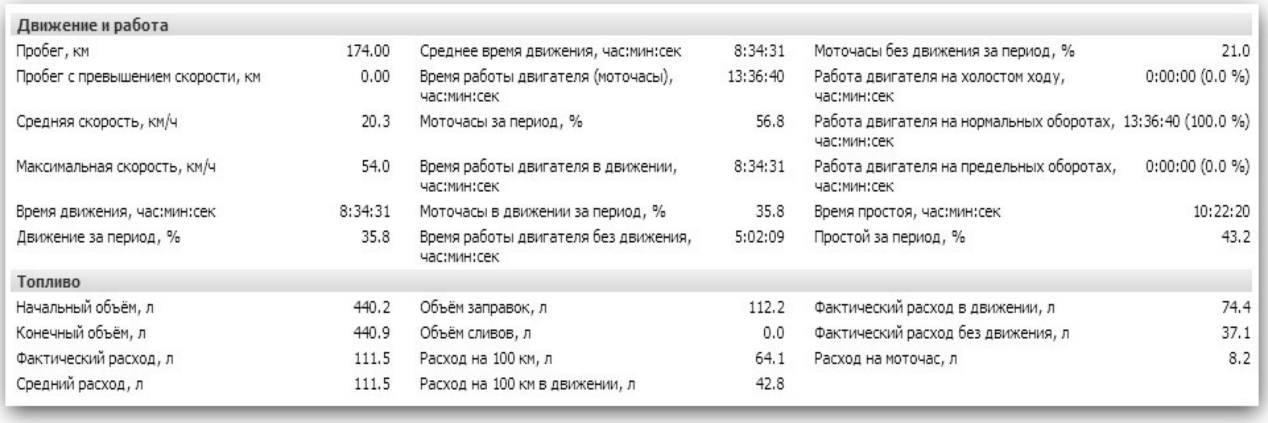
В качестве типичных примеров в таблицах 3 и 4 приведены данные за два дня работы автобуса с разными показателями интенсивности и скорости транспортного потока.

24.11.2012 по данным электронного ресурса «Яндекс Пробки» в Москве интенсивность транспортного потока в среднем оценивалась в 3 балла. В этот день расход топлива был 64,1 л/100 км. 29.11.2012 в результате неблагоприятных погодных условий (сильный снегопад) по данным электронного ресурса «Яндекс Пробки» в Москве интенсивность транспортного потока в среднем оценивалась в 9 баллов. Расхода топлива в этот день достиг 88,1 л/100 км. Таким образом, разница расхода топлива в эти дни составила 37 %. Рассмотренный случай является наглядным примером влияния транспортного потока на расход топлива автобусами.

Относительно показателя расхода топлива непосредственно в движении (без вынужденных остановок), транспортная норма расхода топлива, предложенная ОАО «НИИАТ» (табл. 5), является корректной. В среднем она больше на 10 – 15 %, и соответствует поправочным коэффициентам (надбавкам), принятым в Методических рекомендациях Минтранса РФ от 14.03.2008 № АМ-23-р.

Таблица 3

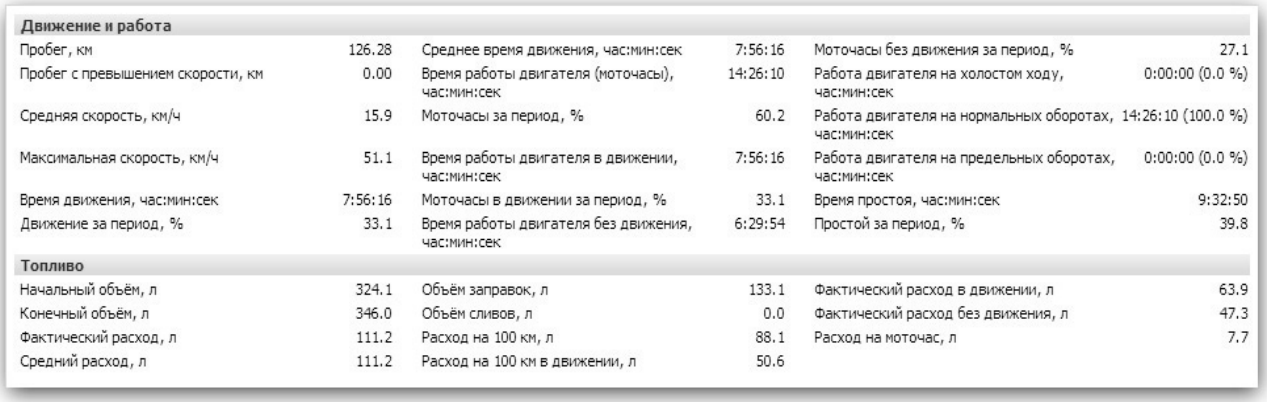
Данные о работе автобуса ЛиАЗ 6212-01 (гаражный номер 10252) за 24.11.2012



Движение и работа					
Пробег, км	174.00	Среднее время движения, час:мин:сек	8:34:31	Моточасы без движения за период, %	21.0
Пробег с превышением скорости, км	0.00	Время работы двигателя (моточасы), час:мин:сек	13:36:40	Работа двигателя на холостом ходу, час:мин:сек	0:00:00 (0.0 %)
Средняя скорость, км/ч	20.3	Моточасы за период, %	56.8	Работа двигателя на нормальных оборотах, час:мин:сек	13:36:40 (100.0 %)
Максимальная скорость, км/ч	54.0	Время работы двигателя в движении, час:мин:сек	8:34:31	Работа двигателя на предельных оборотах, час:мин:сек	0:00:00 (0.0 %)
Время движения, час:мин:сек	8:34:31	Моточасы в движении за период, %	35.8	Время простоя, час:мин:сек	10:22:20
Движение за период, %	35.8	Время работы двигателя без движения, час:мин:сек	5:02:09	Простой за период, %	43.2
Топливо					
Начальный объём, л	440.2	Объём заправок, л	112.2	Фактический расход в движении, л	74.4
Конечный объём, л	440.9	Объём сливов, л	0.0	Фактический расход без движения, л	37.1
Фактический расход, л	111.5	Расход на 100 км, л	64.1	Расход на моточас, л	8.2
Средний расход, л	111.5	Расход на 100 км в движении, л	42.8		

Таблица 4

Данные о работе автобуса ЛиАЗ 6212-01 (гаражный номер 10252) за 29.11.2012



Движение и работа					
Пробег, км	126.28	Среднее время движения, час:мин:сек	7:56:16	Моточасы без движения за период, %	27.1
Пробег с превышением скорости, км	0.00	Время работы двигателя (моточасы), час:мин:сек	14:26:10	Работа двигателя на холостом ходу, час:мин:сек	0:00:00 (0.0 %)
Средняя скорость, км/ч	15.9	Моточасы за период, %	60.2	Работа двигателя на нормальных оборотах, час:мин:сек	14:26:10 (100.0 %)
Максимальная скорость, км/ч	51.1	Время работы двигателя в движении, час:мин:сек	7:56:16	Работа двигателя на предельных оборотах, час:мин:сек	0:00:00 (0.0 %)
Время движения, час:мин:сек	7:56:16	Моточасы в движении за период, %	33.1	Время простоя, час:мин:сек	9:32:50
Движение за период, %	33.1	Время работы двигателя без движения, час:мин:сек	6:29:54	Простой за период, %	39.8
Топливо					
Начальный объём, л	324.1	Объём заправок, л	133.1	Фактический расход в движении, л	63.9
Конечный объём, л	346.0	Объём сливов, л	0.0	Фактический расход без движения, л	47.3
Фактический расход, л	111.2	Расход на 100 км, л	88.1	Расход на моточас, л	7.7
Средний расход, л	111.2	Расход на 100 км в движении, л	50.6		

Таблица 5

Нормы расхода топлива, рассчитанные по программе-методике ОАО «НИИАТ» с учетом фактических условий эксплуатации

Марка автобуса	Транспортная норма расхода топлива, л/100 км	Результат расчета по смоделированному маршруту № 3, л/100 км	Результат расчета по смоделированному маршруту № 223, л/100 км	Результат расчета по смоделированному маршруту № 171, л/100 км	Средний расход топлива по трем смоделированным маршрутам (рекомендуется в качестве эксплуатационной нормы расхода топлива), л/100 км
ЛиАЗ-525625	36,7	47,5	49,7	52,5	49,9
ЛиАЗ-6212-01	49,7	62,7	65,4	69,7	65,9
ЛиАЗ-52922	41,2	53,7	57,5	60,7	57,3
ЛиАЗ-529221	40,0	52,0	55,4	58,5	55,3
ЛиАЗ-529222	40,5	52,7	56,5	59,6	56,3
ЛиАЗ-62132	54,9	72,2	74,6	79,1	75,3
ЛиАЗ-621321	53,3	69,6	71,7	76,1	72,5

Как уже отмечалось, в результате проведения исследований было установлено существенное влияние на показатели расхода топлива таких факторов, как интенсивность и скорости транспортного потока. В качестве интегрального показателя, определяющего степень плотности потока и режим движения, была принята средняя скорость движения на всех подконтрольных маршрутах. Исходя из значения этого показателя, рекомендуется на период эксплуатации 1,5 – 2 года устанавливать повышающий коэффициент (надбавку) к транспортной норме расхода топлива, рассчитанной по методике ОАО «НИИАТ» с учетом пассажировместимости автобусов и условий их эксплуатации.

Исходя из Методических рекомендаций Минтранса РФ от 14.03.2008 № АМ-23-р, целесообразно использовать повышающую городскую надбавку к транспортной норме с учетом пассажировместимости автобусов и местных условий эксплуатации в пределах, указанных в упомянутых рекомендациях, согласно численности населения в каждом из населенных пунктов России (от 5 % до 25 %).

Для повышения достоверности полученных результатов и расширения возможностей их использования, требуется продолжить накопление экспериментальных материалов с учетом местных условий эксплуатации.

Литература

1. Методические рекомендации. «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте» [текст] / ОАО «НИИАТ». 2008 -104 с.

УДК 656.658.310.8
UDK 656.658.310.8

Методические основы формирования стоимости перевозки пассажира как базы для взаиморасчетов между перевозчиками и государственными или муниципальными заказчиками перевозок

* * *

Methodical Bases of Passenger Transportation Cost as a Basis for Mutual Settlements between Carriers and Customers by State or Municipal Transport

Матанцева О.Ю., д-р экон. наук, профессор

Матанцева Ольга Юрьевна, д-р экон. наук, профессор, заместитель генерального директора ОАО «НИИАТ» по научной работе.
Тел. +7 (495) 496 9345; e-mail: omat@niiat.ru.
Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24.

Matantseva Olga Jurievna, Dr.Sci. (Habil) Economic, Professor, The Assistant to the general director of Open Joint-Stock Company «NIIAT®» on a science. Phone +7 (495) 496 9345; E-mail: omat@niiat.ru. Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia.

Аннотация

Расходы на перевозки пассажиров по городским и пригородным маршрутам являются предметом торга при заключении государственных и муниципальных контрактов на перевозки. В статье приведена методика определения этих расходов, рассмотрен порядок формирования прибыли перевозчика, достаточной для реновации транспортных средств.

Abstract

Costs for the carriage of passengers on urban and suburban routes are bargained in concluding public service contracts of carriage. In the article the technique of determining those costs profits, learned how to generate sufficient for renovation of the carrier vehicles.

