

Редакционный совет:
Голенков В.А. д-р техн. наук, проф.,
председатель
Пилипенко О.В. д-р техн. наук, проф.,
Радченко С.Ю. д-р техн. наук, проф.,
зам. председателя
Астафичев П.А. д-р юр. наук, проф.,
Борзенков М.И. канд. техн. наук, доц.,
Иванова Т.Н. д-р техн. наук, проф.,
Колчунов В.И. д-р техн. наук, проф.,
Константинов И.С. д-р техн. наук, проф.,
Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф.,
Попова Л.В. д-р экон. наук, проф.,
Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф.

Главный редактор:
Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф.
Заместители главного редактора:
Катунин А.А. канд. техн. наук, доц.
Васильева В.В. канд. техн. наук, доц.

Редакция:
Агеев Е.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Агуреев И.Е. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Бажинов А.В. д-р техн. наук, проф. (Украина)
Басков В.Н. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Бондаренко Е.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Браннольте У. д-р техн. наук, проф. (Германия)
Бялы В. д-р техн. наук, проф. (Польша)
Венцель Е.С. д-р техн. наук, проф. (Украина)
Власов В.М. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Глаголев С.Н. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Горовиц В.Б. д-р техн. наук, проф. (США)
Демич М. д-р техн. наук, проф. (Сербия)
Денисов А.С. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Корчагин В.А. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Макарова И.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Мартюченко И.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Митусов А.А. д-р техн. наук, проф. (Казахстан)
Нордин В.В. канд. техн. наук, проф. (Россия)
Прентковский О. д-р техн. наук, проф. (Литва)
Пржибыл П. д-р техн. наук, проф. (Чехия)
Пушкарёв А.Е. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Ременцов А.Н. д-р пед. наук, проф. (Россия)
Сарбаев В.И. д-р техн. наук, профессор (Россия)
Сиваченко Л.А. д-р техн. наук, проф. (Беларусь)
Хабибуллин Р.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Юнгмейстер Д.А. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Ответственный за выпуск: Акимочкина И.В.

Адрес редколлегии:
 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77
 Тел. +7 905 856 6556
<http://www.gu-unpk.ru/science/journal/mtitm>
 E-mail: srmostu@mail.ru

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
 Свидетельство: ПИ № ФС77-76027 от 30.08.2016г.

Подписной индекс: **16376**
 по объединенному каталогу «Пресса России»

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2016

Содержание

Эксплуатация, ремонт, восстановление

А.В. Коломейченко, Н.В. Титов Карбовибродуговое упрочнение – перспективный метод повышения долговечности при изготовлении и восстановлении деталей машин 3

А.С. Гребенников, С.А. Гребенников, А. В. Косарева Неучтённые факторы в нормативах технической эксплуатации автомобилей 10

В.Н. Абрамов, А.Г. Гербер, В.Б. Каспаров Расчетная оценка автомобильных шин модульным программным комплексом 21

Е.А. Воробьев, Е.В. Агеев, И.П. Емельянов Трибологические характеристики плазменных покрытий коленчатого вала двигателя, полученных с использованием электроэрозионных материалов 32

Технологические машины

А.В. Кондратьев, С.М. Кочкян, Т.И. Ренкус, М.И. Вересов, Е.А. Корнеев Результаты сравнительных исследований применения активных интенсификаторов на желобообразной валковой сортировке 39

Безопасность движения и автомобильные перевозки

Д.Л. Козырев, М.А. Горина, В.И. Чернышев, А.В. Горин Защита водителя и пассажира легкового автотранспорта от воздействий дорожного полотна 46

В.Н. Басков, А.В. Игнатов Категорирование участков улично-дорожной сети по степени риска транспортного затора с учетом скоростных интервалов 53

К.С. Подшивалова, С.Ф. Подшивалов Кластерная транспортная задача при партионной доставке грузов 60

Б.А. Семенихин, Л.П. Кузнецова Совершенствование организации дорожного движения на перекрестке ул. Сумская-ул. Дейнеки города Курска 66

А.С. Тюрин, В.В. Епифанов, М.Ю. Обишвалкин, К.А. Луконькина Совершенствование управления качеством в системе автомобильного пассажирского транспорта на основе оценки удовлетворенности потребителей 74

А.П. Трясцин Функциональный подход к комплексной технологической безопасности автотранспортных систем 84

С.А. Евтюков, Н.В. Чудакова Экспериментальные исследования факторов, влияющих на величину установившегося замедления транспортного средства категории М1 92

Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, Ю.Н. Баранов, А.М. Гринь, А.С. Бодров Исследование систем повышения тормозной динамичности автотранспортных средств 98

Вопросы экологии

В.С. Волков, С.С. Веневитина, Е.В. Тарасова Расчет массы выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом в зоне регулируемого перекрестка 108

С.Н. Глаголев, Л.Е. Куценко, С.В. Куценко, И.А. Новиков Улучшение экологической обстановки посредством изменения режимов работы светофорного объекта 116

Образование и кадры

Ю.Г. Сапронов К вопросу актуализации федерального государственного стандарта высшего образования по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (уровень бакалавриата) 122

Экономика и управление

С.В. Баранова, А.Н. Новиков, М.И. Суганова Автомобильный сектор экономики как структурный элемент финансовых отношений и образовательного менеджмента 129

<p><i>Editorial Council:</i> V.A. Golenkov <i>Doc. Eng., Prof.,</i> O.V. Pilipenko <i>Doc. Eng., Prof.,</i> S.Y. Radchenko <i>Doc. Eng., Prof.</i> <i>Vice-Chairman</i> P.A. Astafichev <i>Doc. Law., Prof.,</i> M.I. Borzenkov <i>Can. Eng., Prof.,</i> T.N. Ivanova <i>Doc. Eng., Prof.,</i> V.I. Kolchunov <i>Doc. Eng., Prof.,</i> I.S. Konstantinov <i>Doc. Eng., Prof.,</i> A.N. Novikov <i>Doc. Eng., Prof.,</i> L.I. Popova <i>Doc. Ec., Prof.,</i> Y.S. Stepanov <i>Doc. Eng., Prof.</i></p>	<h2 style="text-align: center;">Contents</h2> <h3 style="text-align: center;">Operation, Repair, Restoration</h3> <p><i>A.V. Kolomeychenko, N.V. Titov</i> Karbovibrodugovoe hardening – perspective method of increasing the durability of the manufacture and restoration parts machines 3</p> <p><i>A.S. Grebenikov, S.A. Grebenikov, A.V. Kosarev</i> Unaccounted factors in technical standards use of motor vehicles 10</p> <p><i>V.N. Abramov, A.G. Gerber, V.B. Kasparov</i> Accounting estimation of the car buses by module program complex 21</p> <p><i>E.A. Vorobev, E.V. Ageev, I.P. Emelyanov</i> Tribological characteristics of plasma coating a crankshaft of the engine obtained using electroerosion materials 32</p>
<p><i>Editor-in-Chief</i> A.N. Novikov <i>Doc.Eng., Prof</i> <i>Associates Editor</i> A.A. Katunin <i>Can.Eng.</i> V.V. Vasileva <i>Can.Eng.</i></p>	<h3 style="text-align: center;">Technological Machinery</h3> <p><i>A.V. Kondrat'ev, S.M. Kochkanyan, T.I. Renkus, M.I. Veresov, E.A. Korneev</i> The results of the comparative studies the use of active intensifiers in trough type roller sorting 39</p>
<p><i>Editorial Board:</i> E.V. Ageev <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> I.E. Agureev <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> A.V. Bazhinov <i>Doc.Eng., Prof. (Ukraine)</i> V.N. Baskov <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> E.V. Bondarenko <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> U. Brannolte <i>Doc.Eng., Prof. (Germany)</i> V. Bialy <i>Doc.Eng., Prof. (Poland)</i> E.S. Vencel <i>Doc.Eng., Prof. (Ukraine)</i> V.M. Vlasov <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> S.N. Glagolev <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> V.B. Gorovic <i>Doc.Eng., Prof. (USA)</i> M. Demic <i>Doc.Eng., Prof. (Serbia)</i> A.S. Denisov <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> V.A. Korchagin <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> I.V. Makarova <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> I.G. Martychenko <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> A.A. Mitusov <i>Doc.Eng., Prof. (Kazakhstan)</i> V.V. Nordin <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> O. Prentkovskis <i>Doc.Eng., Prof. (Lithuania)</i> P. Pribyl <i>Doc.Eng., Prof. (Czech Republic)</i> A.E. Pushkarev <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> A.N. Rementsov <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> V.I. Sarbaev <i>Doc. Eng., Prof. (Russia)</i> L.A. Sivachenko <i>Doc.Eng., Prof. (Belarus)</i> R.G. Habibullin <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i> D.A. Yungmeyster <i>Doc.Eng., Prof. (Russia)</i></p>	<h3 style="text-align: center;">Road safety and road transport</h3> <p><i>D.I. Kozirev, M.A. Gorina, V.I. Chernishov, A.V. Gorin</i> Protection of the occupants of passenger cars from the effects of the roadway 46</p> <p><i>V.N. Baskov, A.V. Ignatov</i> Categorizing sections of the road network risk congestion taking into account speed intervals 53</p> <p><i>K.S. Podshivova, S.F. Podshivalov</i> Cluster transport problems at partitioned delivery of cargo 60</p> <p><i>B.A. Semenikhin, I.P. Kuznetsova</i> Improvement of the organization of traffic at the intersection of sumskaya st. - deyneki st. Of kursk 66</p> <p><i>A.S. Tyurin, V.V. Epiphaneas, M.Yu. Obshivalkin, K.A. Lukonkina</i> Improving quality management in network road passenger transport on the basis of assessment of consumer satisfaction 74</p> <p><i>A.P. Tryastin</i> Functional approach to the complex plant safety motor system 84</p> <p><i>S.A. Evtyukov, N.V. Chudakova</i> Experimental study of the factors affecting on size steady-state deceleration of the vehicle categories m1 92</p> <p><i>E.N. Hristoforov, N.E. Sakovich, Yu.N. Baranov, A.M. Grin', A.S. Bodrov</i> The study of systems of increasing brake dynamic motor vehicles 98</p>
<p><i>Person in charge for publication:</i> I.V. Akimochkina</p>	<h3 style="text-align: center;">Ecological Problems</h3> <p><i>V.S. Volkov, S.S. Venevitina, E.V. Tarasova</i> Calculation of the mass emissions by road in the zone controlled junctions 108</p> <p><i>S.N. Glagolev, I.A. Novikov, S.V. Kushchenko, L.E. Kushchenko</i> Improving of the environment by operating modes of traffic light object change 116</p>
<p><i>Editorial Board Address:</i> 302030, Russia, Orel, Moskovskaya Str., 77 Tel. +7 (9058) 566556 http://www.gu-unpk.ru/science/journal/mtitm E-mail: srmostu@mail.ru</p>	<h3 style="text-align: center;">Education and Personnel</h3> <p><i>YU.G. Saprnov</i> To the question of the actualization of the federal state standard of higher education in the direction 23.03.03 «Exploitation of transport and technological machines and complexes» (bachelor level) 122</p>
<p>The journal is registered in Federal Agency of supervision in sphere of communication, information technology and mass communications. Registration Certificate PI № FS77- 76027 of August 30 2016</p>	<h3 style="text-align: center;">Economics and Management</h3> <p><i>A.N. Novikov, S.V. Baranova, Yu.N. Baranov, M.I. Suganova</i> Automotive sector as a structural element of financial relations and educational management 129</p>
<p>Subscription index: 16376 in a union catalog "The Press of Russia"</p>	
<p>© Orel State University, 2016</p>	

УДК 631.31.02:621.791.927.5

А.В. КОЛОМЕЙЧЕНКО, Н.В. ТИТОВ

КАРБОВИБРОДУГОВОЕ УПРОЧНЕНИЕ - ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В статье дается описание карбовибродугового метода упрочнения деталей машин с использованием угольного электрода и композиционных металлокерамических паст, который позволяет значительно повысить их долговечность. Определены толщина, твердость, микроструктура и износостойкость поверхностей, упрочненных данным методом с использованием паст, содержащих различные компоненты. По результатам проведенных исследований определены оптимальный состав и концентрация компонентов пасты, которые обеспечивают повышение износостойкости упрочненных деталей в 2,8 раза.

Ключевые слова: карбовибродуговое упрочнение, металлокерамическая паста, детали машин, угольный электрод, изнашивание, керамические компоненты, микроструктура.

Исследованиями многих ученых установлено, что 85...90% деталей машин выходит из строя из-за изнашивания их рабочих поверхностей. Поэтому повышение износостойкости деталей машин является актуальной задачей как для предприятий, изготавливающих, так и эксплуатирующих различные технологические машины. Одним из путей повышения износостойкости и ресурса деталей является применение упрочняющих технологий. В настоящее время наиболее перспективными для повышения износостойкости деталей технологических машин различного назначения являются металлокерамические материалы, которые наносятся на их рабочие поверхности в виде покрытий [1-10]. В то же время большинство известных методов нанесения покрытий из таких материалов имеют высокую сложность и существенную стоимость применяемого оборудования, а также высокую себестоимость расходных материалов.

Перспективным методом упрочнения, позволяющим значительно повысить износостойкость рабочих поверхностей деталей технологических машин различного назначения, является их карбовибродуговое упрочнение (КВДУ) с использованием угольного электрода и металлокерамических паст [2, 9, 11-19]. Сущность метода КВДУ заключается в следующем. Вначале на упрочняемую поверхность наносится паста, которая высушивается до затвердевания. Затем между упрочняемой поверхностью с нанесенной пастой и угольным электродом установки для КВДУ зажигается электрическая дуга. При ее горении происходит как наплавка композиционного металлокерамического покрытия из компонентов пасты, так и термодиффузионное насыщение подложки углеродом за счет его диффузии вследствие сублимации угольного электрода. В состав паст входят стальная матрица (наплавочный порошок), керамические компоненты (карбиды, оксиды, бориды) и криолит Na_3AlF_6 , улучшающий стабильность и качество горения дуги [4, 12-16, 19]. Связующим веществом является 50% водный раствор клея ПВА. Применение при КВДУ металлокерамических материалов в виде паст обусловлено их очень высокой стойкостью к абразивному и коррозионно-механическому изнашиванию.

Для КВДУ используют установку ВДГУ-2. Установка содержит инверторный источник тока на 200...250А, пульт управления и вибратор с закрепленным в нем графитовым электродом диаметром 6...8 мм. КВДУ осуществляют на следующих режимах: сила тока - 70...80 А, напряжение - 30...35 В, частота вибрации угольного электрода - 25...50 Гц [2, 11-16, 18].

Предварительно проведенные исследования позволили установить, что каждый из компонентов пасты существенно влияет на толщину и физико-механические свойства получаемого при КВДУ металлокерамического покрытия. В связи с этим были проведены исследования по уточнению состава и концентрации компонентов пасты, наиболее оптимальных для упрочнения деталей технологических машин различного назначения. В качестве матрицы в пастах

использовали порошок ПГ-10Н-01 на никелевой основе. Выбор данного порошка в качестве матрицы обусловлен тем, что его используют для различных видов наплавки износостойких покрытий на детали машин металлургического, горнодобывающего и энергетического оборудования, дорожной, автомобильной и сельскохозяйственной техники, шнеков экструдеров и другого технологического оборудования. В качестве керамических компонентов использовали карбид бора B_4C и оксид алюминия Al_2O_3 . Содержание керамических компонентов в составе паст изменяли от 10 до 35%. Толщину нанесенного слоя пасты варьировали от 1,0 до 2,5 мм.

Толщину и микротвердость металлокерамических покрытий, полученных при КВДУ, определяли на поперечных шлифах с использованием компьютеризированного микротвердомера КМТ-1. Исследование микроструктуры полученных покрытий проводили на автоэмиссионном сканирующем электронном микроскопе сверхвысокого разрешения Zeiss Ultra plus на базе Ultra 55 (Германия). Сравнительную износостойкость упрочненных образцов определяли на установке ИМ-01. Длительность испытаний на изнашивание составляла 30 мин., каждое испытание проводили с трехкратной повторностью. В качестве абразивного материала использовали кварцевый песок размером 0,16...0,32 мм. Среднее контактное давление в зоне трения устанавливали равным 0,33 МПа. Величину износа определяли по уменьшению массы образца путем его взвешивания на аналитических весах до и после испытаний.

Проведенные исследования показали, что основное влияние на толщину упрочняющего металлокерамического покрытия, получаемого при КВДУ, оказывает толщина слоя наносимой пасты. При этом с ее увеличением толщина покрытия также возрастает. Однако увеличение слоя пасты более 2,5 мм нецелесообразно, т.к. в этом гораздо хуже зажигается и горит электрическая дуга, вследствие чего получить сплошное металлокерамическое покрытие не представляется возможным. С увеличением содержания матричного порошка в составе пасты толщина металлокерамического покрытия также возрастает. При этом наибольшую толщину покрытия - 1,0...1,1 мм (рис. 1) удалось получить на пастах, содержащих в своем составе карбид бора B_4C , который обеспечивает наилучшее зажигание и горение дуги при КВДУ.