Ключевые слова: тариф на перевозку пассажира, стоимость перевозки пассажира, возмещение расходов перевозчика, методические указания, рентабельность перевозок

Keywords: tariff for the carriage of the passenger, the cost of transportation of the passenger, the carrier's costs, methodical instructions, the profitability of transport

В настоящее время в Российской Федерации регулирование тарифов на перевозки пассажиров и багажа на регулярных маршрутах, осуществляемое органами государственной власти субъектов Российской Федерации, не обеспечивает безубыточной деятельности перевозчиков.

В процессе бюджетного планирования при формировании государственными или муниципальными заказчиками бюджетных заявок на соответствующий год (плановый период) происходит формирование объема и предельной стоимости закупаемых товаров, работ и услуг для государственных или муниципальных нужд исходя из письма Министерства экономического развития Российской Федерации от 15.12. 2009 № Д 22 – 1558.

В соответствии со статьями 14, 15 и 16 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 06.10.2003 № 131-ФЗ должны определяться суммы необходимых бюджетных расходов на обеспечение создания условий для предоставления транспортных услуг населению и организации транспортного обслуживания населения. Однако, единая методика или порядок (правила) нормирования этих расходов в настоящее время отсутствует.

Согласно действующему законодательству:

органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации имеют право осуществлять регулирование тарифов на транспортные услуги для предприятий любых организационно-правовых форм собственности;

органы местного самоуправления осуществляют регулирование цен и тарифов на услуги лишь муниципальных предприятий и учреждений.

Самостоятельное определение различными субъектами Российской Федерации порядка формирования указанных тарифов не обеспечивает методического единства. Разработанные соответствующими органами субъектов Российской Федерации и муниципальных образований нормативные акты, не всегда соответствуют требованиям действующей нормативно-правовой основы и законам экономики.

Постановлением Правительства Российской Федерации «О мерах по упорядочению государственного регулирования цен (тарифов)» от 07.03.1995 № 239 (далее для краткости – Постановление) установлен перечень продукции производственно-технического назначения, товаров народного потребления и услуг, на которые государственное регулирование цен (тарифов) на внутреннем российском рынке осуществляют органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Заметим, что в этом перечне указаны перевозки пассажиров и багажа всеми видами транспорта в городском и пригородном сообщении. Однако Постановлением не определено, на основании каких нормативно-правовых актов осуществляется государственное регулирование. Таким образом, механизм такого регулирования отсутствует.

Поскольку Постановление декларирует государственное регулирование цен (тарифов), то необходимо, чтобы механизм формирования тарифов на перевозки пассажиров и багажа устанавливался федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в сфере транспорта.

Порядок формирования тарифов на перевозки пассажиров автомобильным и городским электрическим транспортом напрямую связан с особенностями финансирования следующих задач, которые должны быть решены для обеспечения качественных и безопасных перевозок пассажиров.

Первая задача – предоставление транспортных услуг населению, являющаяся прерогативой органов местного самоуправления и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Вторая задача – выпуск на маршруты транспортных средств (в необходимом количестве и нужной пассажировместимости). Эта задача решается автотранспортными организациями различных форм собственности самостоятельно.

Третья задача – установление тарифа за проезд пассажира, соответствующего платежным возможностям населения, является прерогативой органов местного самоуправления и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

В настоящий момент все эти три задачи не разделены, что приводит к финансовым проблемам автотранспортных организаций, осуществляющих перевозки пассажиров в городском и пригородном сообщении. По данным Минтранса России и Росстата, убытки крупных и средних организаций пассажирского транспорта, сопряженные с необоснованностью применяемых тарифов и недостатками организации бюджетного финансирования перевозок, в 2011 г. (до налогообложения) составили 5751 млн. руб.

Федеральный закон «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд» от 21.07.2005 № 94-ФЗ в соответствии с Федеральным законом от 21.04.2011 № 79-ФЗ дополнен статьей 19.1 «Начальная (максимальная) цена контракта (цена лота)». В этой статье предусмотрено право Правительства Российской Федерации устанавливать порядок формирования начальных (максимальных) цен контрактов (цен лотов) на отдельные виды товаров, работ, услуг для целей включения таких цен в конкурсную документацию. Кроме того, предусмотрена возможность осуществления заказчиком расчетов начальной (максимальной) цены контракта (цены лота).

В 2012 году ОАО «НИИАТ» по заказу Минтранса России были разработаны «Методические рекомендации по расчету экономически обоснованной стоимости перевозки пассажиров и багажа в городском и пригородном сообщении автомобильным и городским электрическим транспортом общего пользования по маршрутам регулярных перевозок»

(далее – Методические рекомендации). Методические рекомендации введены в действие распоряжением Минтранса России от 18.04.2013 № НА-37-р.

В Методических рекомендациях подробно изложен механизм расчета экономически обоснованной стоимости одного км пробега пассажирского транспортного средства. Экономически обоснованная стоимость одного км пробега пассажирского транспортного средства включает себестоимость и нормативную прибыль, что позволяет обеспечить стабильную деятельность перевозчика и социально справедливую оценку его хозяйственной деятельности в сфере перевозок пассажиров транспортом общего пользования.

Экономически обоснованная стоимость одного км пробега пассажирского транспортного средства рекомендуется к использованию, как основа при проведении расчетов между перевозчиком и государственным (муниципальным) заказчиком услуг по перевозкам пассажиров, которые следует производить на основании данных о пробеге транспортных средств за расчётный период и с учётом типов транспортных средств.

Экономически обоснованная стоимость одного км пробега пассажирского транспортного средства также может быть применена в целях определения начальной (максимальной) цены контракта при проведении конкурса на право заключения государственного (муниципального) контракта на перевозки пассажиров по государственному (муниципальному) заказу на конкретной маршрутной сети по установленному расписанию движения для транспортных средств определенных типов.

Тариф за перевозку одного пассажира при этом устанавливается органами исполнительной власти субъекта федерации или местного самоуправления с учетом платежных возможностей населения и пассажиров, имеющих право на оказание государственной социальной поддержки на территории Российской Федерации, субъекта Российской Федерации или муниципального образования (так называемые льготники). Одновременно устанавливается порядок возмещения расходов на перевозки этих граждан.

Это обусловлено тем, что задачи по предоставлению транспортных услуг населению и установление тарифов, соответствующих платежным возможностям населения в настоящее время являются прерогативой органов исполнительной власти субъекта федерации или органов местного самоуправления.

Пунктом 5 статьи 790 Гражданского кодекса Российской Федерации установлено, что «*В случаях, когда в соответствии с законом или иными правовыми актами установлены льготы или преимущества по провозной плате за перевозку грузов, пассажиров и багажа, понесенные в связи с этим расходы возмещаются транспортной организацией за счет средств соответствующего бюджета*».

В соответствии со статьей 16 Гражданского кодекса Российской Федерации «*Убытки, причиненные гражданину или юридическому лицу в результате незаконных действий (бездействия) государственных органов, органов местного самоуправления или должностных лиц этих органов, в т.ч. издания не соответствующего закону или иному правовому акту государственного органа или органа местного самоуправления, подлежат возмещению Российской Федерацией, соответствующим субъектом Российской Федерации или муниципальным образованием*».

Методические рекомендации позволяют определить экономически обоснованные расходы на перевозки и прибыль, достаточную для экономически устойчивой деятельности перевозчика и своевременного обновления парка транспортных средств.

В основу расчёта экономически обоснованной стоимости одного км пробега пассажирского транспортного средства положены действующие нормы расхода материальных ресурсов и расчетные удельные расходы на один км пробега пассажирского транспортного средства с учетом адаптации к условиям деятельности конкретных перевозчиков.

Затраты перевозчиков включают в себя расходы по обычным видам деятельности, в том числе, непосредственно связанные с перевозками (прямые расходы) и косвенные расходы.

Размер нормативной прибыли определяется через рентабельность. Основным показателем рентабельности в транспортной организации является рентабельность услуг (перевозок), определяемая как отношение прибыли от реализации услуг к затратам на реализацию этих услуг (расходам по обычным видам деятельности или полной себестоимости, включающей управленческие и коммерческие расходы).

Другим показателем, применяемым транспортными организациями, является рентабельность оборота, определяемая как отношение прибыли до налогообложения к выручке от реализации. Рентабельность оборота транспортной организации, определенная по прибыли до налогообложения, должна быть не менее 4,8 %.

Для экономически устойчивой деятельности транспортной организации уровень рентабельности услуги (перевозки) должен быть равен 9,6 %.

Экономически обоснованный уровень рентабельности должен включать в себя инвестиционную составляющую, т.е. учитывать долю дополнительной прибыли, которую транспортная организация должна получить, чтобы формировать достаточные амортизационные отчисления на реновацию транспортных средств с учетом роста рыночных цен, а также обеспечивать получение прибыли для обновления пассивной части своих основных средств (ОС).

Определение необходимого уровня рентабельности, обеспечивающего своевременное обновление транспортных средств, осуществляется на основе нормативов, приведенных в табличной форме в Методических рекомендациях. Пользуясь соответствующей таблицей (исходя из коэффициента обновления и доли балансовой стоимости самортизированных транспортных средств в общей балансовой стоимости подвижного состава), определяется необходимый уровень рентабельности (инвестиционная составляющая в стоимости 1 км пробега транспортного средства).

Коэффициент обновления определяют как отношение балансовой стоимости приобретенных в течение года транспортных средств (ТС) к балансовой стоимости всех имеющихся ТС на конец года. Коэффициент обновления выбирается на основе совместного решения перевозчика с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации или органами местного самоуправления.

Например, необходимый уровень рентабельности в транспортной организации, где доля самортизированных транспортных средств (ТС), составляет 75 %, при условии обновления полностью самортизированных ТС за 7,5 лет, должен составлять 12,6 %.

Инвестиционная составляющая (ИС) в рентабельности перевозчика должна обеспечивать возможность обновления не только активной части основных средств (ОС), но также и их пассивной части (за исключением прочих объектов и имущества, не связанного с обеспечением перевозочной деятельности). Инвестиционная составляющая на обновление пассивной части ОС включается в рентабельность дополнительно к ИС на обновление ТС, и определяется следующим образом: уровень рентабельности, включаемый в стоимость перевозки в целях обновления ТС, корректируется на коэффициент, отражающий соотношение фактических коэффициентов износа пассивной и активной частей ОС транспортной организации.

Так, например, если коэффициент износа транспортных средств организации составляет 62 %, а коэффициент износа пассивной части ОС равен 34 %, рентабельность, достаточная для своевременного обновления ТС равна 12,6 % в год. Тогда рентабельность для обновления пассивной части основных средств составит: $12,6 \times 34/62 = 6,9$ %.

Следовательно, общий (суммарный) уровень экономически обоснованной рентабельности (определяемой по прибыли от реализации услуг) для обеспечения устойчивой финансово-экономической деятельности и своевременного обновления транспортных

средств в рассматриваемой в качестве примера транспортной организации должен составлять 29,1 % (9,6 + 12,6+6,9).

Полученная в результате расчетов в соответствии Методическим рекомендациями стоимость плановой работы (выпуска на маршруты транспортных средств в необходимом количестве и нужных типов) одного или нескольких перевозчиков на выбранных маршрутах является суммой, которую должен заплатить государственный (муниципальный) заказчик услуг перевозчику, осуществляющему эти перевозки.

Стоимость плановой работы может быть использована государственным (муниципальным) заказчиком услуг по перевозкам пассажиров для определения тарифа за перевозку одного пассажира, однако, этот тариф не будет учитывать платежеспособность населения.