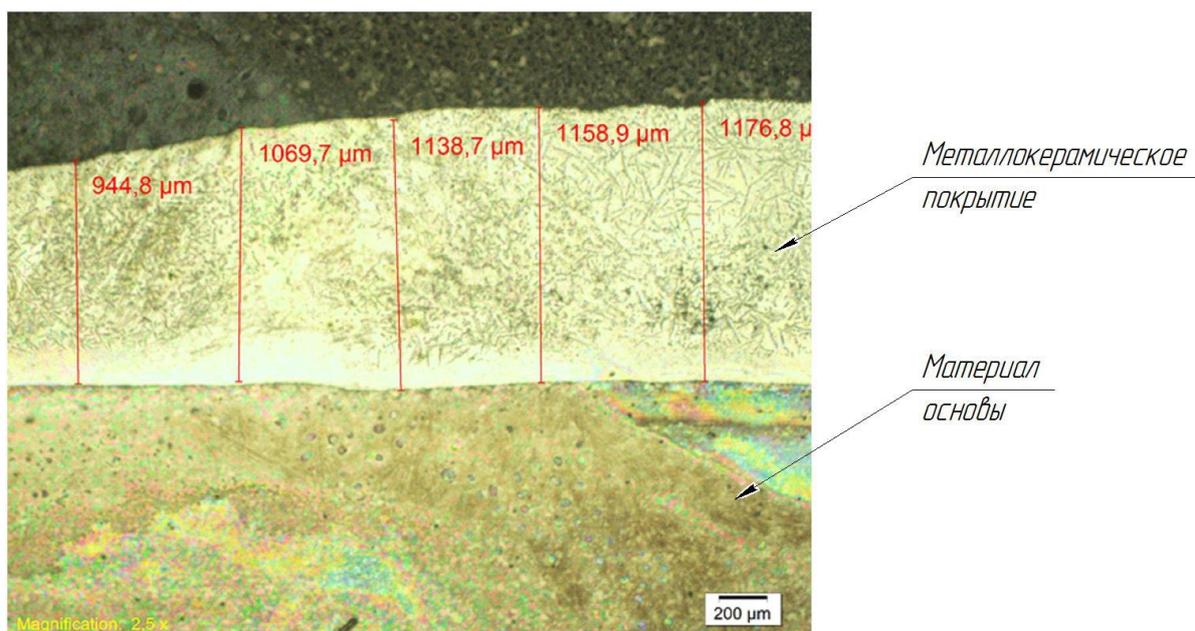


Рисунок 1 - Металлокерамическое покрытие толщиной 1,0...1,1 мм, полученное при КВДУ с использованием пасты, содержащей карбид бора B_4C

Основное влияние на микротвердость покрытий оказывают керамические компоненты пасты. При этом с увеличением их содержания в составе пасты микротвердость металлокерамического покрытия также возрастает. В то же время каждый из керамических компонентов оказывает различное влияние на микротвердость покрытия. Наибольшее среднее значе-

ние микротвердости 1291 HV (соответствует твердости 72 HRC) показали образцы, упрочненные с использованием пасты, содержащей в своем составе 30% карбида бора B_4C . Проведенные микроструктурные исследования позволили установить, что металлокерамическое покрытие при использовании данной пасты представляет собой композиционный материал, в котором твердосплавные частицы (упрочняющие фазы) находятся в матрице железа и никеля, образовавших между собой твердый сплав Ni_3Fe (спектр S1 на рисунке 2). Упрочняющими фазами покрытия являются бориды железа Fe_2B (спектр S2 на рисунке 2) и соединение $(Fe, Cr)B_2$ (спектр S3 на рисунке 2). Твердость Fe_2B составляет 1300...1500HV, а $(Fe, Cr)B_2$ - до 1600HV [20].

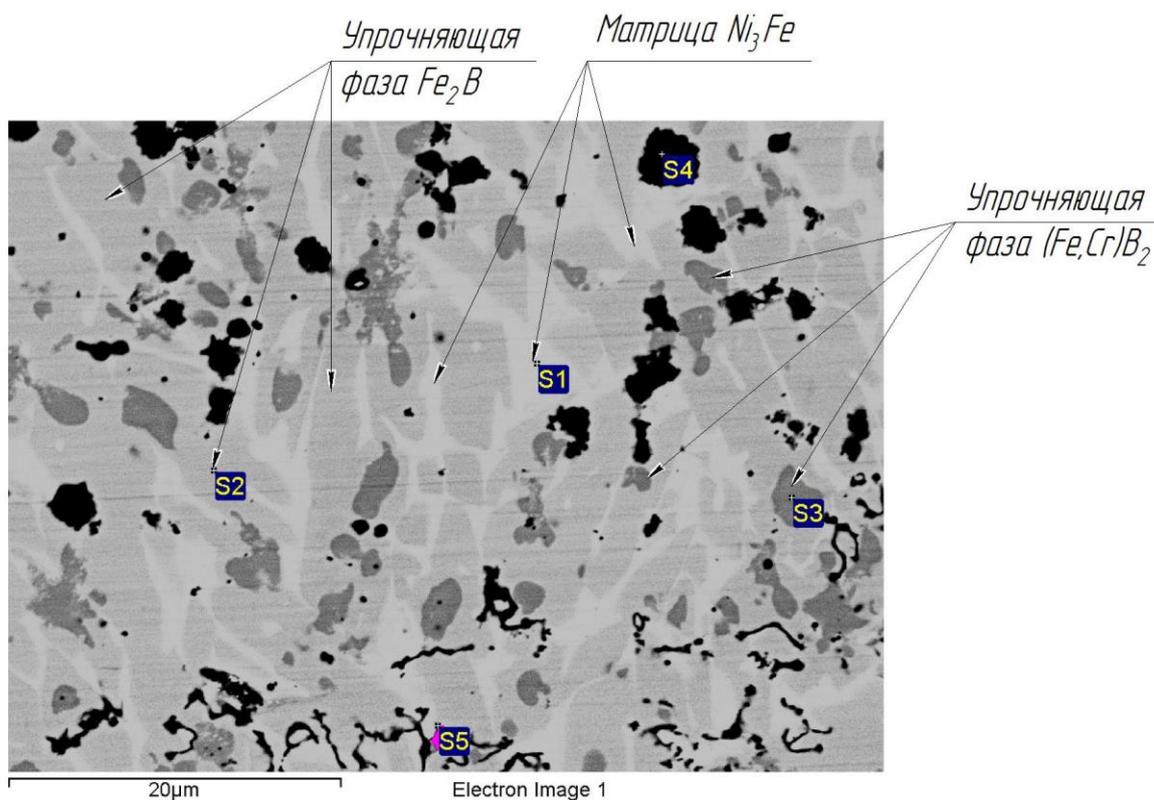


Рисунок 2 - Микроструктура металлокерамического покрытия

Отличительной особенностью основной зоны металлокерамического покрытия является наличие определенной пористости (спектр S4 на рисунке 2). Возникновение пор связано, главным образом, с тем, что КВДУ ведется в атмосфере воздуха, т.е. отсутствует защита зоны горения электрической дуги.

Результаты сравнительных испытаний на изнашивание упрочненных при помощи пасты, содержащей 30% карбида бора и неупрочненных образцов из закаленной стали 65Г показали, что после упрочнения их износостойкость возрастает в среднем в 2,8 раза (рис. 3). В связи с этим использование пасты такого состава должно позволить существенно увеличить долговечность деталей машин в эксплуатации.

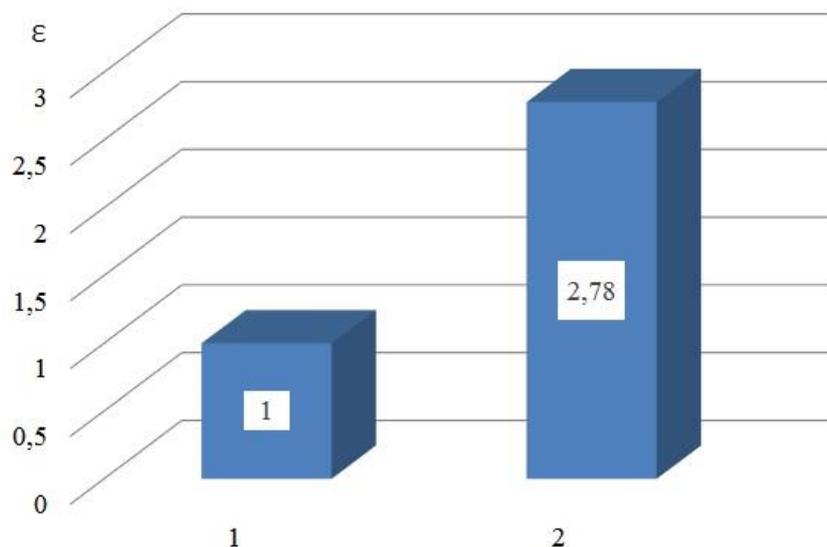


Рисунок 3 - Сравнительная износостойкость неупрочненных (1) и упрочненных КВДУ (2) образцов

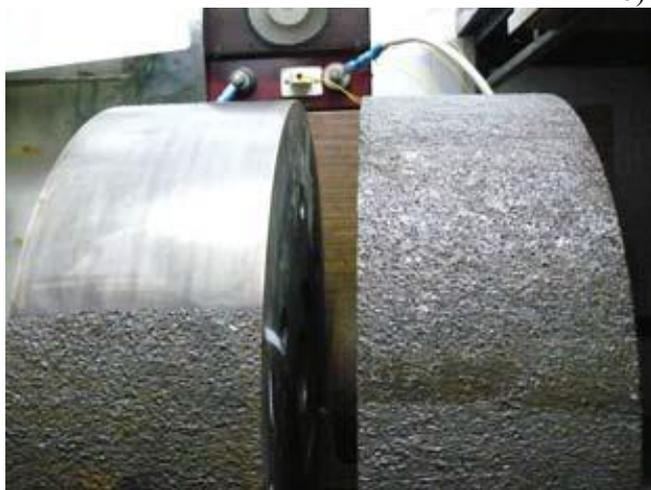
Детали технологических машин различного назначения, упрочненные КВДУ, показаны на рисунке 4.



а)



б)



в)

Рисунок 4 - Упрочненные КВДУ детали машин: а) зуб ковша мини-экскаватора; б) нож мясоперерабатывающего оборудования; в) тормозные барабаны строительного крана

ВЫВОД

На основании комплекса проведенных научных исследований разработана универсальная технология упрочнения деталей машин различного назначения с использованием металло-керамических материалов в виде паст. Она может использоваться не только для повышения долговечности новых деталей, но и для восстановления с упрочнением изношенных. Упрочнение можно осуществлять как в стационарных условиях на специализированных предприятиях, занимающихся изготовлением техники, так и в небольших мастерских. Использование предлагаемой технологии в производстве особенно актуально с позиций импортозамещения на рынке запасных частей, а также введенных против Российской Федерации санкций и снижения покупательной способности из-за резкого роста курса иностранных валют.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы) [Текст] / В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. - 376 с.
2. Titov, N.V. Investigation of the hardness and wear resistance of working sections of machines hardened by vibroarc surfacing using cermet materials [Text] / N.V. Titov, A.V. Kolomeichenko, V.N. Logachev, I.N. Kravchenko, N.N. Litovchenko // Welding International, 2015. - V.29. - №9. - P. 737-739.
3. Ли, Р.И. Технологии восстановления деталей автотракторной техники [Текст]: учебное пособие / Р.И.Ли. - Липецк: ЛГТУ, 2014. - 379 с.
4. Литовченко, Н.Н. Электродуговое упрочнение деталей нанесением металлокерамических покрытий [Текст] / Н.Н. Литовченко, В.Н. Куликов // Машинно-технологическая станция. - 2011. - №4. - С. 50-51.
5. Столин, А.М. Нанесение защитных покрытий электродуговой наплавкой СВС-электродами [Текст] / А.М. Столин, П.М. Бажин, М.В. Михеев и др. // Сварочное производство. - 2014. - №8. - С. 52-56.
6. Лялякин, В.П. Карбовибродуговой метод упрочнения деталей машин, работающих в условиях абразивного износа, наплавкой металлокерамики (КВДНМК) [Текст] / В.П. Лялякин, Н.В. Титов, Н.Н. Литовченко и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2014. - Т.114. - С. 144-149.
7. Basiyuk, V.L. Thermal loading of frictional contact of the parts from aluminium alloys with coatings Al_2O_3 [Text] / V.L. Basiyuk, A.V. Kolomeichenko, E.I. Mardosevich, N.V. Titov // Friction and wear. - 2005. - V.26. - №3. - P. 295-303.
8. Коломейченко, А.В. Микродуговое оксидирование как способ повышения ресурса деталей машин при их производстве или восстановлении [Текст] / А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев, Н.В. Титов и др. // Техника и оборудование для села. - 2014. - №4. - С. 30-35.
9. Куликов, В.Н. Восстановление деталей с упрочением вибродуговым методом [Текст] / В.Н. Куликов, Н.Н. Литовченко, В.Н. Коротков // Машинно-технологическая станция. - 2012. - №3. - С. 24-25.
10. Коломейченко, А.В. Повышение надежности деталей машин комбинированными методами с применением микродугового оксидирования [Текст] / А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев, Н.В. Титов и др. // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2014. - №9. - С. 17-23.
11. Kolomeichenko A.V. Investigation of hardness of tillage tools being hardened by carbo-vibro-arc method with paste application [Text] / A.V. Kolomeichenko, N.V. Titov // Vestnik OreIGAU. - 2014. - №6(51). - P. 96-101.
12. Коломейченко, А.В. Влияние керамических компонентов пасты на твердость упрочненных карбовибродуговым методом поверхностей [Текст] / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2015. - Т.118. - С. 140-145.
13. Титов, Н.В. Метод вибродуговой наплавки металлокерамики деталей техники, работающей в условиях абразивного износа [Текст] / Н.В. Титов, Н.Н. Литовченко, В.Н. Коротков // Труды ГОСНИТИ. - 2013. - Т.111. - Ч.2. - С. 219-222.
14. Литовченко, Н.Н. Вибродуговая наплавка графитовым электродом нанометаллокерамических композиционных материалов [Текст] / Н.Н. Литовченко, В.Н. Куликов, Н.В. Титов // Сварочное производство. - 2013. - №2. - С. 51-53.
15. Titov, N.V. Innovative method of tillage tool hardening [Text] / N.V. Titov, A.V. Kolomeichenko, N.N. Litovchenko // Vestnik OreIGAU. - 2014. - №2(47). - P. 42-48.
16. Титов, Н.В. Исследование твердости и износостойкости рабочих органов машин, упрочненных вибродуговой наплавкой с применением металлокерамических материалов [Текст] / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев и др. // Сварочное производство. - 2014. - №9. - С. 33-36.
17. Пат. 2532602 Российская Федерация, МПК C23C8/28, B23K9/04. Способ упрочнения деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания [Текст] / Н.В. Титов, Н.Н. Литовченко, В.Н. Коротков и др.; заявл. 15.01.13; опубл. 20.07.14, Бюл. №20. - 5 с.
18. Титов, Н.В. К вопросу применения металлокерамических материалов для упрочнения лап культиваторов [Текст] / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2013. - Т.113. - С. 364-367.

19. Литовченко, Н.Н. Нанометаллокерамические порошковые композиты - эффективный материал для упрочнения рабочих органов машин [Текст] / Н.Н. Литовченко, Н.В. Титов, А.В. Коломейченко и др. // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2013. - № 8. - С. 31-33.

20. Пат. 2147324 Российская Федерация, Устройство для микродугового оксидирования колодцев корпуса шестеренного насоса / А.Н. Новиков, Ю.А. Кузнецов, В.Н. Хромов / опубл. 22.03.1999

21. Пат. 2119420 Российская Федерация, Способ восстановления изношенных деталей из алюминия и его сплавов / А.Н. Новиков / опубл. 10.01.1996

22. Крукович, М.Г. Пластичность борированных слоев [Текст] / М.Г. Крукович, Б.А. Прусаков, И.Г. Сизов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 384 с.

Коломейченко Александр Викторович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В.Парахина»

Адрес: 302019, Россия, г. Орел, ул. Генерала Родина, д. 69

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Надежность и ремонт машин»

E-mail: kolom_sasha@inbox.ru

Титов Николай Владимирович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В.Парахина»

Адрес: 302019, Россия, г. Орел, ул. Генерала Родина, д. 69

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Надежность и ремонт машин»

E-mail: ogau@mail.ru

A.V. KOLOMEYCHENKO, N.V. TITOV

**KARBOVIBRODUGOVOE HARDENING - PERSPECTIVE
METHOD OF INCREASING THE DURABILITY OF THE MANUFACTURE
AND RESTORATION PARTS MACHINES**

In article the description of a carbo-vibro-arc method of hardening of details of cars with use of a coal electrode and composite ceramic-metal pastes which allows to increase their durability considerably is given. Thickness, hardness, a microstructure and wear resistance of the surfaces strengthened by this method with use of the pastes containing various components are determined. By results of the conducted researches the optimum structure and concentration of components of paste which provide increase of wear resistance of the strengthened details by 2,8 times are defined.

Keywords: carbo-vibro-arc hardening, ceramic-metal paste, details of cars, coal electrode, wear, ceramic components, microstructure.

BIBLIOGRAPHY

1. Chernoi vanov, V.I. Vosstanovlenie detaley mashin (Sostoyanie i perspektivy) [Tekst] / V.I. Chernoi-vanov, I.G. Golubev. - M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2010. - 376 s.

2. Titov, N.V. Investigation of the hardness and wear resistance of working sections of machines hardened by vibroarc surfacing using cermet materials [Text] / N.V. Titov, A.V. Kolomeichenko, V.N. Logachev, I.N. Kravchenko, N.N. Litovchenko // Welding International, 2015. - V.29. - №9. - P. 737-739.

3. Li, R.I. Tekhnologii vosstanovleniya detaley avtotraktornoy tekhniki [Tekst]: uchebnoe posobie / R.I.Li. - Lipetsk: LGTU, 2014. - 379 s.

4. Litovchenko, N.N. Elektrodugovoe uprochnenie detaley naneseniem metallokeramicheskikh pokrytiy [Tekst] / N.N. Litovchenko, V.N. Kulikov // Mashinno-tekhnologicheskaya stantsiya. - 2011. - №4. - S. 50-51.

5. Stolin, A.M. Nanesenie zashchitnykh pokrytiy elektrodugovoy naplavkoy SVS-elektrodami [Tekst] / A.M. Stolin, P.M. Bazhin, M.V. Mikheev i dr. // Svarochnoe proizvodstvo. - 2014. - №8. - S. 52-56.

6. Lyalyakin, V.P. Karbovibrodugovoy metod uprochneniya detaley mashin, rabotayushchikh v usloviyakh abra-zivnogo iznosa, naplavkoy metallokeramiki (KVDNМК) [Tekst] / V.P. Lyalyakin, N.V. Titov, N.N. Litovchenko i dr. // Trudy GOSNITI. - 2014. - T.114. - S. 144-149.

7. Basinyuk, V.L. Thermal loading of frictional contact of the parts from aluminium alloys with coatings Al₂O₃ [Text] / V.L. Basinyuk, A.V. Kolomeichenko, E.I. Mardosevich, N.V. Titov // Friction and wear. - 2005. - V.26. - №3. - P. 295-303.

8. Kolomeychenko, A.V. Mikrodugovoe oksidirovanie kak sposob povysheniya resursa detaley mashin pri ikh proizvodstve ili vosstanovlenii [Tekst] / A.V. Kolomeychenko, V.N. Logachev, N.V. Titov i dr. // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. - 2014. - №4. - S. 30-35.
9. Kulikov, V.N. Vosstanovlenie detaley s uprocheniem vibrodugovym metodom [Tekst] / V.N. Kulikov, N.N. Litovchenko, V.N. Korotkov // Mashinno-tekhnologicheskaya stantsiya. - 2012. - №3. - S. 24-25.
10. Kolomeychenko, A.V. Povysenie nadezhnosti detaley mashin kombinirovannymi metodami s primeneniem mikrodugovogo oksidirovaniya [Tekst] / A.V. Kolomeychenko, V.N. Logachev, N.V. Titov i dr. // Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya. - 2014. - №9. - S. 17-23.
11. Kolomeichenko A.V. Investigation of hardness of tillage tools being hardened by carbo-vibro-arc method with paste application [Text] / A.V. Kolomeichenko, N.V. Titov // Vestnik OrelGAU. - 2014. - №6(51). - R. 96-101.
12. Kolomeychenko, A.V. Vliyaniye keramicheskikh komponentov pasty na tverdosť uprochnennykh karbo-vibrodugovym metodom poverkhnostey [Tekst] / A.V. Kolomeychenko, N.V. Titov, V.V. Vinogradov i dr. // Trudy GOSNITI. - 2015. - T.118. - S. 140-145.
13. Titov, N.V. Metod vibrodugovoy naplavki metallokeramiki detaley tekhniki, rabotayushchey v uslo-viyakh abrazivnogo iznosa [Tekst] / N.V. Titov, N.N. Litovchenko, V.N. Korotkov // Trudy GOSNITI. - 2013. - T.111. - CH.2. - S. 219-222.
14. Litovchenko, N.N. Vibrodugovaya naplavka grafitovym elektrodom nanometallokeramicheskikh kompozitsionnykh materialov [Tekst] / N.N. Litovchenko, V.N. Kulikov, N.V. Titov // Svarochnoe proizvodstvo. - 2013. - №2. - S. 51-53.
15. Titov, N.V. Innovative method of tillage tool hardening [Text] / N.V. Titov, A.V. Kolomeichenko, N.N. Litovchenko // Vestnik OrelGAU. - 2014. - №2(47). - R. 42-48.
16. Titov, N.V. Issledovanie tverdosti i iznosostoykosti rabochikh organov mashin, uprochnennykh vibrodugovoy naplavkoy s primeneniem metallokeramicheskikh materialov [Tekst] / N.V. Titov, A.V. Kolo-meychenko, V.N. Logachev i dr. // Svarochnoe proizvodstvo. - 2014. - №9. - S. 33-36.
17. Pat. 2532602 Rossiyskaya Federatsiya, MPK S23S8/28, V23K9/04. Sposob uprochneniya detaley, rabotayushchikh v usloviyakh abrazivnogo iznashivaniya [Tekst] / N.V. Titov, N.N. Litovchenko, V.N. Korotkov i dr.; zayavl. 15.01.13; opubl. 20.07.14, Byul. №20. - 5 s.
18. Titov, N.V. K voprosu primeneniya metallokeramicheskikh materialov dlya uprochneniya lap kul'tivatorov [Tekst] / N.V. Titov, A.V. Kolomeychenko, V.V. Vinogradov i dr. // Trudy GOSNITI. - 2013. - T.113. - S. 364-367.
19. Litovchenko, N.N. Nanometallokeramicheskije poroshkovye kompozity - effektivnyy material dlya uprochneniya rabochikh organov mashin [Tekst] / N.N. Litovchenko, N.V. Titov, A.V. Kolomeychenko i dr. // Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya. - 2013. - № 8. - S. 31-33.
20. Pat. 2147324 Rossiyskaya Federatsiya, Ustroystvo dlya mikrodugovogo oksidirovaniya kolodtsev kor-pusa shesterennogo nasosa / A.N. Novikov, YU.A. Kuznetsov, V.N. Hromov / opubl. 22.03.1999
21. Pat. 2119420 Rossiyskaya Federatsiya, Sposob vosstanovleniya iznoshennykh detaley iz alyuminiya i ego splavov / A.N. Novikov / opubl. 10.01.1996
22. Krukovich, M.G. Plastichnost' borirovannykh sloev [Tekst] / M.G. Krukovich, B.A. Prusakov, I.G. Si-zov. - M.: FIZMATLIT, 2010. - 384 s.

Kolomeychenko Alexander Viktorovich

FGBOU VO «Orel State Agrarian University»

Address: 302019, Russia, Orel, st. General homeland, d. 69

Dr. Sc. Sciences, Professor, Head. the department «Reliability and repair of vehicles»

E-mail: kolom_sasha@inbox.ru

Titov Nikolay Vladimirovich

FGBOU VO «Orel State Agrarian University»

Address: 302019, Russia, Orel, st. General homeland, d. 69

Kand. tehn. Sciences, Associate Professor of the Department «Reliability and repair of vehicles»

E-mail: ogau@mail.ru

УДК 629.113.539.538

А.С. ГРЕБЕННИКОВ, С.А. ГРЕБЕННИКОВ, А. В. КОСАРЕВА

НЕУЧТЁННЫЕ ФАКТОРЫ В НОРМАТИВАХ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований неравномерности и цикличности изменения технического состояния элементов автомобиля в процессе эксплуатации, которые необходимо учитывать при планировании текущих затрат на обеспечение его работоспособности в условиях автотранспортных предприятий.

Ключевые слова: управление, техническое состояние, неравномерность, цикличность, затраты на ремонт, эксплуатационный цикл.

Деятельность коммерческих автотранспортных предприятий (АТП) направлена на рентабельное удовлетворение потребностей населения в грузовых и пассажирских перевозках. В конкурентной борьбе этого можно добиться максимальным снижением материальных и трудовых затрат на поддержание работоспособности автотранспортных средств (АТС), составляющих значительную часть (до 20%) себестоимости перевозок.

По мере выработки ресурса («возраста») АТС доля эксплуатационных затрат в себестоимости перевозок увеличивается из-за нарастающей частоты отказов основных элементов. По этой причине финансовыми и техническими службами АТП постоянно корректируются предстоящие квартальные и годовые эксплуатационные затраты на выполнение регламентных работ по техническому обслуживанию (ТО), текущему (ТР) и капитальному (КР) ремонтам АТС. Основанием для их планирования являются нормативные требования Положения [18], которое длительное время не пересматривалось.

В таблице 1, как пример, приведены сравнительные нормативы периодичности и трудоёмкости технических воздействий для автобусов большого класса ранее выпускавшихся, согласно [18], и современных - по рекомендациям фирм-изготовителей, отраженных в инструкциях по технической эксплуатации в редакции 2015 г.

Таблица 1 - Нормативные значения технических воздействий АТС

Нормативы периодичности $L_{ТО-1}$, $L_{ТО-2}$ и $L_{КР}$ (км)					
Модель автобуса	ЛиАЗ-677	ЛиАЗ-5256	МАЗ-103	ГоЛАЗ-525110	Mercedes - BenzConecto
$L_{ТО-1}$	3 500	12 500	9 375	22 500	10 000
$L_{ТО-2}$	14 000	25 000	37 500	45 000	20 000
$L_{КР}$	360 000	500 000	600 000	600 000	800 000
Нормативы трудоёмкости $T_{ЕО}$, $T_{ТО-1}$, $T_{ТО-2}$, $T_{СО}$ (чел.-ч)					
$T_{ЕО}$	1,2	1,2	1,20	1,41	1,20
$T_{ТО-1}$	8,3	6,40	12,43	6,65	6,40
$T_{ТО-2}$	33,0	24,10	28,22	12,87	Нет данных
$T_{СО}$	0,2($T_{ТО-2}$)	13,44	5,65	6,5	Нет данных

Как видно из таблицы 1, прогрессивные конструктивно - технологические изменения нового поколения автомобилей увеличили нормативы периодичности ТО-1, ТО-2 в 1,...3 раза, пробега до КР в 1,5...2 раза; существенно снизилась трудоёмкость работ ежедневного обслуживания (ЕО), произошло перераспределение трудоёмкости работ между ТО-1 и ТО-2, и дополнительно появился норматив трудоёмкости сезонного обслуживания (СО), который ранее определялся 20% добавкой к трудоёмкости ТО-2 [19].

Нормативы являются важным управляющим фактором снижения издержек на функционирование автотранспортной отрасли, следовательно, их обоснованность должна отражать современные научные и практические достижения. В частности, накопленный опыт в сфере технической эксплуатации АТС [1-15, 17, 19-21, 24] свидетельствует о необходимости

реформирования Положения [18], в части корректирования трудоёмкости технических воздействий и эксплуатационных расходов на обеспечение работоспособности автомобилей в современных условиях работы АТП.

По Положению предусмотрено увеличение затрат на запасные части, трудоёмкости и простоя в зоне ТР АТП по «возрасту» АТС, который определяется пробегом с начала эксплуатации. Однако, в зависимости от пробега АТС осуществляется коррекция только нормативов значений удельной трудоёмкости ТР коэффициентом K_4 и продолжительности простоя в ТО и ТР - K'_4 . Какие - либо изменения в периодичность и трудоёмкость выполнения операций ТО не допускаются. По мнению авторов статьи, приведенные в Положении численные значения коэффициентов K_4 и K'_4 и концепция неизменности периодичности ТО подлежат пересмотру, поскольку они не отвечают объективным данным изменения потока отказов элементов АТС в процессе эксплуатации, и, соответственно, затратам на их устранение. Доводы к этому следующие.

В Положении [18] значения коэффициентов K_4 и K'_4 приведены в виде таблиц, в которых пробег АТС с начала эксплуатации до списания представлен в долевом отношении к их нормативному пробегу до КР - $L_{кр}$. Базовое значение нормативов удельной трудоёмкости ТР и времени простоя в ремонте всех типов коммерческих АТС назначено для интервала пробега (50...75%) $L_{кр}$, в котором $K_4=K'_4=1$. Нижняя граница корректировочного коэффициента трудоёмкости ТР - 0,4 (при $L < 25\%L_{кр}$); верхняя - 2,5 - при пробеге, в 2 раза превышающем нормативный ресурс до $L_{кр}$. Коэффициент K'_4 , корректирующий продолжительности простоя в ТО и ТР, изменяется в пределах 0,7...1,4. Графическая интерпретация таблиц [18], на примере изменения коэффициентов K_4 , K'_4 от пробега автобусов (отличия зависимостей других категорий АТС незначительны), представлена на рисунке 1.

Анализ зависимостей (рис. 1) показывает, что они не в полной мере отвечают физическому смыслу по взаимосвязи коэффициентов K_4 , K'_4 и интенсивности их изменения от наблюдаемого в практике распределения потока отказов элементов автомобиля и затрат времени на их устранение. Во-первых, значения трудоёмкости работ по ТР и времени простоя в ремонте на любом интервале эксплуатации АТС (при одинаковом числе занятых на постах, участках и отделениях ТР рабочих) взаимосвязаны линейной зависимостью, а, следовательно, и коэффициенты K_4 , K'_4 функционально должны взаимоувязаны той же зависимостью. Поэтому участок с постоянным значением коэффициента K'_4 , после выполненного автомобиля или основным его агрегатам КР (рис. 1, $L_{кр} \dots 2L_{кр}$ и более), не соответствует ни теории, ни практической реалии, а искусственное увеличение числа слесарей в ремонтной зоне с целью стабилизации времени простоя автомобилей в ТР, когда большая часть их в АТП капитально отремонтирована, экономически не целесообразно из-за высокой сезонной нерегулярности потока отказов в течение года. Во-вторых, зависимость коэффициента K_4 от пробега автомобиля практически линейная ($K_4=0,009(\%L_{кр})+0,425$, коэффициент детерминации $R^2=0,98$). Такой её вид противоречит современным представлениям об интенсивности изменения технического состояния элементов автомобиля в процессе эксплуатации и никоим образом не отражает технико-экономического эффекта от выполнения основным его агрегатам КР в интервале пробега (90...140%) $L_{кр}$, поскольку значение коэффициента K_4 продолжает непрерывное последовательное увеличение.

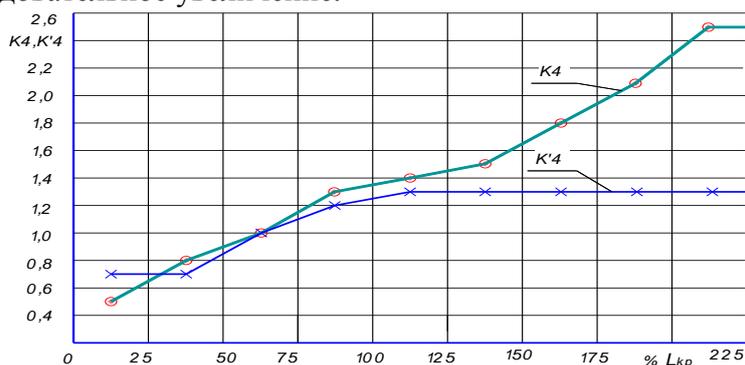


Рисунок 1 - Зависимость коэффициентов корректирования удельной трудоёмкости ТР K_4 и простоя в ремонте K'_4 от пробега автобуса, выраженного в процентном отношении к нормативному до КР, $\%L_{кр}$

В действительности динамика приращений структурных параметров элементов АТС относительно наработки l экспоненциального вида [1]

$$S = S_0 \cdot e^{bl}, \quad (1)$$

где S - текущее значение структурного параметра (износа, зазора, пространственной ориентации и др.);

S_0 - значение параметра после этапа приработки;

b - коэффициент интенсификации изнашивания.

Зависимость (1) свидетельствует о прогрессирующем увеличении темпа изнашивания элементов автомобиля в процессе эксплуатации, она характерна и для деструктивных изменений элементов электрических, гидропневматических систем и резинотехнических изделий АТС, вызванных усталостными разрушениями, коррозией и иными физико-химическими причинами [1-10].

Так как преобладающей динамикой изменения технического состояния элементов автомобиля по пробегу l является зависимость вида (1), то её и следует принять для обобщающей характеристики и численной интерпретации потока постепенных отказов

$$\omega_n = \omega_0 \cdot e^{b_{отк} l}, \quad (2)$$

где ω_0 - параметр потока постепенных отказов в конце этапа приработки элементов автомобиля;

$b_{отк}$ - коэффициент интенсификации отказов.

Иллюстрациями, подтверждающими формулу (2), служат графики (рис. 2), характеризующие экспоненциальные зависимости параметра потока отказов автомобилей КамАЗ-5320 и основного его элемента - ДВС, в процессе эксплуатации [8]. Аналогичный вывод можно сделать по экспериментальным данным [1, 9, 10, 12, 13, 14]; в частности показательными примерами являются результаты исследований надёжности отечественных (табл. 1.2 [23], табл. 5 [14]) и зарубежных [10, 17, 24] АТС.

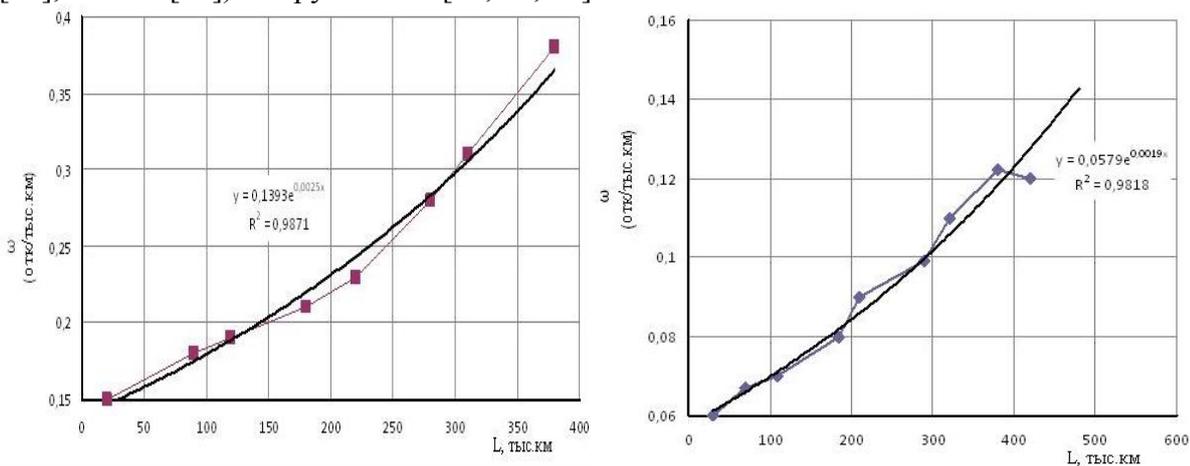


Рисунок 2 - Изменение потока отказов ω от пробега L автомобиля КамАЗ (а) и двигателя (б) [6]

Экспоненциальный рост отказов (2) одновременно свидетельствует о прогрессирующем сокращении наработки на отказ АТС; собственные наблюдения и анализ источников [6, 10, 11] показывают, что наиболее интенсивно она снижается после пробега, составляющего (60...70%) $L_{кр}$. Наоборот, в первую 1/3 эксплуатационного цикла до КР, профилактические работы ТО, в основном, сводятся к проверке уровня и замены масел, эксплуатационных жидкостей, фильтрующих элементов, фактическая работоспособность которых из-за незначительной интенсивности изнашивания агрегатов и систем в 1,5...2 раза превышают нормативную периодичность ТО. Этот период эксплуатации практически не требуют контрольно-крепежных и регулировочных операций при ТО. С учетом отмеченного, а также данных исследования проф. Денисова А.С., на рисунке 3 (поз. 1) показана интенсивность старения мо-

торного масла Shell Rimula R3 X SAE 15W40 (аналог отечественного масла М10Дм) двигателя КАМАЗ-ЕВРО, качественные показатели, а, следовательно, и интервалы работоспособности которого к пробегу 400 тыс. км (при неизменной периодичности замены) сокращаются более, чем в два раза. Чтобы элементы ДВС работали в нормативных условиях смазки ($K > 0,55$, рис. 3) поддержание качества масел возможно или снижением периодичности его замены или выполнением предупредительного ремонта (рис. 3, поз. 2) на пробеге $60\%L_{кр}$ [6], заключающегося в замене подшипников коленчатого вала и поршневых колец. КР двигателя при этом будет выполнен в нормативные сроки.