Руководствуясь изложенным, органы государственной власти или органы местного самоуправления, имеющие полномочия по установлению тарифа, могут:

установить тариф за перевозку пассажира исходя из Методических рекомендаций без учета платежеспособности населения, и субсидировать перевозчика для покрытия расходов только на перевозки граждан, имеющих право на льготы при оплате проезда;

оплачивать перевозчику выполненную им транспортную работу (фактический пробег предоставленных транспортных средств) исходя из ее стоимости, рассчитанной на основе Методических рекомендаций, а тариф за перевозки пассажиров устанавливать с учетом платежеспособности населения;

предоставить право перевозчику самостоятельно устанавливать тариф за перевозку пассажира, исходя из стоимости оказываемых им услуг пассажирам.

Список литературы

1. Гражданский Кодекс РФ (часть первая) от 30.11.94 г. № 51-ФЗ: В ред. от 30 дек. 2004 г. //Собр. Законодательства РФ. – 1994. – № 32. – Ст. 3301.
2. Гражданский Кодекс РФ (часть вторая) от 26.01.96 г. № 14-ФЗ: В ред. от 29 дек. 2004 г. //Собр. Законодательства РФ. – 1996. – № 5. – Ст. 410.
3. Инструкция по учету доходов и расходов по обычным видам деятельности на автомобильном транспорте: Утв. приказом Минтранса РФ 24 июня 2003 г., № 153; Зарегистр. Минюстом РФ 24 июля 2003 г., № 4916.
4. Методические рекомендации по учету затрат и калькулированию себестоимости на автомобильном транспорте: Согл. Минтрансом России от 27.12.2005 г., № АТ 003-06., – 28 с.
5. Методические рекомендации по расчету уровня рентабельности, необходимого для обеспечения экономически стабильной деятельности перевозчика и его конкурентоспособности: Согл. Минтрансом России от 27.12.2005 г., № АТ 002-06, – 24с.

УДК 656.02
UDK 656.02

Оптимизация маршрутной сети городского пассажирского транспорта общего пользования с применением программного пакета *PTV Vision® VISUM* на примере городского округа г. Воронеж

* * *

Optimization of the Public Transport Network Using PTV Vision® VISUM Software, the Case of Voronezh City

Мехоношин В.В., канд. физ.-мат. наук, **Енин Д.В.**, канд. техн. наук

Мехоношин Владислав Владимирович, канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник ОАО «НИИАТ».
Тел.: +(405) 496 5729; Email: vlmekh@mail.ru
Енин Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук, доцент, заведующий научно-исследовательским отделом ОАО «НИИАТ».
Тел.: +(495) 496 4038; Email: enin@niiat.ru
Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

Mekhonoshin Vladislav Vladimirovich, PhD, The Leading scientist of Open-Stock Company «NIIAT®».
Tel.: +(405) 496 5729; Email: vlmekh@mail.ru
Enin Dmitry Vladimirovich, PhD, Head of the Research Department of Open Joint-Stock Company «NIIAT®».
Tel.: +(405) 496 5729; Email: enin@niiat.ru.
Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia

Аннотация

Рассмотрены методика восстановления матрицы пассажирских корреспонденций по результатам обследования пассажиропотоков и использование программного пакета транспортного планирования *PTV Vision® VISUM* для оптимизации маршрутной сети пассажирского транспорта общего пользования.

Abstract

The paper presents an approach for the passenger correspondence matrix estimation on the basis of the survey data and the use of PTV Vision® VISUM software to optimize the public transport network.

Ключевые слова: матрица пассажирских корреспонденций, программный пакет PTV Vision®, оптимизация маршрутной сети

Keywords: the passenger correspondence matrix, PTV Vision®, optimize the public transport network

Введение

Комфортный и быстрый пассажирский транспорт общего пользования является необходимым условием устойчивой работы транспортной системы современных городов. Системы транспорта крупных городов Российской Федерации обладают рядом общих закономерностей. Повсеместно сохраняются высокие темпы автомобилизации и роста доли поездок на личном автотранспорте вместо пассажирского транспорта общего пользования. Изменение структуры транспортного спроса приводит к дефициту пропускной способности дорог. Возможность существенного повышения пропускной способности улично-дорожной сети ограничена сложившейся застройкой городов и необходимостью сохранения приемлемых условий жизни.

Особенностью Российской Федерации (и других государств на территории бывшего Советского Союза) является наличие развитых систем пассажирского транспорта общего пользования. Для устранения наметившейся тенденции снижения доли поездок на пассажирском транспорте общего пользования необходимо обеспечить конкурентоспособные в сравнении с личным автомобилем уровень комфорта и скорость передвижения, а также повысить надежность сообщения, т.е. обеспечить высокую сходимость ожидаемой и реальной продолжительности поездки. Немаловажную роль в решении указанных задач играет усовершенствование маршрутной сети городского пассажирского транспорта.

Пассажирский транспорт общего пользования существенно изменился в соответствии с трансформировавшимися потребностями населения. Однако эти изменения в боль-

шинстве крупных городов России происходили стихийно. Возникло большое число перевозчиков (в основном мелких), организовавших маршруты независимо друг от друга. С одной стороны, рост конкуренции создает предпосылки для наиболее полного удовлетворения потребностей населения в передвижениях. С другой стороны, отсутствие системного подхода к реорганизации маршрутной сети пассажирского транспорта общего пользования привело к появлению большого числа аналогичных маршрутов (отличающихся друг от друга на протяжении отрезков, не превышающих 10 % протяженности маршрута), что приводит к недостаточности пропускной способности транспортной инфраструктуры (прежде всего – остановочных пунктов). В результате нарушается регулярность сообщения на пассажирском транспорте общего пользования, возникают заторы из-за маршрутных транспортных средств, ожидающих возможности подъехать к месту остановки для посадки-высадки пассажиров.

Для преодоления указанных недостатков и повышения качества транспортного обслуживания населения в каждом крупном городе Российской Федерации необходим анализ существующей маршрутной сети, сокращение числа маршрутов и переход на использование комфортабельного подвижного состава большей вместимости.

В советской транспортной науке был накоплен большой опыт разработки маршрутных сетей пассажирского транспорта общего пользования. В частности, методики [1 и 2] позволяют разрабатывать оптимальную маршрутную сеть с учетом исторически сложившихся маршрутов. Кардинальное изменение маршрутов целесообразно при наличии достоверной информации о транспортных потребностях населения. В современных условиях при возросших пассажиропотоках и большом числе маршрутов стоимость полноценного анкетного обследования выходит за рамки разумных затрат. Достоверная статистическая информация, как правило, недоступна. В то же время, маршрутная сеть крупного российского города представляет собой совокупность практически всех возможных маршрутов пассажирского транспорта общего пользования. Поэтому рациональная схема может быть получена из действующей путем объединения дублирующих маршрутов, запрета неэффективных маршрутов и добавления маршрутов для повышения связности сети при необходимости.

В данной работе описаны методика обследования пассажиропотоков с применением систем спутникового позиционирования, некоторые детали обработки результатов обследования и применение программного пакета *PTV Vision® VISUM* для построения рациональной маршрутной сети пассажирского транспорта общего пользования.

Обследование пассажирских потоков

Системы спутникового позиционирования позволяют автоматизировать обследование пассажиропотоков. На маршрутных транспортных средствах средней и большой вместимости целесообразно использование датчиков, фиксирующих число пассажиров, вошедших и вышедших на каждом остановочном пункте. Для работы системы необходима база данных, содержащая граф маршрутной сети. База данных должна содержать путь следования (последовательность узлов, проезжаемых маршрутом), а также координаты этих узлов и остановочных пунктов для каждого маршрута. Результатом работы системы является база данных с информацией о каждом рейсе каждого обследованного транспортного средства, включая информацию о времени проезда остановочных пунктов, числе пассажиров, вошедших и вышедших на этих остановочных пунктах, а также сопутствующие данные (о государственном регистрационном знаке транспортного средства, его марке и т.п.). На маршрутных транспортных средствах малой вместимости целесообразнее учитывать пассажиров с помощью *GPS*/ГЛОНАСС датчика и специальной программы, позволяющей фиксировать координаты и время входа и выхода пассажиров и служебную информацию о маршруте, марке транспортного средства и т.д. Географические координаты мест посадки-высадки пассажиров сопоставляются с остановочными пунктами соответствующего маршрута, в результате воспроизводится стандартная ведомость внутрисалонного обследования с минимальными затратами ручного труда. В случае неуверенного

приема сигнала со спутников, остановки, координаты которых не были определены, могут быть установлены на основе анализа времени, прошедшего после последней остановки с известными координатами и расстояния между остановочными пунктами.

В результате обработки результатов обследования решаются следующие задачи:

восстановление баланса вошедших и вышедших пассажиров на каждом рейсе каждого обследованного маршрутного транспортного средства;

определение времени проезда узлов графа сети каждым из обследованных маршрутных транспортных средств, а также числа пассажиров в салоне этих транспортных средств на каждом из ребер графа;

определение коэффициента приведения для результатов обследования;

анализ суточной неравномерности числа поездок на пассажирском транспорте общего пользования, определение утреннего и вечернего пиковых периодов;

построение и анализ картограммы пассажиропотоков;

восстановление матрицы корреспонденций для каждого из обследованных маршрутов и для каждого из периодов суток.

В результате погрешностей датчиков при использовании автоматической системы обследования пассажиропотоков или ошибок учетчиков при обследовании в салоне маршрутных транспортных средств, зафиксированное число пассажиров, вошедших в транспортное средство за рейс, иногда несколько отличается от числа вышедших из него за тот же рейс. Указанный дисбаланс устраняется с применением следующих процедур. Для каждого дня работы обследованного маршрутного транспортного средства определяются порядковые номера остановочных пунктов, после которых в салоне транспортного средства не должно быть пассажиров. На маятниковых маршрутах это конечные остановочные пункты. На петлевых маршрутах пассажиры освобождают салон транспортного средства на одном из конечных остановочных пунктов (на котором осуществляется отстой транспортного средства). На кольцевых маршрутах салон транспортного средства освобождается перед его отстоем на конечном остановочном пункте, при этом маршрут может быть пройден несколько раз. Баланс числа пассажиров, вошедших и вышедших из обследованного маршрутного транспортного средства, восстанавливается для каждого из промежутков времени между двумя последующими отстоями. В силу технологических особенностей учета пассажиров, при применении автоматической системы учета, основанной на применении датчиков, пассажирооборот на остановочных пунктах может оказаться завышенным, а при ручном подсчете вошедших и вышедших пассажиров более вероятно занижение пассажирооборота. Поэтому, при наличии дисбаланса между числом вошедших и вышедших пассажиров, целесообразно уменьшать большие значения при автоматическом учете пассажиров и увеличивать меньшие значения при ручном обследовании.

В обоих случаях погрешность наиболее вероятна на остановочных пунктах с наибольшим значением подсчитанного числа (за рейс), поэтому изменять в нужную сторону целесообразнее наибольшие значения величины, подлежащей корректировке. Для этого в рамках данной работы реализован алгоритм, в котором поправки к числу пассажиров, вошедших или вышедших на каждой из остановок пропорциональны величине дисбаланса и количеству пассажиров, вошедших или вышедших на этой остановке. Этим обеспечивается наименьшее относительное изменение полученных результатов обследования.