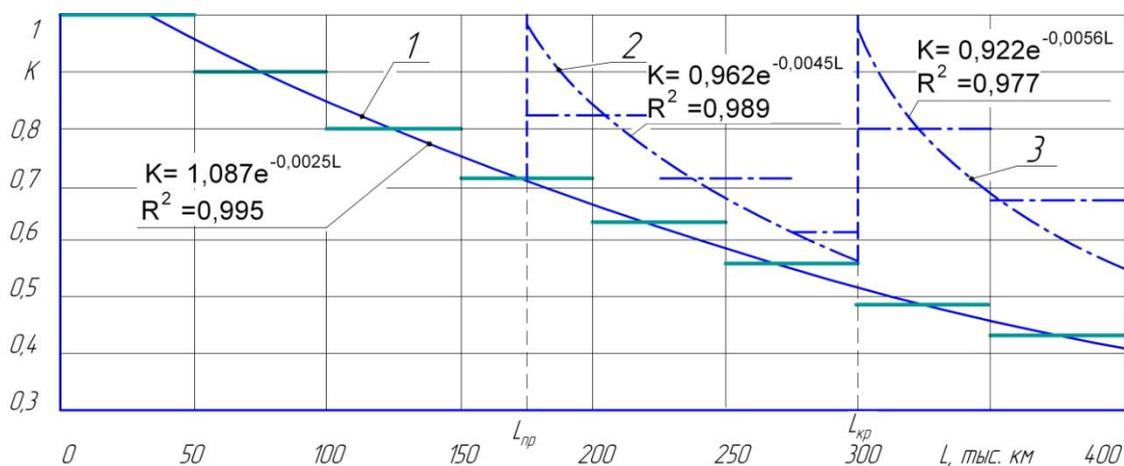


Рисунок 3 - Изменение качественных свойств K моторного масла двигателя КАМАЗ-ЕВРО от наработки L : 1, 2, 3 соответственно, без выполнения двигателю ремонтно-восстановительных воздействий до КР, при выполнении предупредительного ($L_{пр}$) и капитального ($L_{кр}$) ремонтов

По мнению авторов, для повышения эффективности профилактического действия ТО по предупреждению отказов и неисправностей АТС, экономически целесообразно: в интервале эксплуатации $(30...70\%)L_{кр}$ обслуживание проводить в рекомендуемые Положением (фирмами-производителями) нормативные сроки; в интервале $(0...30\%)L_{кр}$ - увеличенные в 1,5 раза; в интервале $(70...100\%)L_{кр}$ - уменьшенные в 1,5...2 раза. В последующие межремонтные периоды $L > L_{кр}$, предложенные значения периодичностей ТО соответственно уменьшают на 20...30%, поскольку восстанавливаемый ресурс АТС после выполнения КР не превышает $80\%L_{кр}$ [18, 23]. Опытные владельцы транспортных средств так и поступают. Подобное гибкое регулирование периодичности ТО обеспечивает возможность упреждающего устранения отказов механизмов и систем АТС, так как большинство их уверенно выявляются несложными органолептическими обследованиями, а соответственно, реализует потенциальные показатели безотказности, заложенные конструкцией АТС.

Из динамики (2) отказов следует, что расходы на запасные части, эксплуатационные материалы и трудовые ресурсы, обеспечивающие работоспособность автомобиля в эксплуатации подчиняются той же закономерности

$$C = C_{o3} \cdot e^{b_3 l}, \quad (3)$$

где C_{o3} - значение материальных и трудовых затрат на устранение отказов, приведенных к началу эксплуатации (после этапа приработки);

b_3 - коэффициент интенсификации, характеризующий изменение эксплуатационных затрат на единицу пробега.

На рисунке 4 приведены примеры роста эксплуатационных затрат автомобилей отечественного и зарубежного производства за первые 7...8 лет работы в различных условиях эксплуатации, аппроксимированные (3) с высокой степенью достоверной вероятности.

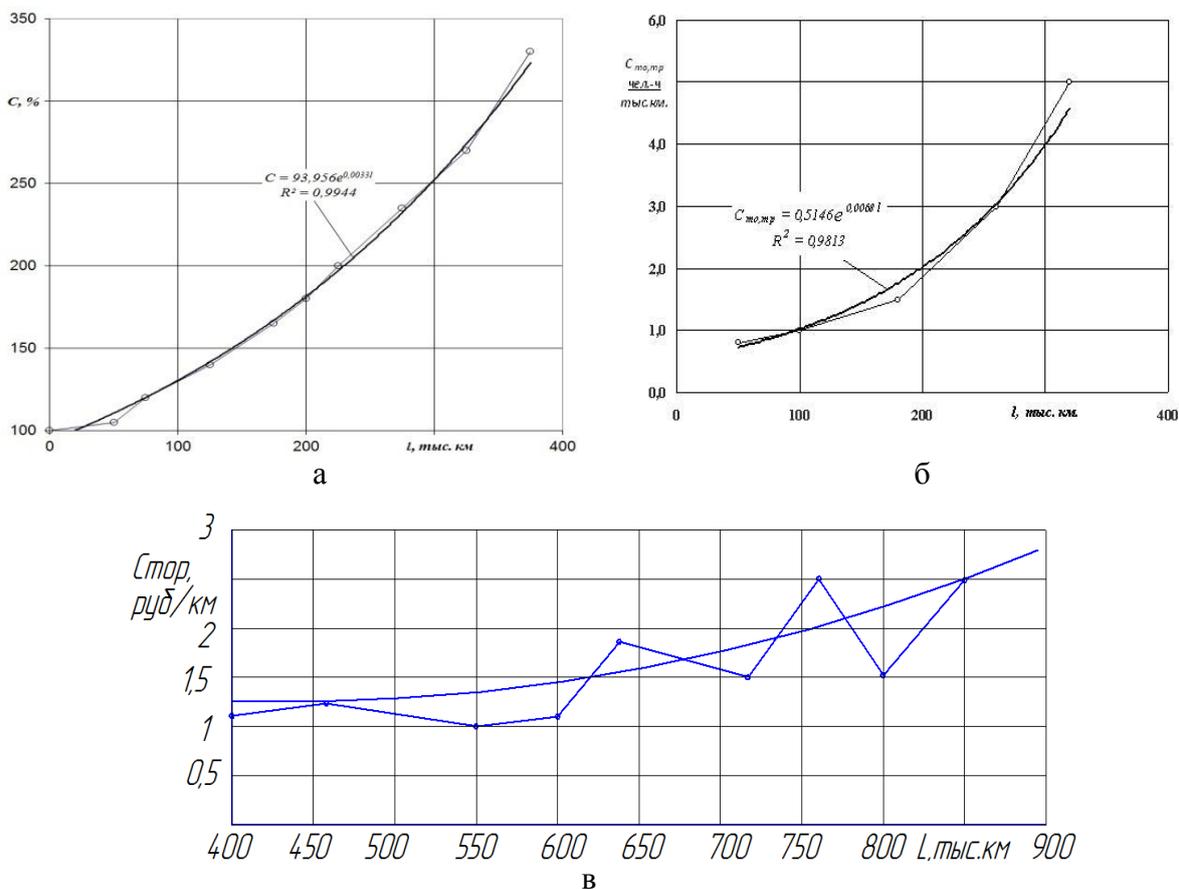


Рисунок 4 - Изменение стоимости запасных частей C , удельной трудоёмкости ТО и ТР $C_{то,тр}$, материальных затрат $C_{матр}$ на обеспечение работоспособности автомобилей ЗИЛ (а) [14], КамАЗ (б) [8] и DAF95 XF (в) [24] от пробега L

Традиционно считается, что экспоненциальный рост эксплуатационных затрат на поддержание работоспособности АТС, превышающих более, чем в 3 раза затраты первых трёх лет (рис. 4), характерен для всего периода эксплуатации. Такой вид зависимости, например, предусматривает известный технико-экономический метод определения оптимальной периодичности ТО, рационального ресурса автомобиля и многих других нормативов технической эксплуатации [14, 15, 16, 23]. Этот постулат не в полной мере соответствует рациональной методологии планирования эксплуатационных затрат на ТО и ТР в пределах жизненного цикла АТС из-за ряда неучтенных обстоятельств.

Выполненный авторами углубленный анализ причинно-следственных факторов колебаний показателей затрат по наиболее трудоёмким работам поддержания работоспособности АТС при длительной эксплуатации (характерной для более 60% автомобилей в РФ), выявил синусоидальную цикличность изменения этих затрат в межремонтных периодах с убывающей от цикла к циклу периодичностью. Подобные колебания затрат вызваны (исключаем факторы, связанные с нарушениями правил эксплуатации АТС и ДТП) качественными преобразованиями состояний основных агрегатов и систем автомобиля при КР. Заметное снижение эксплуатационных издержек грузовых АТС наблюдается после периодических замен дорогостоящих элементов (АКБ, шин), обычно совпадающих с сопутствующими предупредительными или капитальными ремонтами ДВС, трансмиссии и ходовой части; у автобусов - в дополнение к перечисленным работам - ремонтами кузовных элементов: облицовочных панелей, колёсных ниш и ферм. Учет этих факторов в обобщенных динамиках (1), (4) существенно меняет сложившуюся в рамках планово-предупредительной системы методику обоснования периодичностей, объёмов технических воздействий и материально-трудовых затрат в межремонтных, достаточно продолжительных периодах эксплуатации АТС.

Если ограничить экономически обоснованными нормативами величину эксплуатационных затрат $C_{эн}$ на поддержание работоспособности АТС в межремонтных периодах,

например, показателем получения максимального эффекта от выполненной ими транспортной работы [16], то отмеченная цикличность затрат на ТО и ремонты представляется в виде закономерности, графически отображенной на рисунке 5.

На представленной динамике затрат на ТО и ремонты (рис. 5) вертикальными сплошными линиями выделены затраты на проведение КР, а пунктирными - пробеги автомобиля до капитальных или крупных предупредительных ремонтов. Многочисленный статистический материал свидетельствует, что затраты на восстановительные ремонты от цикла к циклу возрастают $C_{кр2} > C_{кр1}$, а каждый последующий послеремонтный эксплуатационный период жизненного цикла АТС в 1,3...2 и более раз короче основного - начального, исходного. После проведения КР основным агрегатам автомобиля затраты на поддержание его работоспособности в начальные периоды следующего цикла эксплуатации возвращаются к значениям, близким исходным, свойственным новым автомобилям, но из-за худших показателей надёжности (технологический уровень восстановленных агрегатов после КР значительно ниже) изменяются по более «крутой» нелинейной зависимости (1).

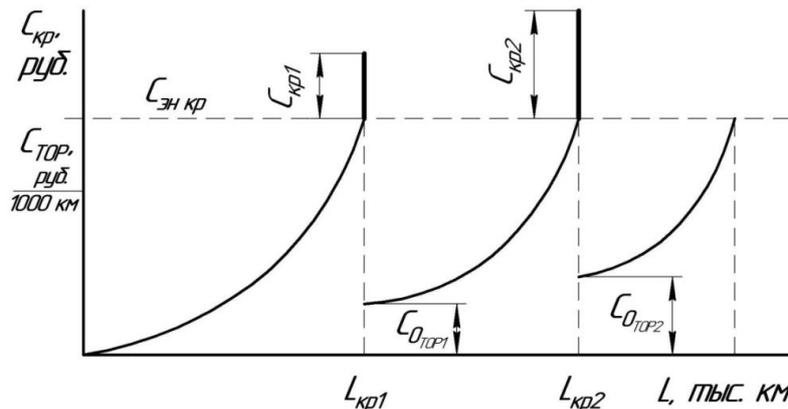


Рисунок 5 - Изменение удельных эксплуатационных $C_{тор}$ и ремонтно-восстановительных $C_{кр}$ затрат на обеспечение работоспособности АТС по пробегу L : $C_{ЭН\ КР}$ - экономически обоснованный норматив затрат для выполнения КР (на пробеге $L_{кр1}$, $L_{кр2}$); $C_{кр1}$, $C_{кр2}$ - соответственно стоимостные затраты на первый и второй КР; $C_{тор1}$, $C_{тор2}$ - соответственно значения затрат на ТО и ТР, приведенные к начальным периодам следующих циклов эксплуатации АТС после КР

Сравнительные показатели цикловых изменений удельных затрат на поддержание работоспособности двигателей ЗИЛ 8Ч 10/9,5 (по данным Е.С. Кузнецова) до и после КР приведены на рисунке 6.

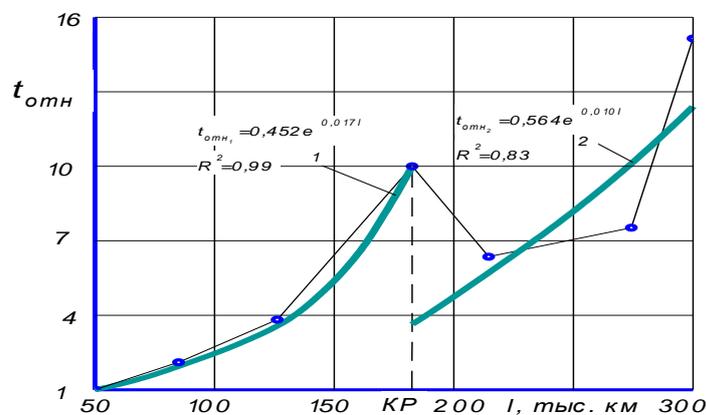


Рисунок 6 - Изменение относительной трудоёмкости $t_{отн}$ устранения отказа ДВС 8Ч 10/9,5 от пробега l до и после выполнения КР

Особенно показательны в этом отношении экспериментальные данные [8-10], связанные с восстановлением кузовных элементов пассажирских АТС - наиболее затратными в сфере технической эксплуатации. Расходы на них составляют от 1/3 до 1/2 стоимости автомобиля, а планирование ремонтных работ в большинстве АТП происходит спонтанно, без

учета цикличности их изменения, о чём явно свидетельствует полигон (рис. 7) стоимостных затрат на кузовные работы от срока эксплуатации микроавтобусов [10].

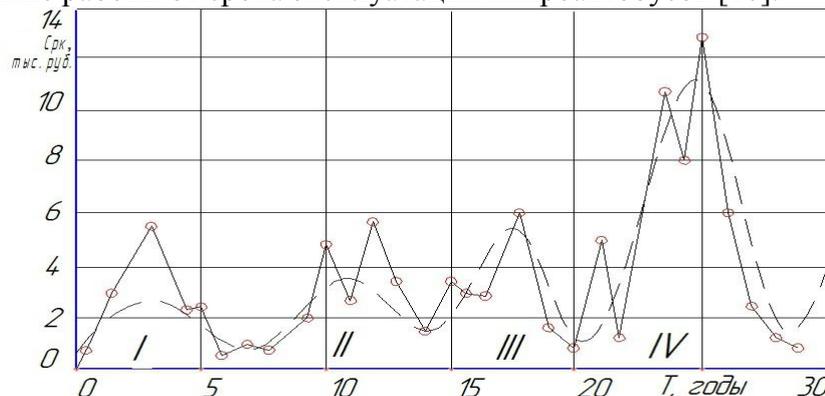


Рисунок 7 - Полигон стоимостных затрат $C_{рк}$ кузовных работ от срока эксплуатации T микроавтобусов РАФ [10]

Уменьшенные значения протяженности сроков и увеличенные амплитуды циклических изменений затрат (на рисунке 7 циклы показаны штриховыми линиями и обозначены цифрами I...IV) по сроку эксплуатации подтверждают ранее обоснованные теоретические предпосылки. Наличие в циклах продолжительных участков, длительностью около 3-х лет, на которых затраты на кузовные работы снижаются, вполне объяснимо: после крупных выполненных ремонтных воздействий наблюдается спад затрат, вкладываемых в кузовные работы по АТС в последующие годы до наступления момента следующей волны средних или капитальных ремонтов.

В условиях пассажирских перевозок г. Махачкала с учетом влияния агрессивности окружающей среды (близость Каспийского моря) цикличность ремонтов кузовов автобуса составляет от 5-ти до 9 лет [10], для регионов средней полосы России - 7...12 лет [9].

Подобная цикличность изменения удельных эксплуатационных затрат, тождественная цикличности изменения потокам отказов АТС, характерна и для других агрегатов и систем [1, 12, 21].

Рассмотренные примеры подтверждают правомерность представления динамики эксплуатационных затрат по зависимости, схематично отображенной на рисунке 4, для большинства регионов России. В зонах с экстремальными условиями эксплуатации АТС, к которым относятся климатические районы [18] очень жаркого сухого с высокой агрессивностью окружающей среды, холодного и очень холодного (Крайнего Севера), при планировании квартальных и полугодовых затрат дополнительно необходимо учитывать и сезонность предстоящих транспортных работ.

В этих районах, помимо отмеченной цикличности изменения затрат, имеющей место в периодах между КР, существуют значительные периодические всплески потока отказов элементов АТС по временам года - они связаны с высокими перепадами температуры воздуха, солнечной инсоляции, коррозионной агрессивности и изменением дорожных условий в зависимости от сезона эксплуатации [5, 12, 21, 22]. Иллюстрацией этому служит рис. 8 (по данным [12]), где на общем тренде деструкции элементов АТС, эксплуатирующихся в районах Крайнего Севера, явно видны две разновидности циклических изменений показателей потока отказов ДВС и автомобилей в целом: сезонная (летняя - в 1,5...2 раза ниже) - внутригодовая и интервальная - между КР. Но и они повторяют, в соответствии с рисунке 4, особенность изменения уровня работоспособности АТС: после проведения КР (через два - три года эксплуатации) - наблюдается существенный спад потока отказов в течение длительного времени. Границы выполнения КР для ДВС и других основных элементов автомобиля практически совпадают, но имеют 1...1,5 годовой интервал (рис. 8) из-за присущей массовым группам АТС неравномерности изменения технического состояния [3] (в эксперименте участвовало более 20 единиц автомобилей одной модели, одного года выпуска и выполняющих примерно одинаковую транспортную работу [12]).

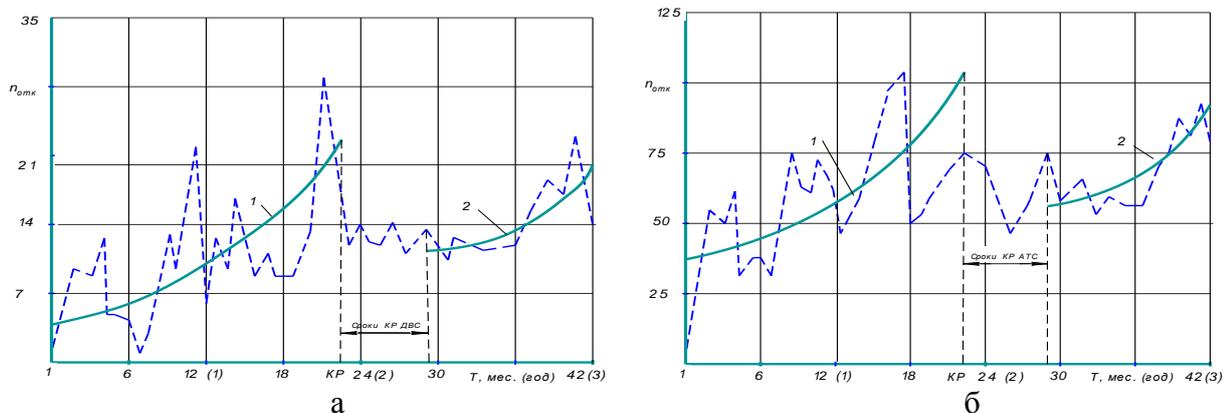


Рисунок 8 - Зависимости отказов $p_{отк}$ двигателей 8Ч 13,0/14,0 (а) и автомобилей КрАЗ (б) от времени эксплуатации T в условиях Крайнего Севера: 1, 2 - соответственно до КР и после

Сезонная нестабильность поступления в зоны ТР имеет место и в прилегающих к центральной зоне областях, но менее выражена. В частности, обобщающие данные [14, 23] свидетельствуют, что если показатели надежности городских автобусов большого класса в умеренной климатической зоне в летний период принять за 100%, то в осеннее - весенние месяцы эксплуатации показатели надёжности снизятся на 3... 5, а в зимние - на 20%. Более значительные колебания затрат на запасные части и эксплуатационные материалы по времени года наблюдаются для грузовых АТС [17]. Известный факт: даже компании-лидеры, выводящие на рынки новую продукцию, сталкиваются с трудностями в обеспечении качества бюджетирования гарантийных обязательств, поскольку не обращают внимания на климатические факторы, которые во многом определяют сезонную зависимость между частотой отказов и интенсивностью эксплуатации отдельных узлов и агрегатов автомобильной техники в разные периоды года. На рис. 9 показано влияние факторов сезонности на отказ (течь) сальника коленчатого вала двигателя в период гарантийной эксплуатации автомобиля и, связанных с ним затрат для поддержания качества продукции в этот период. Представленный тренд изменения затрат можно будет распространить и на весь жизненный цикл АТС.

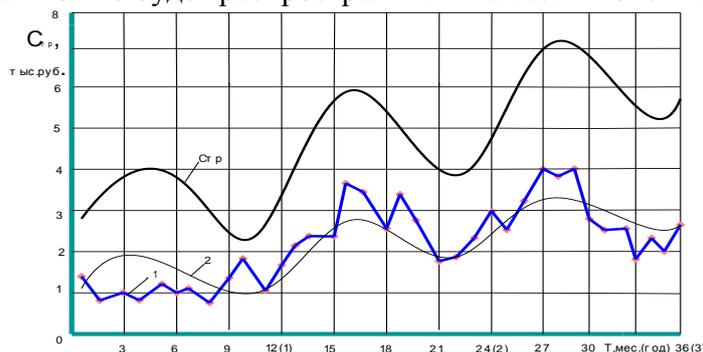


Рисунок 9 - Влияние факторов сезонности на отказ сальника коленчатого вала ВАЗ:
1 - исходный ряд частоты отказа; 2 - комбинация линейно-гармонического тренда частоты отказа; $C_{тр}$ - комбинация линейно-гармонического тренда финансовых затрат, связанных с устранением отказа

ВЫВОДЫ

Неравномерность изменения технического состояния элементов автомобиля, времени простоя в ТО и ТР и затраты на поддержание его работоспособности в процессе эксплуатации в общем случае характеризуются экспоненциальной зависимостью (4). Следовательно, корректировочные коэффициенты K_4, K'_4 [18] этих нормативов должны соответствовать той же зависимости. По этой причине следует пересмотреть пункт Положения о неизменности периодичности ТО; с увеличением доли выработки ресурса АТС, её необходимо ступенчато уменьшать.

Апериодические циклические отклонения затрат на обеспечение работоспособности (рис. 4) в пределах жизненного цикла, вызванные качественными преобразованиями состояния АТС после выполнения крупных текущих (средних) или капитальных ремонтов, существенно меняют структуру и объём технических воздействий на продолжительных периодах

эксплуатации. После проведения КР основным агрегатам автомобиля затраты на поддержание его работоспособности в последующие периоды эксплуатации возвращаются к близким исходным их значениям для «новых» автомобилей, но с другими, худшими показателями их надёжности, которые изменяют первоначальные численные параметры зависимости (4).

В регионах с экстремальными условиями эксплуатации АТС помимо нелинейности изменения цикловых затрат в межремонтных периодах, связанных с проведением очередных КР, значимой является периодически изменяющаяся составляющая эксплуатационных затрат, зависящая от сезона года, которую следует учитывать в нормативах технической эксплуатации.

Учет неравномерности и цикличности изменения эксплуатационных затрат на обеспечение работоспособности АТС позволяет техническим службам АТП более объективно планировать текущие и прогнозируемые (квартальные и годовые) материальные и трудовые затраты на обеспечение работоспособности АТС, при которых ремонтно-восстановительные и профилактические воздействия имеют ритмичный планомерный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонькин, Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей [Текст] / Ф.Н. Авдонькин. - М.: Транспорт, 1985. - 215 с.
2. Агеев, Е.В. Повышение эксплуатационных показателей восстановленных деталей автомобилей на основе научно обоснованных ресурсосберегающих технологий, материалов и устройств [Текст] / Е.В. Агеев // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 1. - С. 32-41.
3. Гребенников, А.С. Зависимость ресурса агрегата автомобиля от неравномерности исходных зазоров в одноименных сопряжениях [Текст] / А.С. Гребенников, С.А. Гребенников, А.В. Коновалов // Вестник машиностроения. - 2007. - №6. - С.34-38.
4. Гребенников, С.А. Изменение технического состояния элементов электрооборудования автомобиля [Текст] / С.А. Гребенников, А.С. Гребенников // Научное обозрение. - 2015. - №4. - С.85-91.
5. Гребенников, С.А. Режимы работы и изменение технического состояния ДВС в экстремальных условиях эксплуатации [Текст]: межвуз. сб. науч. ст. / С.А. Гребенников, В.В. Фокин, А.С. Гребенников // Известия ВолгГТУ. - Сер.: Процессы преобразования энергии и энергетические установки. - Вып. 3. - Волгоград: ВолгГТУ. - 2011. - №8(81). - С.28-32.
6. Денисов, А.С. Влияние периодичности профилактики на надёжность автомобилей [Текст] / А.С. Денисов, В.Н. Басков, В.П. Захаров // Автотранспортное предприятие. - 2011. - № 1. - С. 51-52.
7. Денисов, А.С. Неравномерность коррозионных разрушений элементов автомобиля в процессе эксплуатации [Текст] / А.С. Денисов, С. А. Гребенников, А.С. Гребенников, А.С. Обельцев // Автотранспортное предприятие. - 2014. - №10. - С. 43-45.
8. Денисов, А.С. Основы формирования эксплуатационно-ремонтного цикла автомобилей [Текст] / А.С. Денисов. - Саратов: СГТУ, 1999. - 352 с.
9. Денисов, А.С. Цикличность изменения затрат на устранение коррозионных разрушений автомобиля [Текст] / А.С. Денисов, С.А. Гребенников, А.С. Гребенников, А.С. Обельцев // Автотранспортное предприятие. - 2015. - №5. - С. 49-52.
10. Егоров, В.А. Прогнозирование затрат на кузовные работы [Текст] / В.А. Егоров, А.А. Абакаров, С.В. Жанказиев // Грузовое и пассажирское автохозяйство. - 2005. - №5. - С.79-84.
11. Жималин, А.В. Обоснование целесообразности регулирования периодичности ТО по мере выработки ресурса колёсных транспортных средств на коммерческих перевозках [Текст] / А.В. Жималин, С.М. Мороз // Грузовик. - 2014. - №9. - С. 21-23.
12. Ишков, А.М. Математическая ритмология в работоспособности техники на Севере [Текст] / А.М. Ишков. - Якутск: Якутский научный центр СО РАН ГУП «Полиграфист». - 2000. - 320 с.
13. Корчагин, В.А. Определение оптимальной стратегии ремонтного обслуживания двигателя ЯМЗ-240Н [Текст] / В.А. Корчагин, В.С. Шатерников, М.В. Шатерников // Автотранспортное предприятие. - 2014. - №10. - С.35-39.
14. Кузнецов, Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей [Текст] / Е.С. Кузнецов. - М.: Транспорт, 1990. - 272 с.
15. Кузьмин, Н.А. Научные основы процессов изменения технического состояния автомобилей [Текст] / Н.А. Кузьмин, Г.В. Борисов. - Нижний Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е.Алексеева, 2012. - 270 с.
16. Курганов, В.М. Экономические критерии системы эксплуатации [Текст] / В.М. Курганов // Грузовое и пассажирское автохозяйство. - 2007. - №6. - С.32-35.
17. Павлишин, С.Г. Пути повышения надёжности автомобилей КАМАЗ в гарантийный период эксплуатации [Текст] / С.Г. Павлишин, А.Н. Дульнев, Д.А. Макаров // Автомобильная промышленность. - 2016. - №2. - С.27-29.

18. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. - М.: Транспорт, 1986. - 78 с.
19. Поживилов, Н.В. Особенности технологического расчета производственно-технической базы современного автобусного автотранспортного предприятия [Текст]: сб. науч. тр./ Н.В. Поживилов, В.А. Максимов, Л.Л. Зиманов // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта. - Москва: МАДИ. - 2015. - С. 179-182.
20. Проников, А.С. Параметрическая надежность машин [Текст] / А.С. Проников. - М.: МГТУ им Н. Э. Баумана, 2002. - 560 с.
21. Резник, Л.Г. Индекс суровости условий эксплуатации машин [Текст] / Л.Г. Резник // Нефть и газ. - Тюмень: ТюмГНГУ. - 2000. - №2. - С.112-115.
22. Родионов, Ю.В. Определение эффективности использования грузовых автомобилей в различных сезонных условиях [Текст] / Ю.В. Родионов, М.Ю. Обшивалкин, В.А. Мигачев // Автотранспортное предприятие. 2011. - №1. - С.49-50.
23. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов и др.; под ред. В. М. Власова. - 5-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 480 с.
24. Хусейнова, О.Н. Затраты на обеспечение работоспособности современного грузового автомобиля на послегарантийном пробеге [Текст] / О.Н. Хусейнова, В.А. Янчевский // Грузовик. - 2013. - №8. - С. 34-37.
25. Радченко, С.Ю. Анализ видов повреждений шаровых шарниров [Текст] / С.Ю. Радченко, А.Н. Новиков, А.А. Катунин, М.Д. Тебекин // Мир транспорта и технологических машин. 2012. № 1 (36). С. 8-14.
26. Новиков, А.Н. Окраска автомобилей при ремонте [Текст]: монография / А.Н. Новиков, А.С. Бодров. - Орел: ОрелГТУ, 2008. - 127 с.
27. Новиков, А.Н. Особенности применения порошковых красок при ремонте автомобилей [Текст] / А.Н. Новиков, А.С. Бодров // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2006. - № 7. - С. 32-33.

Гребенников Александр Сергеевич,

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Адрес: 410054, Россия, г.Саратов, ул. Политехническая, 77

Д-р техн. наук, профессор кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство»

E-mail: asg@sstu.ru

Гребенников Сергей Александрович,

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Адрес: 410054, Россия, г.Саратов, ул. Политехническая, 77

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Автомобили и двигатели»

Косарева Анна Владимировна,

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Адрес: 410054, Россия, г.Саратов, ул. Политехническая, 77

Канд. эконом. наук, ассистент кафедры «Экономическая теория и экономика труда»

A.S. GREBENIKOV, S.A. GREBENIKOV, A.V. KOSAREV

UNACCOUNTED FACTORS IN TECHNICAL STANDARDS USE OF MOTOR VEHICLES

The results of theoretical and experimental research of irregularity and cyclicity of automobile parts' development during vehicle operation are given. It is shown that the named irregularity and cyclicity should be taken into account when hauler annual costs for maintenance of fleet of motor vehicles are planned.

Keywords: management, technical condition, irregularity, cyclicity, age repair, operational period.

BIBLIOGRAPHY

1. Avdon`kin, F.N. Teoreticheskie osnovy tekhnicheskoy ekspluatatsii avtomobiley [Tekst] / F.N. Avdon`kin. - М.: Transport, 1985. - 215 s.
2. Ageev, E.V. Povyshenie ekspluatatsionnykh pokazateley vosstanovlennykh detaley avtomobiley na osnove nauchno obosnovannykh resursosberegayushchikh tekhnologiy, materialov i ustroystv [Tekst] / E.V. Ageev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - № 1. - S. 32-41.
3. Grebennikov, A.S. Zavisimost` resursa agregata avtomobilya ot neravnomernosti iskhodnykh zazorov v odnoimennykh sopryazheniyakh [Tekst] / A.S. Grebennikov, S.A. Grebennikov, A.V. Konovalov // Vestnik mashinostroeniya. - 2007. - №6. - S.34-38.
4. Grebennikov, S.A. Izmenenie tekhnicheskogo sostoyaniya elementov elektrooborudovaniya avtomobilya [Tekst] / S.A. Grebennikov, A.S. Grebennikov // Nauchnoe obozrenie. - 2015. - №4. - S.85-91 .

5. Grebennikov, S.A. Rezhimy raboty i izmeneniye tekhnicheskogo sostoyaniya DVS v ekstremal'nykh usloviyakh ekspluatatsii [Tekst]: mezhvuz.sb. nauch. st. / S.A. Grebennikov, V.V.Fokin, A.S. Grebennikov // Izvestiya VolgGTU. - Ser.: Protsestry preobrazovaniya energii i energeticheskie ustanovki. - Vyp. 3. - Volgograd: VolgGTU. - 2011. - №8(81). - S.28-32.
6. Denisov, A.S. Vliyaniye periodichnosti profilaktiki na nadiozhnost' avtomobiley [Tekst] / A.S. Denisov, V.N. Baskov, V.P. Zakharov // Avtotransportnoye predpriyatie. - 2011. - № 1. - S. 51-52.
7. Denisov, A.S. Neravnomernost' korrozionnykh razrusheniy elementov avtomobilya v protsesse ekspluatatsii [Tekst] / A.S.Denisov, S. A. Grebennikov, A.S. Grebennikov, A.S. Obel'tsev // Avtotransportnoye predpriyatie. - 2014. - №10. - S. 43-45.
8. Denisov, A.S. Osnovy formirovaniya ekspluatatsionno-remontnogo tsikla avtomobiley [Tekst] / A.S.Denisov. - Saratov: SGTU, 1999. - 352 s.
9. Denisov, A.S. Tsiklichnost' izmeneniya zatrat na ustraneniye korrozionnykh razrusheniy avtomobilya [Tekst] / A.S. Denisov, S.A. Grebennikov, A.S. Grebennikov, A.S. Obel'tsev // Avtotransportnoye predpriyatie. - 2015. - №5. - S. 49-52.
10. Egorov, V.A. Prognozirovaniye zatrat na kuzovnye raboty [Tekst] / V.A.Egorov, A.A. Abakarov, S.V. ZHankaziev // Gruzovoye i passazhirskoye avtokhozyaystvo. - 2005. - №5. - S.79-84.
11. ZHimalin, A.V. Obosnovaniye tselesoobraznosti regulirovaniya periodichnosti TO po mere vyrabotki resursa koliosnykh transportnykh sredstv na kommercheskikh perevozkakh [Tekst] / A.V. ZHimalin, S.M. Moroz // Gruzovik. - 2014. - №9. - S. 21-23.
12. Ishkov, A.M. Matematicheskaya ritmologiya v rabotosposobnosti tekhniki na Severe [Tekst] / A.M. Ishkov. - YAkutsk: YAkutskiy nauchnyy tsentr SO RAN GUP «Poligrafist». - 2000. - 320 s.
13. Korchagin, V.A. Opredeleniye optimal'noy strategii remontnogo obsluzhivaniya dvigatelya YAMZ-240N [Tekst] / V.A. Korchagin, V.S. Shaternikov, M.V. Shaternikov // Avtotransportnoye predpriyatie. - 2014. - №10. - S.35-39.
14. Kuznetsov, E.S. Upravleniye tekhnicheskoy ekspluatatsiey avtomobiley [Tekst] / E.S. Kuznetsov. - M.: Transport, 1990. - 272 s.
15. Kuz'min, N.A. Nauchnyye osnovy protsessov izmeneniya tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobiley [Tekst]/ N.A. Kuz'min, G.V. Borisov. - Nizhniy Novgorod: Nizhegorod. gos. tekhn. un-t im. R.E.Alekseeva, 2012. - 270 s.
16. Kurganov, V.M. Ekonomicheskie kriterii sistemy ekspluatatsii [Tekst] / V.M. Kurganov // Gruzovoye i passazhirskoye avtokhozyaystvo. - 2007. - №6. - S.32-35.
17. Pavlishin, S.G. Puti povysheniya nadiozhnosti avtomobiley KAMAZ v garantiynnyy period ekspluatatsii [Tekst] / S.G.Pavlishin, A.N. Dul'nev, D.A.Makarov // Avtomobil'naya promyshlennost'. - 2016. - №2. - S.27-29.
18. Polozheniye o tekhnicheskoy obsluzhivaniy i remonte podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta. - M.: Transport, 1986. - 78 s.
19. Pozhivilov, N.V. Osobennosti tekhnologicheskogo rascheta proizvodstvenno-tekhnicheskoy bazy sovremennogo avtobusnogo avtotransportnogo predpriyatiya [Tekst]: sb. nauch. tr./ N.V. Pozhivilov, V.A. Maksimov, L.L. Zimanov // Problemy tekhnicheskoy ekspluatatsii i avtoservisa podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta. - Moskva: MADI. - 2015. - S. 179-182.
20. Pronikov, A.S. Parametricheskaya nadezhnost' mashin [Tekst] / A.S. Pronikov. - M.: MGTU im N. E. Baumana, 2002. - 560 s.
21. Reznik, L.G. Indeks surovosti usloviy ekspluatatsii mashin [Tekst] / L.G. Reznik // Neft' i gaz. - Tyumen': TyumGNGU. - 2000. - №2. - S.112-115.
22. Rodionov, YU.V. Opredeleniye effektivnosti ispol'zovaniya gruzovykh avtomobiley v razlichnykh sezonnykh usloviyakh [Tekst] / YU.V. Rodionov, M.YU. Obshivalkin, V.A. Migachev // Avtotransportnoye predpriyatie. 2011. - №1. - S.49-50.
23. Tekhnicheskoye obsluzhivaniye i remont avtomobiley [Tekst]: uchebnik dlya stud. uchrezhdeniy sred. prof. obrazovaniya / V.M. Vlasov, S.V. ZHankaziev, S.M. Kruglov i dr.; pod red. V. M. Vlasova. - 5-e izd., ster. - M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiyaya», 2007. - 480 s.
24. Huseynova, O.N. Zatraty na obespecheniye rabotosposobnosti sovremennogo gruzovogo avtomobilya na poslegarantiynom probege [Tekst] / O.N. Huseynova, V.A. YAnchevskiy // Gruzovik. - 2013. - №8. - S. 34-37.
25. Radchenko, S.YU. Analiz vidov povrezhdeniy sharovykh sharnirov [Tekst] / S.YU. Radchenko, A.N. Novikov, A.A. Katunin, M.D. Tebekin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. 2012. № 1 (36). S. 8-14.
26. Novikov, A.N. Okraska avtomobiley pri remonte [Tekst]: monografiya / A.N. Novikov, A.S. Bodrov. - Orel: OrelGTU, 2008. - 127 s.
27. Novikov, A.N. Osobennosti primeneniya poroshkovykh krasok pri remonte avtomobiley [Tekst] / A.N. Novikov, A.S. Bodrov // Remont, vosstanovleniye, modernizatsiya. - 2006. - № 7. - S. 32-33.