Результатами обследования являются данные по остановочным пунктам, на которых осуществлялись посадка и/или высадка пассажиров. Для построения и анализа картограммы пассажиропотоков необходимо определить пассажиропотоки на каждом из ребер графа маршрутной сети. Время прохождения узлов определяется с учетом средней скорости движения транспортного средства на перегонах, содержащих эти узлы, и расстояния между узлами.

Коэффициенты приведения для каждого из обследованных маршрутов определяются как отношение числа рейсов, выполненных в каждый из двухчасовых интервалов в течение дня, к числу рейсов обследованных транспортных средств, выполненных за соот-

ветствующий интервал времени. Продолжительность интервала выбрана таким образом, чтобы за каждый из интервалов был совершен хотя бы один рейс обследованного транспортного средства на каждом маршруте.

На рис. 1 представлена зависимость числа посадок пассажиров в маршрутные транспортные средства по 15-минутным интервалам в течение времени обследования в г. Воронеже. Из графика видно, что наибольший спрос на пассажирские перевозки наблюдается в утренний пиковый период с 07:45 до 08:45. Вечерний пиковый период наблюдается с 18:00 до 19:00. Поэтому для дальнейшего анализа время суток было поделено на такие периоды: 1) 05:45 – 07:45 утренний предпиковый период; 2) 07:45 – 08:45 утренний пиковый период; 3) 08:45 – 10: 45 – утренний послепиковый период; 4) 10:45 – 16:00 межпиковый период; 5) 16:00 – 18:00 вечерний предпиковый период; 6) 18:00 – 19:00 вечерний пиковый период; 7) 19:00 – 22:00 – вечерний послепиковый период.

На рис. 2 приведена суточная картограмма пассажиропотоков на маршрутной сети г. Воронежа. Аналогичные картограммы могут быть построены для каждого из периодов суток. Как и следовало ожидать, наибольшая интенсивность пассажирских потоков наблюдается на участках, где складываются потоки наибольшего числа маршрутов. Таковыми являются Московский проспект между пл. Заставы и проспект Труда, ул. Кирова, Плехановская улица и Ленинский проспект.

Особое внимание в данной работе уделено восстановлению матриц корреспонденций. Известно, что эта задача недоопределена, то есть ее решение не единственно при числе остановочных пунктов более трех. Существующие формулы и рекуррентные соотношения, рассмотренные в [3], предполагают однократный проезд каждого остановочного пункта. При выводе указанных соотношений либо предполагается, что выход любого из пассажиров маршрутного транспортного средства на каждом остановочном пункте равновероятен, либо предполагается использовать дополнительные источники информации о матрицах корреспонденции.

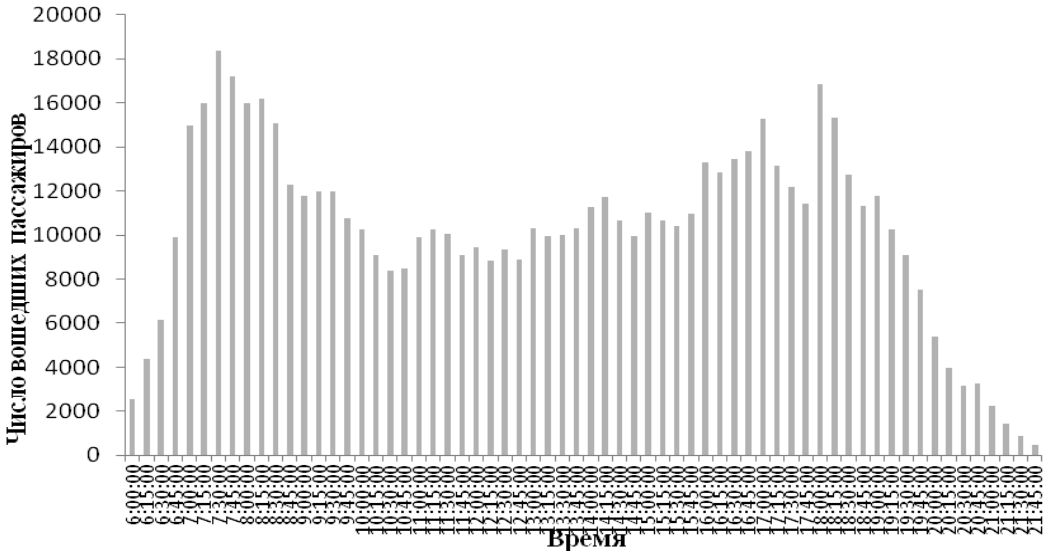


Рис. 1. Число посадок пассажиров в маршрутные транспортные средства по 15-минутным интервалам

Нами разработан алгоритм, позволяющий восстанавливать матрицу корреспонденций как для маятниковых, так для петлевых и кольцевых маршрутов. Алгоритм основан на использовании только результатов обследования пассажиропотоков, поэтому отдельно обрабатывается каждый рейс каждого транспортного средства, в результате чего удается избежать потерь информации при агрегировании результатов обследования. Вместе с тем, значения межостановочных корреспонденций для одного рейса, как правило, составляют несколько единиц. Поэтому округление может привести к существенным погрешностям и

заниженным суммарным результатам. Для исключения таких погрешностей для каждого рейса целесообразно исключить округление результатов вычисления на этом этапе, то есть рассчитывать вероятность P_{ij} того, что пассажир, вошедший на остановке i, выйдет на остановке j. С этой целью для каждого остановочного пункта посадки i определяется максимально возможная дальность поездки на данном маршруте. На маятниковых маршрутах это путь до конечного остановочного пункта. На петлевых и кольцевых маршрутах – путь либо до повторного проезда участка маршрутной сети длиной больше максимальной допустимой длины повторного проезда (эта длина определяется трассировкой существующих маршрутов; для г. Воронежа – два повторно проезжаемых остановочных пункта подряд), либо до повторного проезда остановочного пункта посадки, либо до остановочного пункта, на котором осуществляется отстой транспортного средства, в зависимости от того, какое из этих событий произойдет раньше.

Рис. 2. Картограмма суточных пассажиропотоков на маршрутной сети городского округа г. Воронежа

Максимально возможная дальность поездки определяет максимально возможное время поездки $t_{i\ \max}$ для пассажиров, вошедших на остановочном пункте i. Для определения вероятности P_{ij} рассчитываются относительные времена проезда от остановочного пункта i до всех остановочных пунктов j возможного пути следования $t_{ij\ \mathrm{rel}} = t_{ij}/t_{i\ \max}$. Введение относительных времен поездки позволяет рассматривать набор кривых распределения вероятностей $p(t)$ для всех остановочных пунктов посадки на одном и том же интервале значений от 0 до 1. Для получения количественных данных набор распределений $p(t)$ аппроксимируется с помощью следующей двухпараметрической функции распределения:

$$p(t) = \frac{\left(\frac{t}{t_0}\right)^{s-1}}{At} e^{-\frac{t}{t_0}},$$

где s, t_0 – параметры, подлежащие определению.

Нормировочный коэффициент A определяется по формуле:

$$A = \int_0^1 \frac{\left(\frac{x}{t_0}\right)^{s}}{x} e^{-\frac{x}{t_0}} dx.$$

Тогда вероятность P_{ij} того, что пассажир, вошедший на остановочном пункте i, выйдет на остановочном пункте j

$$P_{ij} = \frac{1}{A} \int_{\frac{t_{i(j-1)rel} + t_{ijrel}}{2}}^{\frac{t_{ijrel} + t_{i(j+1)rel}}{2}} \frac{\left(\frac{t}{t_0}\right)^{s}}{t} e^{-\frac{t}{t_0}} dt.$$

Для $j = i + 1$ нижний предел интеграла в последней формуле равен 0, для $t_{ijrel} = 1$ верхний предел равен 1. Математическое ожидание числа пассажиров $O_j^{(в)}$, вышедших на остановочном пункте j, равно

$$O_j^{(в)} = \sum_{i=1}^{j-1} B_i P_{ij},$$

где B_i – число пассажиров, вошедших на i-м остановочном пункте.

Параметры распределения s и t_0 подбираются для каждого рейса каждого обследованного маршрутного транспортного средства таким образом, чтобы значение невязки δ было минимальным:

$$\delta = \sum_j (O_j - O_j^{(в)})^2,$$

где O_j – число пассажиров, вышедших на j-м остановочном пункте.

Определение параметров распределения позволяет получить начальное приближение для матрицы корреспонденций $C_{ij}^{(0)} = B_i P_{ij}$, представляющей собой оценку среднего числа пассажиров, совершающих поездку между остановочными пунктами i и j за один рейс.

Восстановление матрицы корреспонденций завершается стандартной процедурой итерационного пропорционального заполнения таблиц [4], алгоритм которой для рейса с N остановочными пунктами представлен на рис. 3.

В результате суммирования межостановочных корреспонденций по периодам суток получаются соответствующие матрицы корреспонденции для семи рассматриваемых периодов времени. Коэффициент пересадочности на наземном пассажирском транспорте в большинстве крупных городов Российской Федерации не превышает 1,1…1,2, что являет-

ся вполне приемлемым значением и позволяет рассматривать сумму маршрутных межостановочных матриц корреспонденции как межостановочную матрицу корреспонденций для всего города. Отсутствие пересадок при осуществлении полученных таких корреспонденций означает сохранение коэффициента пересадочности на уровне не выше исходного.

Картограмма наиболее значимых суточных пассажирских межостановочных корреспонденций приведена на рисунке 4, на котором отражена характерная центростремительная структура поездок.

Обследование выявило основные недостатки маршрутной сети пассажирского транспорта общего пользования в г. Воронеже. Они оказались типичными для всех крупных городов Российской Федерации. Основным недостатком является чрезмерно большое число маршрутов. В городе действует 145 автобусных и 4 троллейбусных маршрутов. Маршрутный коэффициент равен 7,8. Как видно из таблицы 1, 37 % парка подвижного состава пассажирского транспорта общего пользования представлены автобусами малой вместимости. Эти автобусы составляют 14 % от суммарной вместимости парка пассажирского транспорта общего пользования.

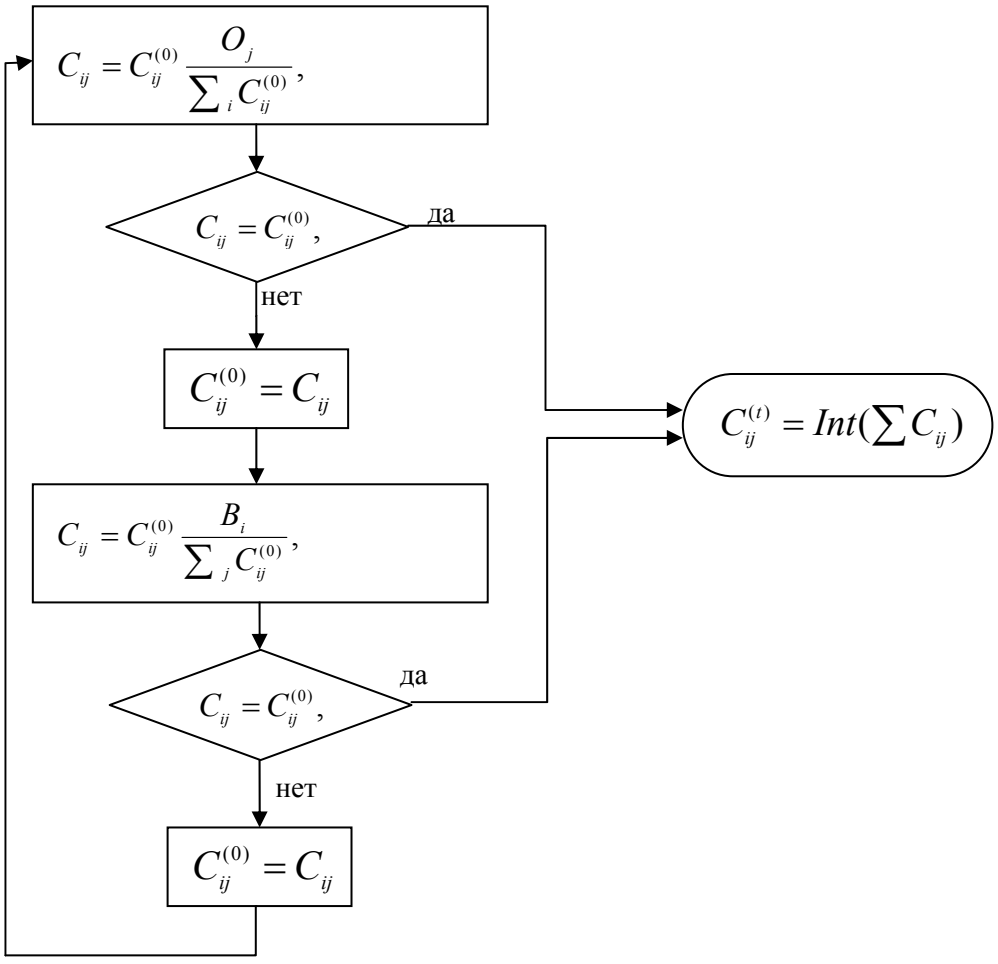


Рис. 3. Укрупненная структурная схема алгоритма пропорционального заполнения таблицы корреспонденций

Вследствие наличия в центральной части города большого числа дублирующих маршрутов наблюдается высокая интенсивность движения маршрутных транспортных средств (рис. 5). Максимальное значение интенсивности движения маршрутных транспортных средств (ТС) составляет 224 ТС/ч, что примерно вдвое превышает пропускную способность остановочных пунктов.

Другим негативным следствием большого числа маршрутных транспортных средств малой вместимости является снижение рентабельности маршрутов, обслуживаемых более емким подвижным составом. В ряде случаев наблюдается ситуация, когда пассажиропоток делится практически поровну между дублирующими маршрутами, обслуживаемыми подвижным составом большой и малой вместимости.

Таблица 1

Состав парка подвижного состава пассажирского транспорта общего пользования на действующей маршрутной сети

Класс вместимости транспортных средств	Число транспортных средств, ед.	Доля в суммарной вместимости парка, %
Малый	606	14
Средний	696	45
Большой	324	41

Рис. 4. Наиболее значимые (более 300 пасс/сутки) межостановочные пассажирские корреспонденции в городском округе г. Воронеж

Таким образом, с одной стороны, маршруты, обслуживаемые подвижным составом малой вместимости, не могут обеспечить все пассажирские перевозки, с другой стороны, они перегружают транспортную инфраструктуру (прежде всего, остановочные пункты), создают помехи для движения маршрутных транспортных средств большей вместимости и снижают рентабельность маршрутов, обслуживаемых транспортными средствами большей вместимости. Поэтому для устойчивой работы пассажирского транспорта в городах необходимо свести к минимуму дублирование маршрутов на протяженных участках их путей следования, и в максимальной степени ограничить применение автобусов малой вместимости только теми маршрутами, на которых применение более емкого подвижного состава затруднено или нецелесообразно.

Рис. 5. Интенсивность движения маршрутных транспортных средств в утренний пиковый период при действующей маршрутной сети пассажирского транспорта, ТС/ч

Программный пакет *PTV Vision® VISUM* содержит набор модулей для решения широкого спектра задач транспортного планирования. В данной работе используются только модули, связанные с пассажирским транспортом общего пользования.

Исходными данными о транспортном спросе являются матрицы корреспонденций между транспортными районами. В ходе обследования были получены межостановочные корреспонденции. Число остановочных пунктов маршрутных транспортных средств пассажирского транспорта общего пользования больше числа остановочных пунктов, разрешенных на маршруте. Кроме того, различать корреспонденции остановочных пунктов, находящихся на расстоянии менее 500 м один от другого, нецелесообразно. Поэтому, такие пары остановочных пунктов были объединены в транспортные районы. В общей сложности модель содержит 371 транспортный район. Транспортное предложение представлено (при моделировании действующей маршрутной сети) действующими маршрутами пассажирского транспорта общего пользования. Данные обследования позволяют составить профили времени движения маршрутов пассажирского транспорта общего пользования, а также время отправлений поездок маршрутных транспортных средств по расписанию, необходимые для построения модели в *PTV Vision® VISUM*.

Построение модели в пакете транспортного планирования *PTV Vision® VISUM*

Программный пакет используется для оценки пассажиропотоков на маршрутах пассажирского транспорта. С этой целью составлена стандартная последовательность процедур, состоящая из построения списка возможных путей следования для реализации каждой корреспонденции между транспортными районами. Осуществляется распределение пассажиропотоков по маршрутам движения с использованием модели *Lohse*, в которой полезность альтернативы рассчитывается по формуле:

$$U = e^{-\left[\beta\left(\frac{R}{R_{\min -1}}\right)\right]^2},$$

где: R – сопротивление, зависящее от времени поездки, числа пересадок, стоимости проезда, времени пешеходного подхода в начале и конце поездки, а также наполнения подвижного состава пассажирами; R_{min} – минимальное значение сопротивления для текущей корреспонденции.

Так как перераспределение пассажиропотоков зависит от наполнения подвижного состава, процесс перераспределения осуществляется в несколько итераций.

В результате устранения дублирующих и невостребованных маршрутов общее число маршрутов сократилось почти в полтора раза – со 149 до 100, при том, что суммарная протяженность маршрутной сети увеличилась примерно на 3 км и была повышена связность маршрутной сети за счет использование улиц Дорожная, Пирогова, 60-й Армии. Маршрутный коэффициент сократился с 7,8 до 4,8. Изменилась структура парка подвижного состава (табл. 2).

Таблица 2

Состав парка подвижного состава пассажирского транспорта общего пользования на перспективной маршрутной сети

Класс транспортного средства	Число транспортных средств, ед.	Доля в суммарной вместимости, %
Малый	182	5
Средний	707	51
Большой	346	44

Суммарная вместимость подвижного состава увеличилась на 0,5% и составила около 66 тыс. пассажиров.

В результате интенсивность движения маршрутных транспортных средств (рис. 6) не превышает пропускной способности остановочных пунктов.

Рис. 6. Интенсивность движения маршрутных транспортных средств в утренний пиковый период при перспективной маршрутной сети пассажирского транспорта, ТС/ч

Сокращение числа маршрутов не повлекло негативных последствий для пассажиров. По результатам перераспределения пассажирских потоков на перспективной маршрутной сети лишь 509 поездок (из примерно 650 тыс. поездок) сопровождаются дополнительными пересадками пассажиров. Таким образом, коэффициент пересадочности не

увеличился более чем на 0,001. Более того, связность маршрутной сети повышена, добавлены возможности беспересадочного проезда между четырьмя парами микрорайонов города, отсутствующие в действующей маршрутной сети. Поскольку пространственная структура маршрутной сети определяется структурой улично-дорожной сети, среднее время поездки, средняя длина пешеходного подхода, коэффициент непрямолинейности поездки и прочие средние характеристики практически не изменились.

Вместе с тем, увеличение доли подвижного состава средней вместимости обеспечивает большую регулярность предоставления транспортных услуг. Снижается вероятность отказа в обслуживании, обеспечивается более высокий уровень комфорта за счет более широких проходов и более высоких потолков в сравнении с автобусами малой вместимости. Сокращается трудоемкость перевозок, что весьма полезно, учитывая дефицит водительских кадров высокой квалификации.

Заключение

Предложенная методика восстановления матрицы пассажирских корреспонденций по результатам обследования пассажиропотоков для оптимизации маршрутной сети пассажирского транспорта общего пользования обеспечила получение исходных данных и возможность построения модели в программном пакете для транспортного планирования *PTV Vision® VISUM*. С использованием этой модели осуществлен анализ существующей маршрутной сети. Выявлены и реорганизованы дублирующие маршруты, добавлены маршруты, необходимые для повышения связности маршрутной сети и улучшения транспортного обслуживания территории города. Осуществлен выбор минимальной вместимости подвижного состава для каждого маршрута, установлены интервалы движения по периодам суток. Результатами преобразований является сокращение доли автобусов малой вместимости в парке пассажирского транспорта общего пользования с 37 % до 15 %, почти двукратное сокращение пиковой интенсивности движения маршрутных транспортных средств на наиболее загруженных участках сети, увеличение частоты движения маршрутных транспортных средств на менее загруженных участках, где наблюдается дефицит провозной способности.

Список литературы

1. Антошвили М.Е., Варелуполо Г.А., Хрущев М.В. Организация городских автобусных перевозок с применением математических методов и ЭВМ //М.: Транспорт, 1974. - 104 с.

2. Руководство по составлению рациональных схем автобусных маршрутов в городах //М.: НИИАТ, 1984.

3. Артынов А. П., Скалецкий В. В. Автоматизация процессов планирования и управления транспортными системами // М.:, Наука, 1981. – 282 с.

4. *Deming W. Edwards, Stephan Frederick F. On a Least Square Adjustment of a Sampled Frequency Table When the Expected Marginal Totals are Known // The Annals of Mathematical Statistics Vol.* 11*, No.* 4*,* 1940*, p.* 427 – 444.

УДК 656.1
UDK 656.1

Современные информационные технологии обследования пассажиропотоков на городских и пригородных маршрутах

* * *

Modern Information Technology Survey of Passenger Flow in Urban & Suburban Routes

Спирин И.В., д-р техн. наук, профессор

Спирин Иосиф Васильевич, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ОАО «НИИАТ». Тел. +7 (495) 496 9345,
E-mail: ivspirin@yandex.ru.
Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

Spirin Iosif Vasilievich, Professor, Dr.Sci. (Habil), the chief scientist of Open Joint-Stock Company «NIIAT®». Phone +7 (495) 496 9345,
E-mail: ivspirin@yandex.ru.
Address: Geroyev Panfilovtsev Str., 24, 125480, Moscow, Russia

Аннотация

Для организации перевозок пассажиров по городским и пригородным маршрутам требуется различная информация. Пассажиропотоки являются наиболее трудоемким и дорогим информационным ресурсом. В статье приведены рекомендации по уменьшению трудоемкости и затрат на получение данных о пассажиропотоках.

Ключевые слова: городские и пригородные перевозки пассажиров, пассажиропоток, обследование, информационные технологии

Abstract

For the Organization of passenger transportation on urban and suburban routes require different information. Passenger traffic are the most time-consuming and expensive information resource. This article provides recommendations on how to reduce the complexity and cost of obtaining data on passenger flows.

Keywords: urban and suburban passenger transport, passenger flows, passenger screening, information technology

Формирование информационно-аналитической основы для решения задач технологической организации перевозок городским пассажирским транспортом (ГПТ) основывается на получении и последующем использовании исходной информации, необходимой для решения этих задач. Методология решения различных задач технологической организации перевозок пассажиров подробно рассмотрена в [1], а информационные взаимосвязи различных задач показаны на рис. 1.