Grebennikov Aleksandr Sergeevich

FGBOU VO «Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin»

Address: 410054, Russia, Saratov, ul. Polytechnique, 77

Dr. Sc. Sciences, Professor of the Department «Automobiles and automobile economy»

E-mail: asg@sstu.ru

Grebennikov Sergey Aleksandrovich

FGBOU VO «Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin»

Address: 410054, Russia, Saratov, ul. Polytechnique, 77

Kand. tehn. Sciences, Associate Professor of «Cars and engines»

Kosareva Anna Vladimirovna

FGBOU VO «Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin»

Address: 410054, Russia, Saratov, ul. Polytechnique, 77

Kand. Economy. Sciences, Assistant of the Department «Economic Theory and Labour Economics»

УДК 629.113.012.5.001.68

В.Н. АБРАМОВ, А.Г. ГЕРБЕР, В.Б. КАСПАРОВ

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН МОДУЛЬНЫМ ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСОМ

В статье приведена основная структура разработанного программного комплекса оценки на примере «безопасных» («боестойких») шин различной конструкции и их влияние на основные эксплуатационные показатели автомобилей.

Разработано описание модулей (блоков комплекса) и их расчетные возможности для пользователей, база данных, позволяющая значительно упрощать производимые расчеты характеристик шин и показателей автомобилей, а также проводить их ускоренный сравнительный анализ (на примере расчета опорной проходимости автомобиля).

Результаты расчетов программным комплексом позволяют выдавать рекомендации разработчикам автомобильных шин и образцов автомобильной техники уже на стадии их проектирования

Ключевые слова: модульный программный комплекс; «безопасная» («боестойкая») шина; эксплуатационные показатели автомобиля; характеристики шин; база данных; показатель качества; опорная проходимость; рекомендации.

Затраты при проведении экспериментальных исследований составляют значительную и ощутимую долю в стоимости принятого для использования автомобиля, в том числе при проведении заводских, периодических, проверочных, межведомственных и других видов испытаний [1-4]. В тоже время это довольно продолжительный этап при разработке и внедрении в производство новой техники, который предусматривает проведение необходимой сравнительной оценки и анализа получаемых показателей, характеристик с образцами - аналогами и их соответствие с выдвигаемыми при проектировании требованиями заказчика [5-7].

Поэтому, с целью экономии денежных средств, времени при разработке автомобиля и ускорения принятия на снабжение новой техники разработана **структура программного комплекса** (рис. 1), который позволит проводить ускоренные расчетные исследования по оценке влияния конструкции колес и состава материалов шин на показатели безопасности и эксплуатационные свойства автомобильной техники (АТ) в широком диапазоне изменения их характеристик и на этой основе разрабатывать рекомендации по повышению безопасности и живучести образцов АТ [8-15].

Он состоит из трех блоков исходных данных: по образцам АТ (блок А), по шинам (блок В), по условиям проведения расчетных испытаний (блок С). Основу комплекса составляют три расчетных модуля: по расчету напряженно-деформированного и теплового состояния шины (Е); по расчету показателей устойчивости и управляемости образца АТ с «безопасными» шинами (F); по расчету показателей проходимости образца АТ с «безопасными» шинами (G). К этим математическим моделям добавляется блок по расчету воздействия внешних поражающих факторов на «безопасные» шины (D). Комплекс включает блок расчета обобщенных показателей образцов АТ с «безопасными» шинами (H), по которым будет осуществляться оценка совершенства их конструкции.

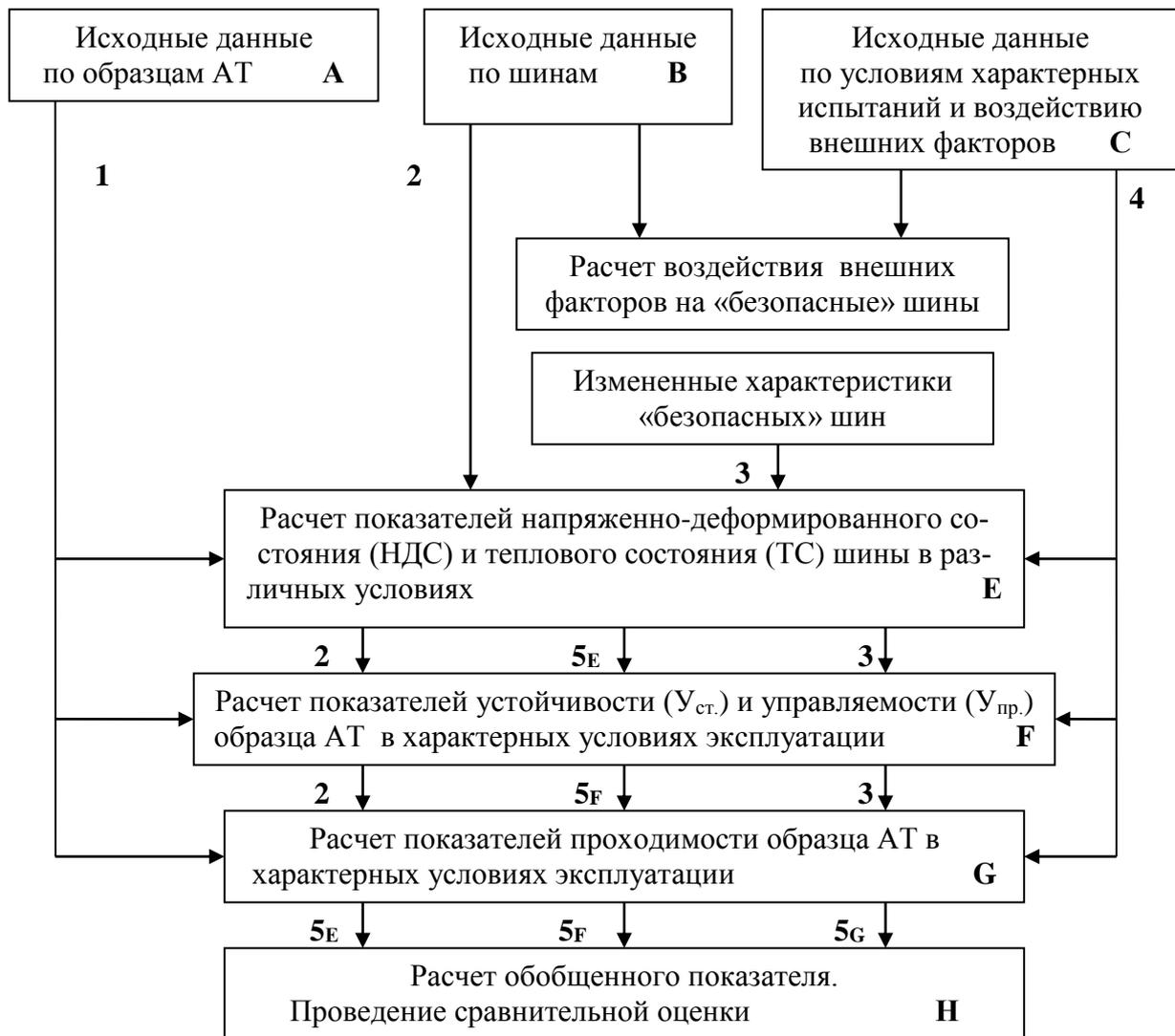


Рисунок 1 – Структура программного комплекса для оценки «безопасных» шин

Оценка результатов сравнительных расчетных испытаний построена на использовании показателей технического уровня и качества автомобилей, начиная от единичных относительных до **обобщенного комплексного показателя качества** (рис.2).

Разработано описание и возможности модулей (блоков) и программного комплекса в целом по расчетной оценке характеристик «безопасных» шин и эксплуатационных показателей образцов АТ с такими шинами, а также порядок работы с модулями с разработкой соответствующей документации для пользователей программного комплекса. Основные интерфейсы программного комплекса представлены на рисунках 3-10.

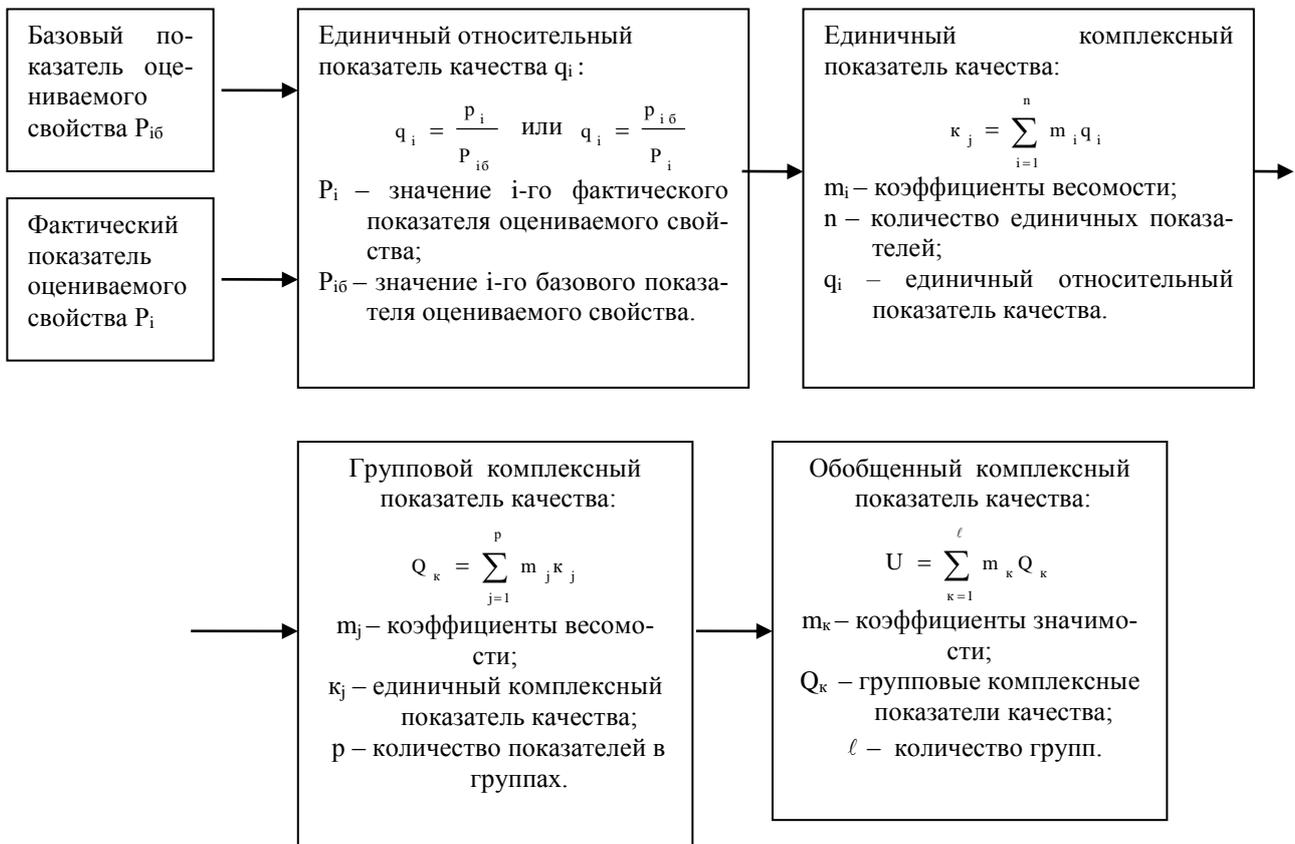


Рисунок 2 – Схема расчета обобщенного комплексного показателя качества автомобиля

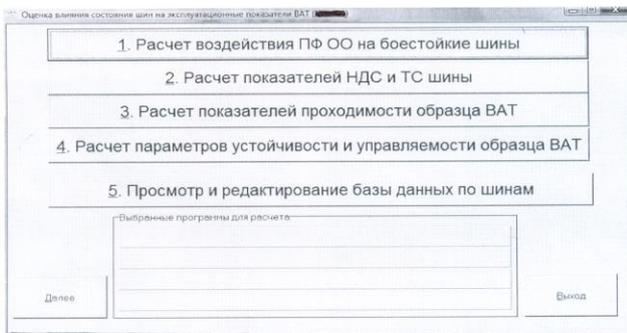


Рисунок 3 - Основной интерфейс программного комплекса

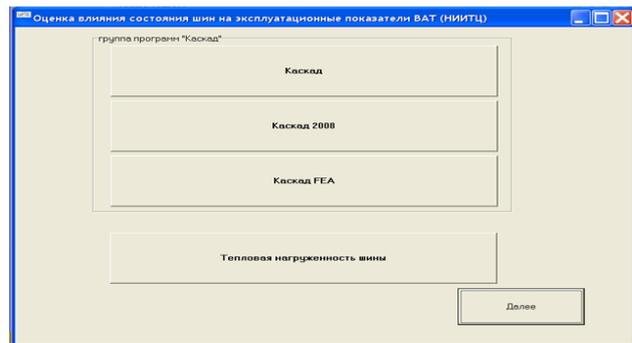


Рисунок 4 - Интерфейс выбора программ для расчета характеристик шин

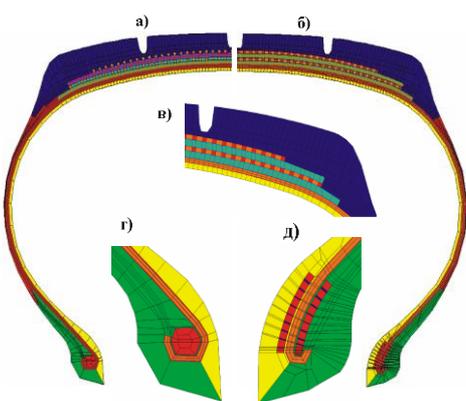


Рисунок 5 - Моделирование деталей (а, б, в, г, д) каркасной шины

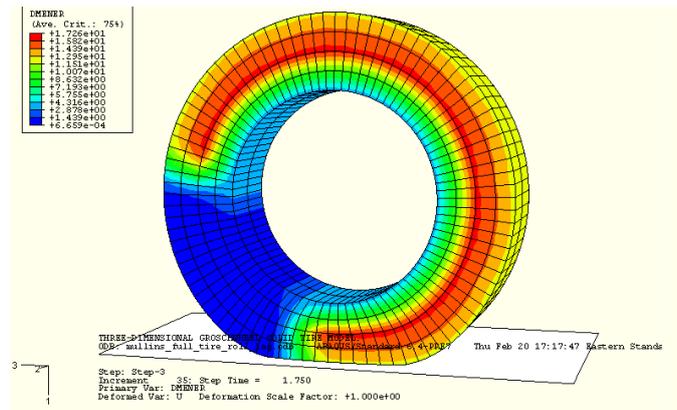


Рисунок 6 – Распределение потерь энергии деформации по объему шины

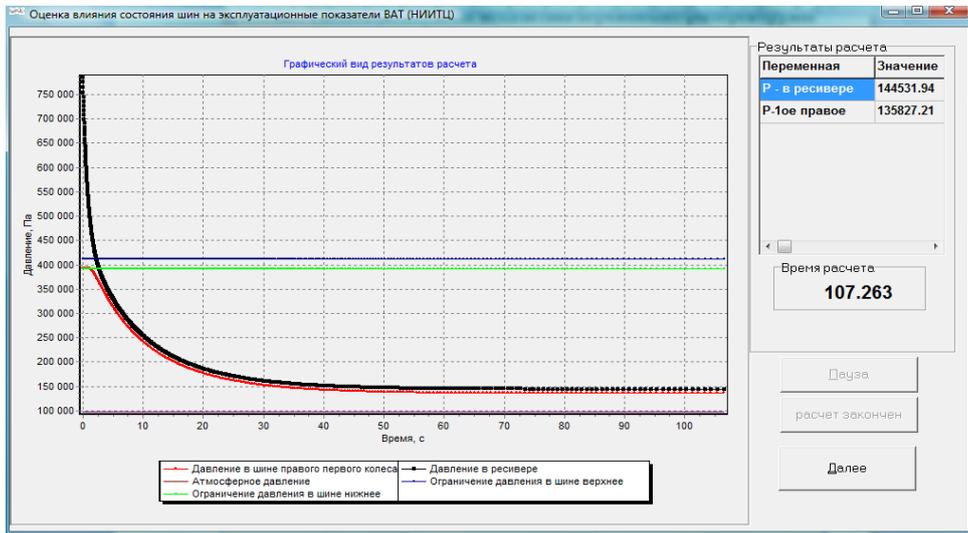


Рисунок 7 - Графики изменения давления в шине и в ресивере при первой пробитине в колесе