Обеспечение технологов, организующих перевозки пассажиров, исходной информацией производится из различных источников данных. Многие виды информации образуются в результате ведения статистического учета работы транспортной организации, другие поступают в качестве параметров из внешней по отношению с транспортной организации среды. Эти виды информации не представляют особой трудности при получении и затраты на их сбор и представление невелики. Самым важным видом информации является потребность в перевозках пассажиров.

Данные о межрайонные корреспонденциях и пассажиропотоках на отдельно взятых маршрутах составляют основу информационно-аналитической базы организации перевозок, и имеют самую высокую удельную стоимость, определяя более 95 % трудоемкости и стоимости всего массива сведений, образующих информационно-аналитическую базу для организации перевозок на маршрутах ГПТ. Описанное работах различных авторов получение информации о потребности пассажиров в поездках основано на трудоемких и затратных обследованиях, в связи с чем обновление соответствующей информации осуществляется недостаточно регулярно и своевременно. Это не позволяет проводить адекватные работы по повышению качества перевозок.

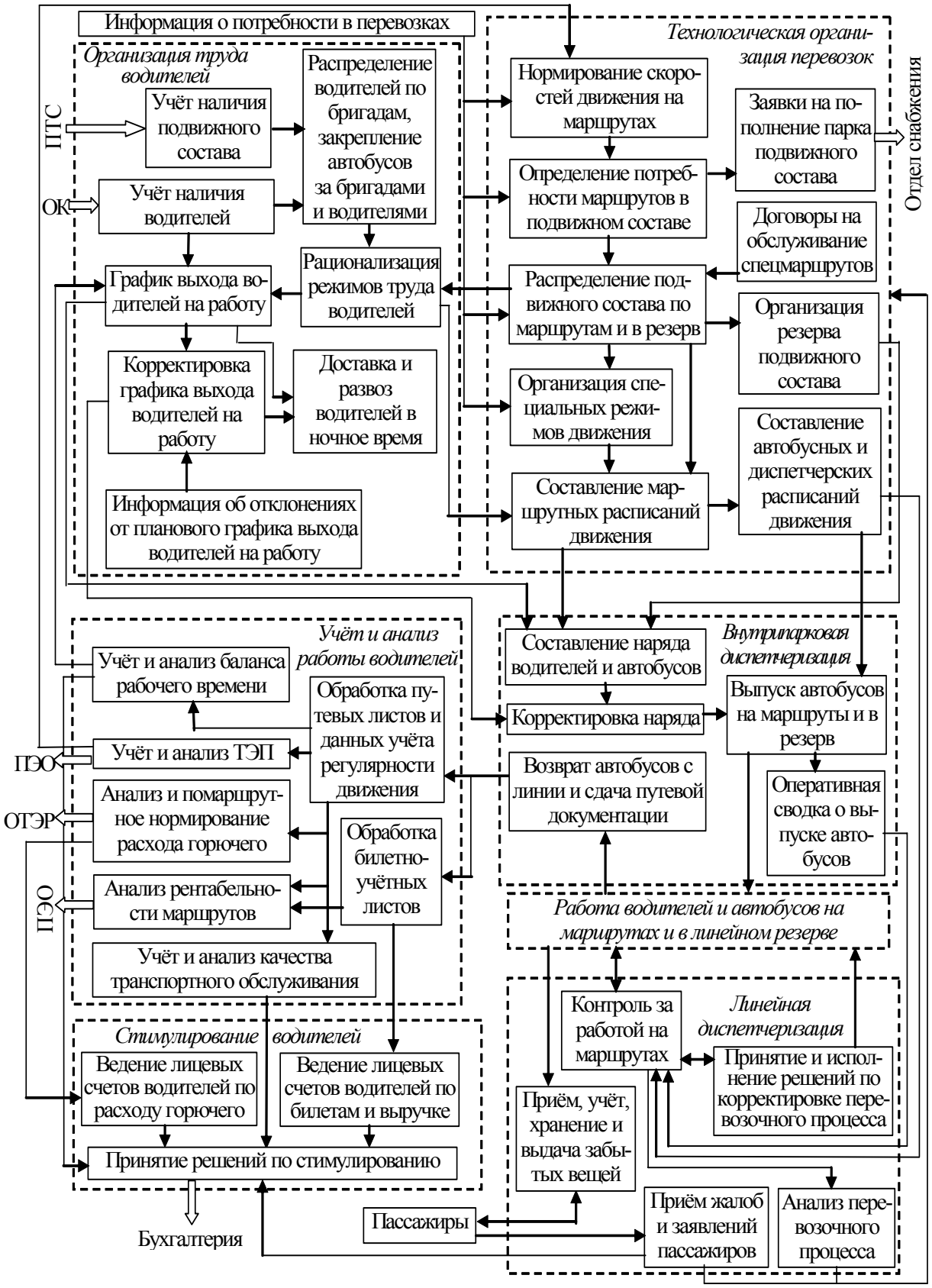


Рис. 1. Информационно-логическая последовательность организации перевозок пассажиров автобусами в городском сообщении (пунктирными контурами обозначены функциональные блоки задач, светлыми стрелками – основные информационные связи с подразделениями; ПЭО – планово-экономический отдел; ОТЭР – отдел топливно-энергетических ресурсов; ОК – отдел кадров; ПТС – производственно-техническая служба)

Принципиально информация о поездках пассажиров может быть представлена следующими данными, расположенными в порядке повышения их детализации и увеличения затрат на получение:

общий объем перевозок – характеризует число поездок, но не позволяет решать практические задачи организации перевозок, поскольку данные не привязаны ко времени и местам посадки и высадки пассажиров в транспортные средства на маршруте;

эпюра пассажиропотока на маршруте по его перегонам и времени суток – содержит более конкретную информацию о наполнении транспортных средств пассажирами на различных участках маршрута, однако еще недостаточную для решения всего комплекса задач организации перевозок;

информация о числе пассажиров, севших в транспортные средства и вышедших из них на различных остановочных пунктах того или иного направления движения и в определенное время суток – так называемые "входы-выходы";

межостановочные транспортные корреспонденции, показывающие число пассажиров, проезжающих между каждой парой остановочных пунктов маршрута. Это наиболее детализированный вид информации, но корреспонденции не поддаются автоматическому получению информации о них. Поэтому желательно применять такие методы организации перевозок, которые не требуют знания корреспонденций.

Получение первых трех из указанных видов информации о поездках пассажиров на маршрутах, необходимой для решения задач технологической организации перевозок, может быть автоматизировано, чего нельзя сказать о транспортных корреспонденциях, изучаемых с использованием традиционных технологий.

Большинство задач технологической организации перевозок требуют для своего решения данных о входах-выходах [1]. При выборе и распределении автобусов по маршрутам и организации их скоростного и экспрессного сообщения могут понадобиться данные о транспортных корреспонденциях. В работе [2] предложена методика выбора и распределения автобусов, требующая для ее применения только данных о входах-выходах. Там же представлены аналогичные требования к составу информации для решения задачи организации скоростного сообщения на маршруте. Таким образом, эти две методики решения задач организации перевозок пассажиров обеспечивают возможность отказа от получения данных о транспортных корреспонденциях.

Это существенно упрощает формирование информационной основы, необходимой для решения задач технологической организации перевозок, причем этот результат достигается с сохранением качества решения задач.

Решение проблемы получения адекватной информации о потребности в перевозках возможно путем использования современных информационных технологий. Например, при мониторинге межрайонных корреспонденций возможно применение средств электронной идентификации объектов, автоматического позиционирования и Интернет-технологий.

Возможен сбор данных с использованием смарт-карт пассажиров, снабженных индивидуальными *RFID*-метками (*Radio Frequency Identification* – радиочастотная идентификация). Суть такой технологии сбора информации состоит в том, что каждая метка, входящая в структуру билета пассажира или отдельно выдаваемой ему карточки обследования, снабжена индивидуальным номером-кодом, опознаваемым при посадке и высадке из транспортного средства. Эта информация ставится в соответствие остановочным пунктам, на которых производилась посадка и высадка, и записывается в память бортового устройства транспортного средства. В качестве такого устройства может использоваться стандартный бортовой модуль системы АСКП.

Заметим, что при этом исключен сбор персональных данных о пассажирах, если карты нумеруются произвольно в порядке очередности их выдачи, и выдаются пассажирам без фиксации личных данных.

Комплекс технических средств *RFID* состоит из сканеров, осуществляющих постоянный опрос по радиоканалу, устройств записи данных на метки и самих меток, иначе называемых транспондерами, смарт-картами или *RFID-tag*. Антенна сканера излучает сигнал малой мощности, улавливаемый антенной метки, находящейся вблизи сканера. Используются радиочастоты 125 КГц, 13,56 МГц, 850-900 МГц, 2,45 МГц. и др.

Например, в торговле широкое распространение получили самоклеящиеся *RFID*-метки размером 40х40 мм, антенна которых выполнена в виде многовиткового шлейфа по технологии печатного монтажа, а микрочип, на котором записана информация, размещен в центре наклейки. Самоклеящиеся метки выпускаются в виде отдельных ярлыков или свернуты в рулоны, от которых они могут отделяться. Такие метки также широко используют в электронных проездных билетах на ГПТ (хотя многие ошибочно считают их «магнитными» метками).

Выпускаются *RFID*-принтеры, способные печатать транспондеры на основе рулонных заготовок. Совместно могут использоваться различные по оформлению метки разных поставщиков.

Выпускают пассивные и активные метки. Пассивный транспондер получает энергию для питания от радиоволн, излучаемых сканером (зона действия обычно до 3 м), а активный транспондер питается от автономного источника электроэнергии, что существенно увеличивает радиус приема сигнала, вплоть до возможности подключения к глобальной системе позиционирования или беспроводным коммуникациям. Метка, находящаяся в зоне действия сканера, вступает с ним в радиообмен для самоидентификации и передачи записанной информации. Переданная на сканер информация далее посылается в компьютер для обработки.

Однако, в ряде специальных случаев все-таки может потребоваться знание и межостановочных корреспонденций. Для упрощения и удешевления получения соответствующей информации предлагается использовать метод сокращения числа обследуемых корреспонденций за счет проведения опроса пассажиров не в транспортных средствах (как это традиционно делается), а на остановочных пунктах маршрута.

Сократить число обследуемых корреспонденций можно за счёт определения части из них расчётным путем с использованием следующей системы уравнений:

$$П_i = \sum_{j>i} K_{ij} \quad \text{(всего } n_0 \text{ - 1 уравнение);}$$

$$B_j = \sum_{i<j} K_{ij} \quad \text{(всего } n_0 \text{ -1 уравнение);}$$

$$H_i = \sum_{m\le i}\sum_{n>i} K_{nm} \quad \text{(всего } n_0 \text{ - 1 уравнение),}$$

где $П_i$ – число пассажиров, севших в транспортные средства на остановочном пункте i (посадки); B_J – число пассажиров, вышедших из транспортных средств на остановочном пункте j (высадки); H_i – число пассажиров, проезжающих в транспортных средствах по перегону, начинающемуся от остановочного пункта i (наполнение); K_{mn} – корреспонденция между остановочными пунктами m и n; n_0 - число остановочных пунктов на маршруте в рассматриваемом направлении движения.

Поскольку показатели $П_i$, B_j и H_i взаимосвязаны (любые два из них независимы, а третий определяется расчётом), допустимо использовать только любые два из трёх приведенных выше уравнений системы (например, два первых). Таким образом, имеем $2(n_0 - 1)$ уравнения. Как известно, общее число межостановочных корреспонденций маршрута равно $n_0 (n_0 - 1)/2$. Таким образом, число корреспонденций, равное числу уравнений, может быть получено непосредственно из этих уравнений, а обследовать необходимо только $(n_0-1)(n_0-4)/2$ корреспонденций (при $n_0 \ge 4$) Если число остановочных пунктов менее 4, все корреспонденции устанавливаются расчетным путем – рис. 2.

Например, на маршруте в одном направлении движения. имеется 10 остановочных пунктов Число корреспонденций для этого направления движения равно 45. На маршруте выполнено табличное обследование входов-выходов. Число уравнений, а значит и рассчитываемых из них корреспонденций, равно 18. Отсюда, обследованием следует охватить только 45-18 = 27 корреспонденций.

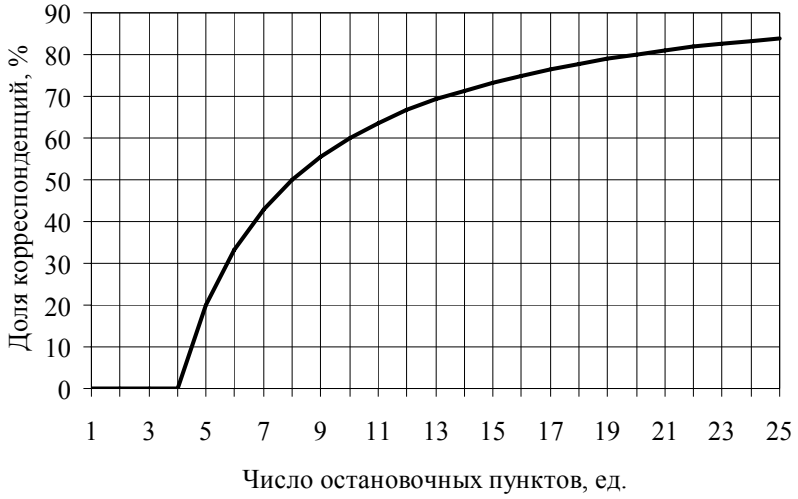


Рис. 2. Зависимость доли обследуемых корреспонденций от числа остановочных пунктов на маршруте

Для этого можно опросить пассажиров на остановочных пунктах № 1 (при этом всего будет получено 9 корреспонденций); № 2 (8 корреспонденций); № 3 (7 корреспонденций); № 7 (3 корреспонденции). Как видно, общее число корреспонденций, устанавливаемых опросом на указанных остановочных пунктах, составляет требуемые 27 ед.

Использование опроса на остановочных пунктах позволяет в средних эксплуатационных условиях сократить трудоемкость и затраты на обследование корреспонденций не менее чем на 10...20 % по сравнению с опросом пассажиров. производимым в транспортных средствах.

Обследуя пассажиропотоки на маршруте, следует учитывать требуемую точность информации о числе совершаемых поездок. Эта точность определяется условиями, при которых выявленная в ходе обследования потребность в перевозках вызывает необходимость привлекать для работы на маршруте дополнительные транспортные средства, либо, наоборот, снимать с маршрута хотя бы одну единицу подвижного состава. В этой связи, требуемая точность информации о пассажиропотоке возрастает с увеличением числа единиц подвижного состава на маршруте, однако, как показали исследования, допустимая погрешность в большинстве случаев не опускается менее 5 %-ного уровня (рис. 3).

Для прогнозирования корреспонденций предлагается использовать расчётно-аналитический метод, позволяющий на основе вероятностных соотношений получить матрицу межостановочных корреспонденций из данных о посадках и высадках пассажиров по остановочным пунктам маршрута:

$$X_{12} = B_2 ; \quad X_{ij} = B_j C_{ij} / H_{j-1},$$

где C_{ij} – число пассажиров, севших на i-ом остановочном пункте и вышедших на j-ом и последующих остановочных пунктах; H_{j-1} – наполнение подвижного состава на перегоне между (j-1) и j-ом остановочными пунктами.

Заметим, что

$$C_{i(i+1)} = n_i ; \quad C_{ij} = C_{i(j-1)} - K_{i(j-1)} \quad ,$$

где n_i – число пассажиров, проехавших один перегон маршрута, начинающийся от остановочного пункта с номером i, пасс.

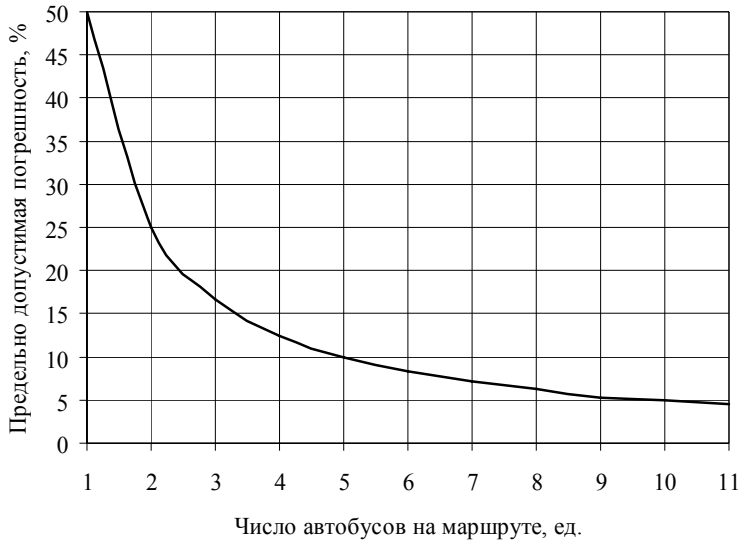


Рис. 3. Зависимость предельно допустимой погрешности информации о пассажиропотоках от числа транспортных средств на маршруте

Составление матрицы межостановочных корреспонденций, полученной рассмотренным расчётным способом, с матрицей, установленной опросным обследованием, свидетельствует о точности расчетного метода не ниже 5...7 %.

В ОАО «НИИАТ» разработано методическое пособие для проведения обследований с целью определения транспортной подвижности населения городов [3], которое содержит:

рекомендации по организации и подготовке обследования перевозок пассажиров;

методические рекомендации по выбору объектов, методов и сроков проведения статистических обследований, а также по определению необходимых для этого трудовых, материальных и финансовых ресурсов;

методику расчета объема репрезентативной выборки для проведения выборочного обследования перевозок пассажиров;

порядок учета числа перевозимых пассажиров и обследования транспортной подвижности граждан различных категорий при проведении обследования перевозок пассажиров автобусным и наземным городским электрическим транспортом анкетным, талонным и табличным методами;

методику определения использования транспорта общего пользования гражданами различных категорий (расчет нормативных показателей транспортной подвижности населения);

методику статистической оценки объемов перевозок пассажиров и пассажирооборота, выполняемых автобусным транспортом в городском и пригородном сообщениях и наземным городским электрическим транспортом с использованием нормативных показателей, полученных в результате обследования;

рекомендации по организации и проведению статистических обследований и обработке полученных при этом материалов.

Это методическое пособие используется органами государственной статистики, организациями автомобильного и наземного городского электрического транспорта при подготовке и проведении обследований транспортной подвижности населения и перевозок пассажиров транспортом общего пользования в городском и пригородном сообщениях.

В приложениях к методическому пособию [3] представлены формы используемых при проведении обследований документов (анкеты, талоны, сводки данных). На основе полученной при обследовании информации о пассажиропотоках разрабатываются нормативы подвижности пассажиров, используемые затем при организации перевозок по маршрутам и формирования городского заказа на перевозки по муниципальным маршрутам.

Список литературы

1. Спирин И.В. Перевозки пассажиров городским транспортом: Справочное пособие. – 2-е изд. М.: ИКЦ "Академкнига", 2006. – 413 с.

2. Антошвили М.Е., Либерман С.Ю., Спирин И.В. Оптимизация городских автобусных перевозок. М.: Транспорт, 1985. – 102 с.

3. Мун Э.Е., Москвичев Е.С., Спирин И.В., Файзулин А.С. Руководство по нормированию подвижности пассажиров городского транспорта: Методическое пособие для работников транспорта и органов государственной статистики. М. ИКФ "Каталог", 2005. – 128 с.

УДК 656.1:621.4
UDK 656.1:621.4

Влияние движения тяжелого грузового автомобиля в транспортном потоке на часовую выработку автомобилей и доходы перевозчика

* * *

The Influence of the Motion of a Heavy Truck in Traffic on the Hour of Cars & the Carrier's Income

Тер-Мкртичьян Ю. Г., канд. экон. наук

Тер-Мкртичьян Юлия Георговна, канд. экон. наук, главный специалист Управления контроля и реализации планов Центра «Стратегия НАМИ» ГНЦ ФГУП «НАМИ». Тел. +7(495) 456 6317; E-mail: ter-mkrtichyan@nami.ru
Россия, 125438, Москва, Автомоторная, 2

Ter-Mkrtichyan Julia Georgovna, Ph.D., Senior scientific employee, chief specialist of the Department for control and implementation of plans Federal State Unitary Enterprise "Central Scientific Research Automobile and Automobile Engine Institute. Phone: +7 (495) 456 6317;
E-mail: ter-mkrtichyan@nami.ru. Address: Avtomotornaya Str., 2, 125438, Moscow, Russia

Аннотация

В статье рассмотрена проблема компенсации владельцами и пользователями грузовых автомобилей с полной массой более 12 т внешнего (экстернального) ущерба, связанного с его работой. Автором проанализирован и оценен ущерб, связанный с потерями времени участниками движения из-за появления в потоке тяжелого грузового автомобиля, и сделан вывод о значительной величине этого ущерба

Ключевые слова: интернализация внешних затрат, часовой доход перевозчика

Abstract

The article considers the problem of compensation of the owners and users of trucks with a gross weight of over 12 tons external damage associated with its work. The author analyzed and assessed the damage associated with loss of time the participants of the movement because of the appearance in the flow of a heavy truck, and found a significant amount of this damage.

Keywords: the internalization of external costs, the hour proceed of the road carriers

Идея возмещения владельцами автомобилей «внешнего» ущерба, связанного с вредными последствиями эксплуатации автотранспортных средств, соответствующая мировой практики интернализации эктерналий [1, 2, 3], и использована Минтрансом России в проекте постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении порядка взимания платы в счет возмещения вреда, причиняемого автомобильным дорогам общего пользования федерального значения транспортными средствами, имеющими разрешенную максимальную массу свыше 12 тонн» (далее – Документ) [8]. В Документе рассматриваются грузовые автомобили с полной массой более 12 т (далее – тяжелые грузовые автомобили), так как с данным типом транспортных средств связан наибольший ущерб, наносимый дорогам.

Согласно Документу, владельцы и пользователи тяжелых грузовых автомобилей будут обязаны компенсировать ущерб, наносимый дорогам, который не компенсируется за счет существующих налогов и сборов (внешний ущерб). Платежной базой является фактический пробег транспортного средства. Собранные средства будут поступать в федеральный бюджет, и направляться на восстановление дорог. Вступление в действие Документа ожидается в 2013-2014 годах. К этому времени предполагается создать техническое обеспечение, в частности, оборудовать тяжелые грузовые автомобили «бортовыми устройствами», позволяющими с помощью технологии спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/*GPS* отслеживать реаль-

ные пробеги транспортных средств, создать сеть операторов системы взимания платы, которые будут осуществлять непосредственно сборы.