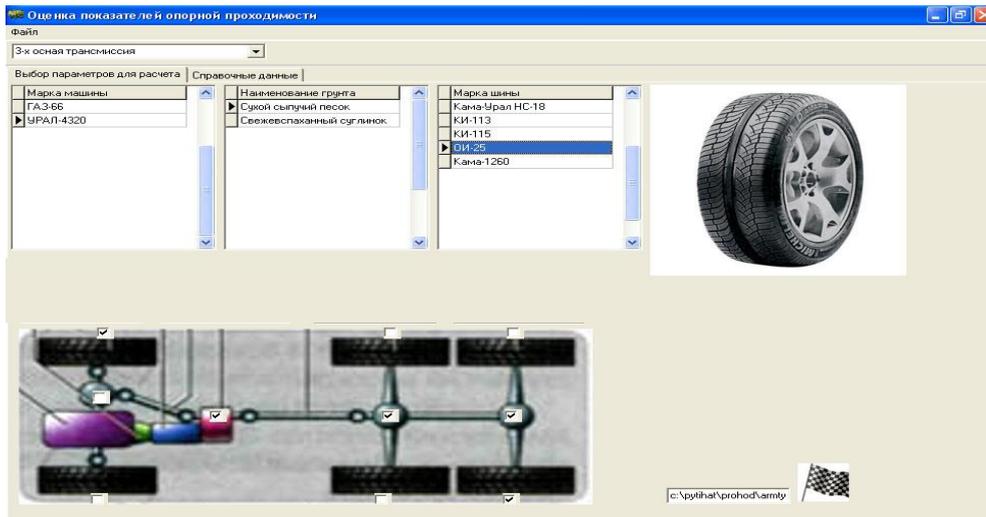


Рисунок 8 - Окно блока программного комплекса по оценке показателей опорной проходимости АТ

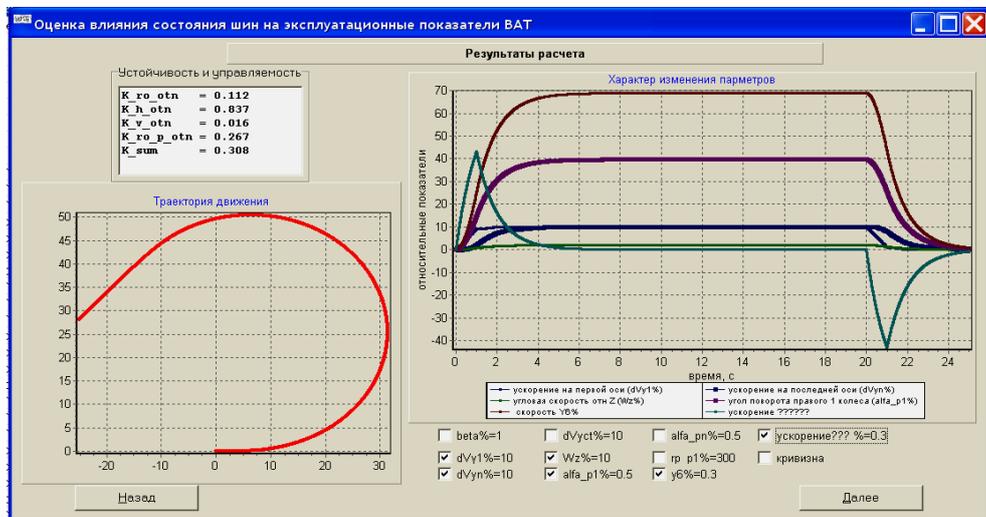


Рисунок 9 - Подблок вывода результатов расчета устойчивости и управляемости АТ

Радиальная, кам

Поиск

O-40EM мод. 9.00R20	БрШЗ	Радиальная Универсаль	1018	7.0-20	2240	0,64	100	КамАЗ, ЗИЛ	475
Michelin XZ4 14.00R20	Франция	Радиальная Универсаль	1239	10.00-20	5000	0,79	80	Передвижки	568
Toyo M140Z 10.00R20	Япония	Радиальная Дорожный	1052	7.5-20	2800	0,71	110	Грузовые ав	490
Toyo M50Z 11R24.5	Япония	Радиальная повшы. Про	1118	8.25-24.5	3250	0,82	100	Грузовые ав	518
Toyo M50Z 10.00R20	Япония	Радиальная повшы. Про	1072	7.5-20	3000	0,82	100	Грузовые ав	498
Continental H 12.00R20	Германия	Радиальная Универсаль	1122	8.50-20	3750	0,83	110	Грузовые ав	515
Continental H 12.00R24	Германия	Радиальная Универсаль	1226	8.50-24	4500	0,83	110	Грузовые ав	566
KAMA-1260-425/95R21	НШЗ	Радиальная повшы. Про	1260	533-310	3000	0,45	100	Полноприво	590
KAMA-1260-425/95R21	НШЗ	Радиальная повшы. Про	1260	533-310	4000	0,56	90	Полноприво	585
I-111 AM 11.00R20	НШЗ, Волт	Радиальная Дорожный	1080	8.00-20	3250	0,81	100	МАЗ, автоб	505
OИ-736 10.00R20	НШЗ, БрШЗ	Радиальная Дорожный	1052	7.5-20	3000	0,82	110	ЛиАЗ-667 и	491

Выбор Очистить

Рисунок 10 – Графическое отображение результатов поиска

Разработана также база данных, которая является одним из основных компонентов программного комплекса при оценке безопасности и эксплуатационных свойств АТ (выполнена на платформе Microsoft Access, имеет специальную интегрированную программу «Проект1» (рис.11), работает в общем интерфейсе программного комплекса), позволяющая значительно упростить производимые расчеты, а также проводить сравнительный анализ отечественных и зарубежных шин. База данных выполнена на платформе Microsoft Access, имеет информационную таблицу «bd_shiny» (рис.12).

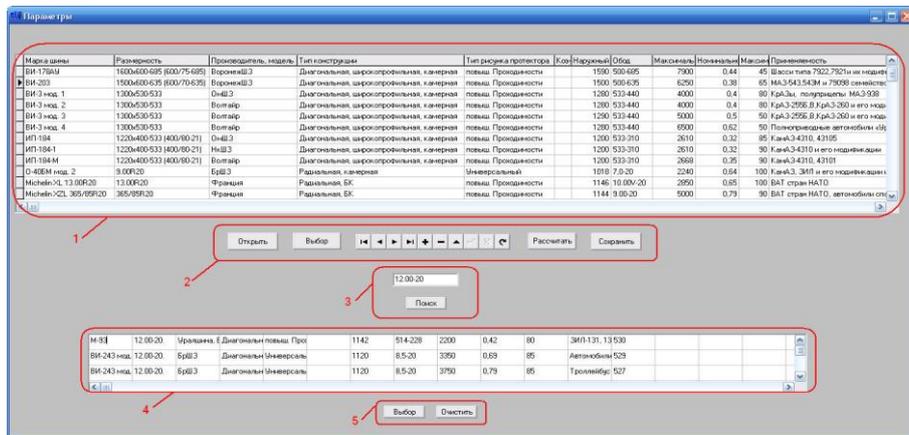


Рисунок 11 - Главное окно программы «Proekt1»

Марка шины	Размерность	Производитель, модель	Тип конструкции	Тип рисунка протектора	Коэфф.	Наружный, диаметр	Обод	Максимальная	Нормальная	Минимальная	Применимость
Сампелла HSC 11R22.5 11R22.5	11R22.5	Германия	Радиальная, каучука	Универсальный	106	8.25-22.5	3000	0,83	110	Грузовые автомобили для пер	
Сампелла HSC 12.00R20 12.00R20	12.00R20	Германия	Радиальная, каучука	Универсальный	112	8.50-20	3750	0,83	110	Грузовые автомобили для пер	
Сампелла HSC 12.00R24 12.00R24	12.00R24	Германия	Радиальная, каучука	Универсальный	122	8.50-24	4500	0,83	110	Грузовые автомобили для пер	
Сампелла HSC 12R22.5 12R22.5	12R22.5	Германия	Радиальная, БК	Универсальный	100	9.00-22.5	3350	0,83	110	Грузовые автомобили для пер	
Сампелла HSC 12R24.5 12R24.5	12R24.5	Германия	Радиальная, БК	Универсальный	114	9.00-24.5	3650	0,83	110	Грузовые автомобили для пер	
Сампелла LSR BR17.5 8R17.5	8R17.5	Германия	Радиальная, БК	Дорожный	86	7.50-17.5	2120	0,79	120	Трейлеры, школьные автобусы	
Сампелла LSR BR17.5 8R17.5	8R17.5	Германия	Радиальная, БК	Дорожный	86	8.00-17.5	1480	0,82	110	Трейлеры, школьные автобусы	
Сампелла LSR BR17.5 8R17.5	8R17.5	Германия	Радиальная, БК	Дорожный	78	5.5-17.5	1295	0,69	120	Трейлеры, школьные автобусы	
Goodyear G287 MSA 11.1 11.00R20	11.00R20	США	Радиальная, каучука	Универсальный	106	7.50-20	3000	0,83	110	Грузовые автомобили (лобово	
Goodyear G287 MSA 11R 11R22.5	11R22.5	США	Радиальная, БК	Универсальный	109	8.25-22.5	3350	0,83	110	Грузовые автомобили (лобово	
Goodyear G287 MSA 11R 11R24.5	11R24.5	США	Радиальная, БК	Универсальный	111	8.25-24.5	3750	0,83	110	Грузовые автомобили (лобово	
Goodyear G287 MSA 12R 12R22.5	12R22.5	США	Радиальная, БК	Универсальный	109	9.00-22.5	3350	0,83	110	Грузовые автомобили (лобово	
Goodyear G287 MSA 12R 12R24.5	12R24.5	США	Радиальная, БК	Универсальный	114	8.25-24.5	3950	0,83	110	Грузовые автомобили (лобово	
Michelin XZ 13.00R20 13.00R20	13.00R20	Франция	Радиальная, БК	Универсальный	114	8.50-20	3950	0,85	110	Грузовые автомобили (лобово	
Michelin XZ 13.00R20 13.00R20	13.00R20	Франция	Радиальная, БК	Универсальный	114	8.50-20	3950	0,85	110	Грузовые автомобили (лобово	
Michelin XZ4 14.00R20 14.00R20	14.00R20	Франция	Радиальная, каучука	Универсальный	124	10.00-20	5000	0,89	80	БАТ стран НАТО для колесниц	
Michelin XZL 24R21 24R21	24R21	Франция	Радиальная, БК	Универсальный	136	16.00-21	7100	0,69	90	БАТ стран НАТО, автомобили с	
Michelin XZL 36R66R20 36R66R20	36R66R20	Франция	Радиальная, БК	Универсальный	114	8.00-20	3600	0,79	90	БАТ стран НАТО, автомобили с	
Michelin XZL 39R66R20 39R66R20	39R66R20	Франция	Радиальная, БК	Универсальный	118	8.00-20	4250	0,86	110	БАТ стран НАТО, автомобили с	
Michelin XZ73 11R24.5 11R24.5	11R24.5	Франция	Радиальная, БК	Универсальный	108	8.25-24.5	3590	0,72	108	БАТ стран НАТО	
Michelin XZ73 11R24.5 11R24.5	11R24.5	Франция	Радиальная, БК	Универсальный	111	8.25-24.5	3950	0,83	108	БАТ стран НАТО	
Michelin XZ73 12R24.5 12R24.5	12R24.5	Франция	Радиальная, каучука	Универсальный	114	9.00-24.5	3650	0,83	108	БАТ стран НАТО	
Toyo M140Z 10.00R20 10.00R20	10.00R20	Япония	Радиальная, каучука	Дорожный	106	7.50-20	2800	0,71	110	Грузовые автомобили (лобово	
Toyo M50Z 11R22.5 11R22.5	11R22.5	Япония	Радиальная, каучука	Дорожный	102	8.25-20	3350	0,82	110	Грузовые автомобили (лобово	
Toyo M50Z 11R22.5 11R22.5	11R22.5	Япония	Радиальная, каучука	Дорожный	107	8.25-20	3000	0,82	100	Грузовые автомобили (лобово	
Toyo M50Z 11R24.5 11R24.5	11R24.5	Япония	Радиальная, каучука	Дорожный	111	8.25-24.5	3500	0,82	100	Грузовые автомобили (лобово	
Toyo M50Z 10.00R20 10.00R20	10.00R20	Япония	Радиальная, каучука	Дорожный	107	7.50-20	3000	0,82	100	Грузовые автомобили (лобово	
BR-1784V 1600-600-635 (600P76-686)	600P76-686	Бразилия	Диагональная, шипорезовый, кам	Универсальный	150	500-635	7900	0,44	45	Шасси типа 7322.7216 и его мод	
BR-203 1600-600-635 (600P76-686)	600P76-686	Бразилия	Диагональная, шипорезовый, кам	Универсальный	150	500-635	6250	0,38	65	МАЗ-543.543М и 79081 самосв	
BR-243 мод. 1 12.00-20	12.00-20	Бразилия	Диагональная, каучука	Универсальный	112	8.50-20	3900	0,69	85	Автомобили МАЗ, КрАЗ	
BR-243 мод. 2 12.00-20	12.00-20	Бразилия	Диагональная, каучука	Универсальный	112	8.50-20	3750	0,78	85	Трамвайы, БИТ-627, БИТ-630	
BR-243 мод. 3 12.00-20	12.00-20	Бразилия	Диагональная, каучука	Универсальный	112	8.50-20	3000	0,66	85	Автомобили МАЗ, КрАЗ	
BR-243 мод. 4 12.00-20	12.00-20	Бразилия	Диагональная, каучука	Универсальный	112	8.50-20	3000	0,66	100	Автомобили МАЗ, КрАЗ	
BR-244 V1 мод.1 9.00-20	9.00-20	Бразилия	Диагональная, каучука	Универсальный	107	7.50-20	2240	0,64	100	КАП-118 и его модификации	
BR-244 V2 мод.2 9.00-20	9.00-20	Бразилия	Диагональная, каучука	Универсальный	107	7.50-20	2060	0,64	100	КАП-118 и его модификации	
BR-3 мод. 1 1300-630-633	1300-630-633	Бразилия	Диагональная, шипорезовый, кам	Универсальный	120	533-440	4000	0,4	80	КрАЗ-2506, КрАЗ-260 и его м	
BR-3 мод. 2 1300-630-633	1300-630-633	Бразилия	Диагональная, шипорезовый, кам	Универсальный	120	533-440	4000	0,5	80	КрАЗ-2506, КрАЗ-260 и его м	
BR-3 мод. 3 1300-630-633	1300-630-633	Бразилия	Диагональная, шипорезовый, кам	Универсальный	120	533-440	6500	0,62	90	Полноприводные автомобили с	
BR-3 мод. 4 1300-630-633	1300-630-633	Бразилия	Диагональная, шипорезовый, кам	Универсальный	120	533-440	6500	0,62	90	Полноприводные автомобили с	
I-111 AM 11.00R20 11.00R20	11.00R20	НШЗ, Волт	Диагональная, каучука	Дорожный	106	8.00-20	3250	0,81	100	МАЗ, автобусы «Волгарь»	
И-129R мод. 1 1220-600-608 (600P76-20)	600P76-20	НШЗ	Диагональная, шипорезовый, кам	Универсальный	118	400-608	3000	0,45	90	КАП-118/1187 и его модификации	
И-129R мод. 2 1220-600-608 (600P76-20)	600P76-20	НШЗ	Диагональная, шипорезовый, кам	Универсальный	118	400-608	4000	0,53	90	КАП-118/1187 и его модификации	

Рисунок 12 - Графическое отображение интерфейса «bd_shiny» в Microsoft Access

Данная программа разработана и функционирует в среде операционной системы Windows и использует систему управления базами данных MS Access. При разработке программы использовались язык программирования C++ и язык обращения к данным SQL. Данная программа может работать как автономно, так и в составе программного комплекса. Программа «Projekt1» полностью интегрирована с СУБД MS Access, что позволяет, используя пользовательский интерфейс программного комплекса, производить различные действия над базой данных (просмотр, корректировка, добавление, удаление данных), использовать данные для расчетов проводимых при помощи программного комплекса для проведения расчетных исследований по оценке безопасности и эксплуатационных свойств АТ.