Концептуальный подход, использованный при разработке проекта Документа, может быть развит в отношении других составляющих ущерба, связанных с движением тяжелого грузового автомобиля. В частности, это могут быть транспортные задержки других участников движения, поскольку задержки участников движения приводят к снижению эффективности использования подвижного состава, и, как следствие, к снижению доходов перевозчиков. Суммарное снижение доходов перевозчика может быть рассчитано по формуле:

$$Д = \sum^{j} \Delta Д_j, \quad (1)$$

где $\Delta Д_j$ – снижение доходов перевозчика, при перевозках автомобилями j-ой грузоподъемностью.

Оценку снижения доходов перевозчиков можно проводить через часовую выработку автомобиля [4] по формуле:

$$\Delta Д_{час} = Д \cdot А_{сс} \cdot (Q_{час2} - Q_{час1}), \quad (2)$$

где Д – доход перевозчика за 1 т перевезенного груза, руб./т;

$Q_{час1}$, $Q_{час2}$ – соответственно, часовая выработка автомобиля, движущегося в потоке с тяжелыми грузовыми автомобилями, и движущегося вне указанного потока, т;

$А_{сс}$ – среднесписочное число автомобилей данной группы.

Часовая выработка автомобиля может быть рассчитана по формуле [4]:

$$Q_{час1,2} = Q_{год}/(Д_к \cdot T_н) = T_н/t_е \cdot Д_к \cdot q \cdot \gamma \cdot \alpha_в, \quad (3)$$

где $Q_{год}$ – годовая выработка автомобиля, т;

$Д_к$ – число календарных дней, ед.;

$T_н$ – время в наряде, ч;

$t_е$ – время ездки, ч;

q – грузоподъемность автомобиля данной группы, т;

γ – коэффициент использования грузоподъемности;

$\alpha_в$ – коэффициент выпуска автомобилей на линию.

Во втором случае время ездки (t_{e2}) складывается из первоначального времени ездки (t_{e1}) и продолжительности задержек по «вине» тяжелого грузового автомобиля в транспортном потоке:

$$t_{e2} = t_{e1} + \Delta t, \quad (4)$$

Таким образом, для определения снижения доходов перевозчика необходимо оценить задержки автомобиля в потоке после попадания в последний исследуемого тяжелого грузового автомобиля.

Для такой оценки проведено имитационное моделирование движения автомобилей с использованием методического подхода, предложенного В.В. Сильяновым, и развиваемого В.М. Ереминым и А.М. Бадаляном [5]. Общая схема проведения имитационных экспериментов приведена на рис. 1.

Входными параметрами модели являлись постоянные факторы (длина участка дороги (1 км); число полос движения, ширина полосы движения; ровность покрытия; наличие объектов, ограничивающих видимость), а также переменные показатели: интенсивность транспортного потока, доля в исследуемом потоке тяжелых грузовых автомобилей. Интенсивность движения менялась от 0 до 3600 авт./ч с шагом 600 авт./ч. Доля тяжелых грузовых автомобилей в исследуемом потоке менялась от 0 до 30 %. Таким образом, общее число имитационных экспериментов (в общей схеме – i) составило 7 х 7 = 49.

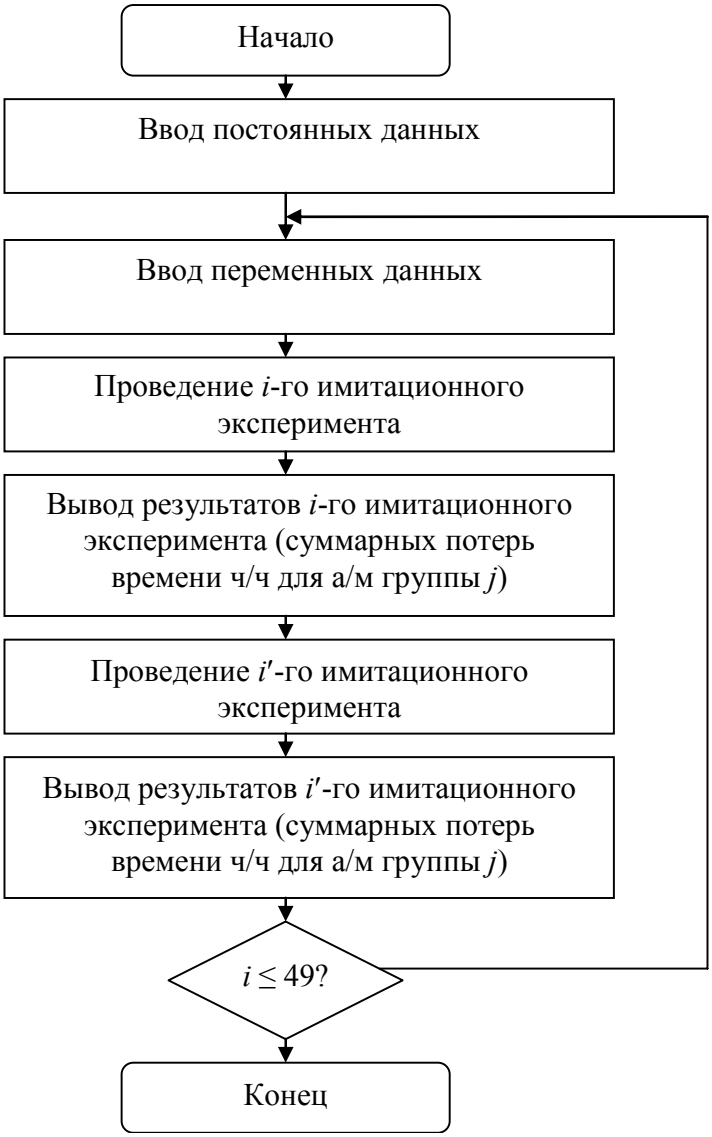


Рис. 1. Общая схема проведения имитационных экспериментов

В результате моделирования получались суммарные потери времени участниками движения данной группы транспортных средств (час потерянного времени/час движения).

Поскольку целью экспериментов являлась оценка влияния тяжелого грузового автомобиля на потери времени участниками движения, имитационный эксперимент состоял из двух этапов. На первом этапе («нулевом эксперименте») рассчитывались потери времени грузовых автомобилей в потоке до въезда в него исследуемого тяжелого грузового автомобиля. На втором этапе, обозначенном в общей схеме i', рассчитывались потери времени грузовых автомобилей в потоке после въезда в него исследуемого тяжелого грузового автомобиля. Эксперимент имитировал прохождение транспортного потока по рассматриваемому участку дороги в течение часа. На втором этапе исследуемый тяжелый грузовой автомобиль двигался по исследуемому участку дороги также в течение часа.

После расчета потерь времени рассчитывалась часовая выработка автомобиля по формуле (3) и снижение доходов перевозчика по формуле (2). Зная снижение часового дохода перевозчика, можно рассчитать снижение его годового дохода:

$$\Delta Д_{год} = \Delta Д_{час} \cdot Д_{к} \cdot T_{н}, \qquad (5)$$

Суммарные годовые потери доходов перевозчиков при выполнении перевозок автомобилями малой, средней и большой грузоподъемности представлены на рис. 2.

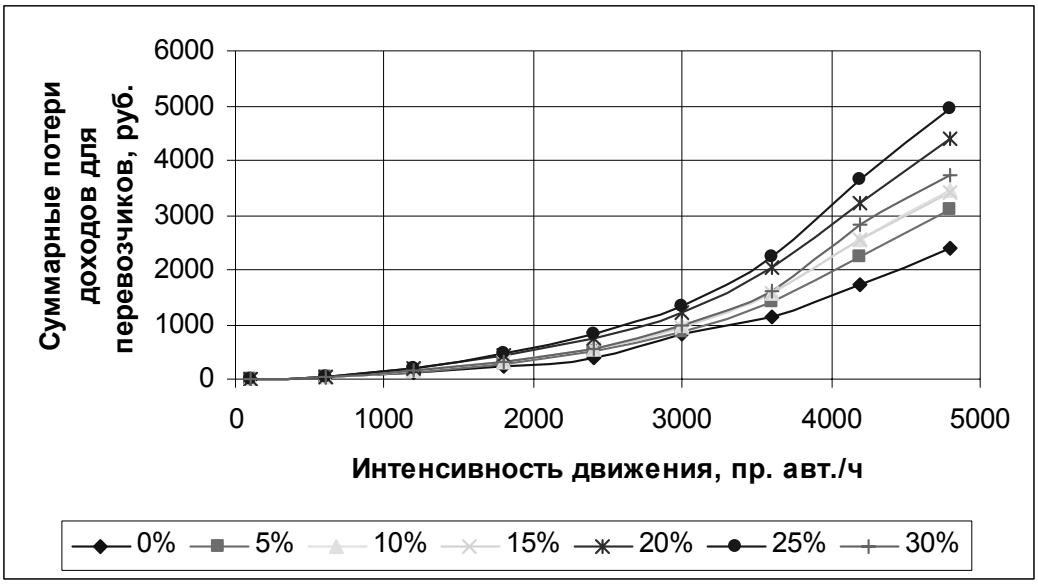


Рис. 2. Суммарные годовые потери доходов перевозчиков

Из полученных графиков следует вывод о том, что годовые издержки от проезда только одного тяжелого грузового автомобиля для «обычного» перевозчика значительны. В отдельных случаях снижение годового дохода перевозчика соизмеримо с ежегодными затратами на техническое обслуживание и ремонт автомобиля марки «Газель».

Список литературы

1. *Bruno De Borger, Stef Proost. Reforming Transport Pricing in the European Union: a Modeling Aproach. Bodmin*, 2002. – *p*. 424.

2. *Roy, R. Getting the Price Right. Berlin,* 1993, *p.* 320.

3. *Reforming Transport Taxes and Charges. European Conference of Ministers of Transport. Paris*, 2000. – *p.* 199.

4. Бачурин А.А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных организаций. 3-е изд., стер. М.: «Академия», 2007. – 320 с.

5. Бадалян А.М., Еремин В.М. Компьютерное моделирование конфликтных ситуаций для оценки уровня безопасности движения на двухполосных автомобильных дорогах: Монография. М.: ИКФ «Каталог», 2007. – 240 с.

6. Донченко В.В. Проблемы обеспечения устойчивости функционирования городских транспортных систем: Монография. М.: ИКФ «Каталог», 2005. – 184 с.

7. Тер-Мкртичьян Ю.Г. Фискальные и регулирующие аспекты введения платы за проезд грузовых автомобилей по автомобильным дорогам. Автореф. дисс. экон. наук. М., 2011. – 23 с.

8. Проект постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении порядка взимания платы в счет возмещения вреда, причиняемого автомобильным дорогам общего пользования федерального значения транспортными средствами, имеющими разрешенную максимальную массу свыше 12 тонн». Источник информации: *http://www.mintrans.ru/documents/detail.php*?*ELEMENT_ID*=18311.

Техническое редактирование и дизайн – Судаков Д.С.

Подписано в печать 17.07.2013.
Формат 60x84/4. Объем 13 печ. л. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Тираж 200 экз. (Первый завод – 100 экз.). Заказ № 1307025.
Отпечатано ООО НТБ «ЭНЕРГИЯ» с оригинал-макета, предоставленного издательством журнала.

© Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта», 2013
© Open Joint-Stock Company «Scientific and Research Institute of Motor Transport» (NIIAT), 2013
Print version: ISSN 2078-1474

3-я страница обложки - ЧИСТАЯ

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

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

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