К примеру, расчет показателей опорной проходимости автомобилей, который проводится в 4 этапа:

I. Решение оптимизационной задачи определения максимальной силы тяги на крюке

$$(P_{a \max} = \sum_{i=1}^m (2R_{xi} - P_{mi}) - P_w \rightarrow \max);$$

II. Определение характеристик движения автомобиля без тяги на крюке с «ползучей» скоростью ($P_a=0$, $V_a=1\text{м/с}$);

III. Определение характеристик движения в режиме буксирования ($V_a=1\text{м/с}$, $P_a = P_{f\bar{o}}$);

IV. Определение максимальной скорости движения в заданных условиях ($V_a=V_{a \max}$, $P_a=0$).

На первом этапе тяга на крюке рассматривается как функция буксования первого колеса автомобиля. Для заданного буксования решается соответствующая система уравнений и методом парабол определяется максимально возможное значение тяги (P_{amax}), кроме того, фиксируются характеристики движения, при которых тяга на крюке наиболее близка к нулю. Максимальная удельная сила тяги на крюке автомобиля (K_{Tmax}) рассчитывается по формуле:

$$K_{Tmax} = P_{amax}/G_a . \quad (1)$$

На втором этапе зафиксированные ранее характеристики принимаются в качестве начальных приближений и решается задача движения автомобиля без тяги на крюке. В результате расчетов непосредственно определяется глубина образуемой колеи – H .

Характеристики движения, полученные на втором этапе, используются в качестве начальных приближений для решения задачи третьего этапа – движения автомобиля в режиме буксирования. Коэффициент сопротивления буксированию находится после определения силы буксирования ($P_{f\bar{o}}$) по формуле:

$$f_{\bar{o}} = P_{f\bar{o}}/G_a . \quad (2)$$

На четвертом этапе, используя в качестве начальных приближений результаты второго этапа, определяется режим работы двигателя и трансмиссии, в котором неравенство (3) обращается в равенство (то есть в котором вся мощность двигателя расходуется только на обеспечение движения автомобиля) – это и есть режим, в котором скорость автомобиля будет максимальна ($V_a=V_{a \max}$):

$$N_o \eta_m - 2(1 + \kappa_v (V_{a \max} - 1)) \sum_{i=1}^m M_{ki} \omega_{ki} - P_w V_{a \max} - P_a V_{a \max} \geq 0 . \quad (3)$$

По окончании расчетов (рис. 13, 14) на экране отображаются расчетные показатели опорной проходимости, а в файл, кроме того, заносятся подробные характеристики движения автомобиля в каждом режиме (реакции и моменты на колесах, прогибы шин, глубины колеи, буксования и т.д.).

Рисунок 13 – Ввод исходных данных

Lister - [c:\Pytixat\Proход\1.DAT]

Файл Правка Вид Справка

рм 1.00 Доля G1/Ga 0.46 Pkr= 987 M1/Ma= 0.40
 Режим максимальной тяги 0.001 Fa= 0.40973 Ktmaxn= 0.260

	Sb	rk	z	h	Pt	Tb	Mk	Rz
1-копесо:	0.387	33.8	5.9	6.5	419.1	0.0	341	1517
2-копесо:	0.376	33.8	8.8	17.7	567.6	0.0	518	2283

Свободный режим движения Fa= 0.10570 Ktmaxn= 0.000

	Sb	rk	z	h	Pt	Tb	Mk	Rz
1-копесо:	0.015	53.8	7.5	2.5	39.6	0.0	117	1685
2-копесо:	0.001	53.8	9.7	4.0	-39.4	0.0	99	2115

	itr	nrk	nkp	od	Umax
12	42.626	1	1	2600	12.4 км/ч
11	25.531	1	2	2600	20.6 км/ч
10	24.818	2	1	2600	21.2 км/ч
9	15.826	1	3	2600	33.3 км/ч
8	14.865	2	2	2600	35.5 км/ч
7	10.227	1	4	1498	29.7 км/ч
6	9.214	2	3	1127	24.8 км/ч

Режим максимальной скорости
 Максим. скорость 35.45км/ч при об. 2600 пер. числе тран. 14.865

Рисунок 14 – Результаты расчета (показателей опорной проходимости – пример)

Внедрение разработанного программного комплекса расчета основных показателей автомобилей с пневматическими шинами и внутренней дополнительной опорой (ВДО) в различных дорожных условиях позволит сократить расходы на 26 % за счет сокращения объема экспериментальных работ.

ВЫВОДЫ

Основными результатами, полученными в ходе выполнения исследований, следует считать:

- математические модели и программный комплекс для проведения расчетных исследований по оценке показателей автомобилей с «безопасными» шинами различной конструкции и типоразмеров в реальных условиях эксплуатации и при воздействии поражающих внешних факторов (в том числе от обычного оружия – ПФ ОО);
- результаты теоретических исследований с помощью разработанного программного обеспечения, которые позволили оценить уровень эксплуатационных показателей автомобилей с «безопасными» шинами и разработать обоснованные предложения по конструкции и составу материалов перспективных автомобильных шин для повышения их безопасности, снижению массовых показателей, а также рекомендации по повышению проходимости, улучшению устойчивости и управляемости, снижению тепловой нагруженности автомобилей с «безопасными» шинами в условиях воздействия внешних факторов;

- создана база данных по конструктивному исполнению и основным характеристикам шин (колес) отечественного (62 образца) и зарубежного (30 образцов) производства.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований подтвердили возможность увеличения безопасности шин образцов АТ на 20-50 % за счет конструктивных мероприятий, снижения тепловой нагруженности радиальных шин на 25-35 % за счет использования перспективных материалов с низкими гистерезисными потерями и выполнения требований по удельной нагруженности шин по объему (не более 8,0 т/м³), снижения массовых показателей шин на 15-20 % за счет использования цельно-металлического каркаса шин [19].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Результаты экспериментальных исследований полноприводных автомобилей с различными конструкциями шин [Текст]: отчет о НИР (заключ.) / ФГУП 21 НИИИ МО РФ; рук. Чистов М.П.; исполн.: Абрамов В.Н., Аипов Т.А. и др. - Бронницы, 2009. - 168 с.
2. Экспериментальные исследования по оценке конструкции, состава материалов «безопасных» шин отечественного и зарубежного производства и показателей эксплуатационных свойств АТ [Текст]: отчет о НИР (заключ.) / ФГУП 21 НИИИ МО РФ; рук. Стариков А.Ф.; исполн.: Сибиляев М.К., Абрамов В.Н., Аипов Т.А., Ильин А.В. и др. - Бронницы, 2011. - 265 с.
3. Типовые испытания боестойких колес на изделиях ГАЗ-39371 [Текст]: отчет о НИР (промежуточ.) / ФГУП 21 НИИИ МО РФ; рук. Стариков А.Ф.; исполн.: Чистов М.П., Абрамов В.Н. и др. - Бронницы, 2004. - 259 с. - Инв. № 8945.
4. Методика расчета показателей опорной проходимости полноприводных автомобилей на ЭЦВМ [Текст]: отчет о НИР/ФГУП 21 НИИИ МО РФ; рук. Чистов М.П.; исполн.: Абрамов В.Н., Аипов Т.А. и др. - Бронницы, 2009. - 59 с. - Инв. № 6312.
5. Абрамов, В.Н. Оценка и выбор пневматических шин регулируемого давления для армейских автомобилей [Текст]: монография / В.Н. Абрамов, М.П. Чистов, И.В. Веселов, А.А. Колтуков. - М.: ПИК ВИНТИ, 2006. - 223 с.: ил.
6. ГОСТ РВ 52395-2005. Шины пневматические с регулируемым давлением для военной техники. Общие технические требования [Текст]. - Введ. 2006-07 - 01. - М.: Стандартиформ, 2005. - 5 с.
7. Абрамов, В.Н. К вопросу о технических требованиях к шинам перспективных образцов военной автомобильной техники (ВАТ) и повышении их надежности [Текст]: сборник информационных материалов технического комитета по стандартизации / В.Н. Абрамов, М.П. Чистов // Вестник ТК-97. - № 97. - М.: ФГУП НИИШП. - 2002. - №2. - С. 11-27.
8. Разработка Типажа шин для серийных и перспективных образцов АТ [Текст]: отчет о НИР / ФГУП 21 НИИИ МО РФ; рук. Стариков А.Ф.; исполн.: В.Н. Абрамов, М.П. Чистов и др. - Бронницы, 2002. - 257 с. - Инв. 8635.
9. Исследование проблем создания и конструктивных решений «безопасных» шин и шин повышенной ходимости для перспективных образцов автомобильной техники [Текст]: отчет о НИР / НИИТЦ; рук. Стариков А.Ф.; исполн.: В.Н. Абрамов, М.П. Чистов и др. - Бронницы, 2008. - 257 с. - Инв. 8035.
10. Разработка шин и дисков для перспективных образцов АТ [Текст]: отчет о НИР / НИИТЦ; рук. Стариков А.Ф.; исполн.: В.Н. Абрамов, М.П. Чистов и др. - Бронницы, 2008. - 178с. - Инв. 8037.
11. Исследование путей повышения подвижности многоцелевых автомобилей на местности (при движении по деформируемым грунтам, снежной целине и при преодолении водных преград вброд) [Текст]: отчет о НИР / ФГУП 21 НИИИ МО РФ; рук. Стариков А.Ф.; исполн.: В.Н. Абрамов, М.П. Чистов и др. - Бронницы, 2004. - 190 с. - Инв. 7726.
12. О конструкции бескамерных радиальных шин ведущих зарубежных фирм [Текст]: экспресс-информация. - М.: Шинная промышленность, 2007. - №7. - С. 11.
13. О перспективности безопасных шин, сохраняющих работоспособность при спуске давления [Текст]: экспресс-информация. - М.: Шинная промышленность, 2006. - №7. - С. 5.
14. Исследование путей повышения маневренных свойств автомобилей многоцелевого назначения и оценка показателей их движения по местности [Текст]: отчет о НИР/ ФГУП 21 НИИИ МО РФ; рук. Стариков А.Ф.; исполн.: В.Н. Абрамов, М.П. Чистов и др. - Бронницы, 2006. - 143 с. - Инв. 8163.
15. Исследование способов повышения проходимости автомобилей многоцелевого назначения по грунтам с низкой несущей способностью и пересеченной местности [Текст]: отчет о НИР/ ФГУП 21 НИИИ МО РФ; рук. Стариков А.Ф.; исполн.: В.Н. Абрамов, М.П. Чистов и др. - Бронницы, 2008. - 210 с. - Инв. 1449.
16. Пат. 2291788 Российская Федерация, МПК В60С 17/06. Колесо транспортного средства [Текст] / Абрамов В.Н., Чистов М.П., Веселов И.В., Белозубов В.В., Майоров Г.П., Колтуков А.А.; заявитель и патентообладатель ФГУП 21 НИИИ МО РФ. - № 2005120852/11; заявл. 04.07.05; опубл. 20.01.07, Бюл. № 2. - 9с.: ил.
17. Пат. 2397878 Российская Федерация, МПК В60С 9/24, В60С 9/16. Безопасная шина каркасного типа [Текст] / Абрамов В.Н., Веселов И.В., Чистов М.П., Стариков А.Ф., Усов А.Т., Майоров Г.П., Колтуков А.А.;

заявитель и патентообладатель ФГУП 21 НИИИ МО РФ. - № 2009124862/11; заявл. 29.06.09; опубл. 27.08.10, Бюл. № 24. – 7с.: ил.

18. Пат. 2461468 Российская Федерация, МПК В60С 17/06. Внутренняя опора пневматической шины безопасного колеса / Авторы: Чистов М.П., Абрамов В.Н., Веселов И.В., Стариков А.Ф., Усов А.Т., Сдобнов К.С., Колтуков А.А., Бабакин А.Н.; заявитель и патентообладатель НИИЦ АТ 3 ЦНИИ МО РФ. - №2009124863/11; заявл. 29.06.09; опубл. 10.01.11, Бюл. №1. – 7с.: ил.

19. Абрамов, В.Н. Перспективность разработки целиком металлокордных шин [Текст] / В.Н. Абрамов, А.Г. Гербер, В.Б. Каспаров // Мир транспорта и технологических машин. – Орел: Госуниверситет-УНПК. - 2015. - № 2(49). - С. 37-49.

20. Веселов, И.В. Выбор рецептурно-конструкционных параметров при создании внутренних опор безопасности пневматических шин [Текст] / И.В. Веселов, В.Н. Абрамов, К.С. Сдобнов // Проблемы шин и резинокордных композитов. - М.:НИИШП. – 2011. - Т. 2 - С. 134-143.

21. Новиков, А.Н. Управление качеством окружающей среды региона при воздействии автотранспорта (на примере Орловской области) [Текст]: сборник докладов международной научно-технической конференции / А.Н. Новиков, О.А. Ивашук // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин. – Тюмень. - 2006. - С. 146-148.

22. Новиков, А.Н. Экологический мониторинг воздействия автотранспорта на акустическую среду города [Текст] / А.Н. Новиков, О.А. Ивашук, В.В. Васильева // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2006. - № 6. - С. 33-34.

23. Новиков, А.Н. Анализ влияния технических неисправностей транспортных средств на уровень дорожной безопасности [Текст] / А.Н.Новиков, М.В. Кулев, А.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин. - 2010. - № 1 (28). - С. 8-11.

Абрамов Вячеслав Николаевич

Научно-исследовательский испытательный центр (исследований и перспектив развития автомобильной техники Вооруженных Сил Российской Федерации) «Федерального бюджетного учреждения 3 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации» - НИИЦ АТ ВС «ФБУ 3 ЦНИИ МО РФ»

Адрес: 140170, Россия, г. Бронницы, Московская область, ул. Советская, д. 106

Д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник

E-mail: tabakar456@mail.ru

Гербер Александр Григорьевич

Рязанское высшее воздушно – десантное командное училище (Военный институт) имени генерала армии В.Ф. Маргелова – РВВДКУ

Адрес: 390031, Россия, г. Рязань, пл. Маргелова, 1

Доцент кафедры «Автомобильная служба»

Каспаров Владислав Борисович

Научно-исследовательский испытательный центр (исследований и перспектив развития автомобильной техники Вооруженных Сил Российской Федерации) «Федерального бюджетного учреждения 3 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации» - НИИЦ АТ ВС «ФБУ 3 ЦНИИ МО РФ»

Адрес: 140170, Россия, г. Бронницы, Московская область, п. Горка, д. 15

Начальник научного управления

E-mail: vladislav_2802@mail.ru

V.N. ABRAMOV, A.G. GERBER, V.B. KASPAROV

ACCOUNTING ESTIMATION OF THE CAR BUSES BY MODULE PROGRAM COMPLEX

In article is brought main structure designed program complex of the estimation on example «sale» («bulletproof») buses to different design and their influence upon the main working factors of the cars.

The designed description of the modules (the block of the complex) and their accounting possibilities for users, the database, allowing vastly simplify the produced calculations of the features of the buses and factors of the cars, as well as conduct their speed benchmark analysis (on example of the calculation to supporting passability of the car).

The results calculation by program complex allow to give the recommendations a developer car buses and sample of the car technology on stage of their designing already.

Keywords: *module program complex, «safe» («bulletproof») bus, the working factors of the car, the features of the buses, the database, the factor quality, the supporting passability, the recommendations.*

BIBLIOGRAPHY

1. Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy polnoprivodnykh avtomobiley s razlichnymi kon-struktsiyami shin [Tekst]: otchet o NIR (zaklyuch.) / FGUP 21 NIII MO RF; ruk. Chistov M.P.; ispoln.: Abramov V.N., Aipov T.A. i dr. - Bronnitsy, 2009. - 168 s.
2. Eksperimental'nye issledovaniya po otsenke konstruksii, sostava materialov «bezopasnykh» shin otechestvennogo i zarubezhnogo proizvodstva i pokazateley ekspluatatsionnykh svoystv AT [Tekst]: otchet o NIR (zakl.) / FGUP 21 NIII MO RF; ruk. Starikov A.F.; ispoln.: Sibilyaev M.K., Abramov V.N., Aipov T.A., Il'in A.V. i dr. - Bronnitsy, 2011. - 265 s.
3. Tipovye ispytaniya boestoykikh koles na izdeliyakh GAZ-39371 [Tekst]: otchet o NIR (promezhutoch.) / FGUP 21 NIII MO RF; ruk. Starikov A.F.; ispoln.: Chistov M.P., Abramov V.N. i dr. - Bronnitsy, 2004. - 259 s. - Inv. № 8945.
4. Metodika rascheta pokazateley opornoy prokhodimosti polnoprivodnykh avtomobiley na ETSVM [Tekst]: otchet o NIR/FGUP 21 NIII MO RF; ruk. Chistov M.P.; ispoln.: Abramov V.N., Aipov T.A. i dr. - Bronnitsy., 2009. - 59 s. - Inv. № 6312.
5. Abramov, V.N. Otsenka i vybor pnevmaticheskikh shin reguliruemogo davleniya dlya armeyskikh avtomobiley [Tekst]: monografiya / V.N. Abramov, M.P. Chistov, I.V. Veselov, A.A. Koltukov. - M.: PIK VINITI, 2006. - 223 s.: il.
6. GOST RV 52395-2005. Shiny pnevmaticheskie s reguliruemym davleniem dlya voennoy tekhniki. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya [Tekst]. - Vved. 2006-07 - 01. - M.: Standartinform, 2005. - 5 s.
7. Abramov, V.N. K voprosu o tekhnicheskikh trebovaniyakh k shinam perspektivnykh obraztsov voennoy avtomobil'noy tekhniki (VAT) i povyshenii ikh nadezhnosti [Tekst]: sbornik informatsionnykh materialov tekhnicheskogo komiteta po standartizatsii / V.N. Abramov, M.P. Chistov // Vestnik TK-97. - № 97. - M: FGUP NIISHP. - 2002. - №2. - S. 11-27.
8. Razrabotka Tipazha shin dlya seriynykh i perspektivnykh obraztsov AT [Tekst]: otchet o NIR / FGUP 21 NIII MO RF; ruk. Starikov A.F.; ispoln.: V.N. Abramov, M.P. Chistov i dr. - Bronnitsy., 2002. - 257 s. - Inv. 8635.
9. Issledovanie problem sozdaniya i konstruktivnykh resheniy «bezopasnykh» shin i shin povyshennoy khodimosti dlya perspektivnykh obraztsov avtomobil'noy tekhniki [Tekst]: otchet o NIR / NIITTS; ruk. Starikov A.F.; ispoln.: V.N. Abramov, M.P. Chistov i dr. - Bronnitsy, 2008. - 257 s. - Inv. 8035.
10. Razrabotka shin i diskov dlya perspektivnykh obraztsov AT [Tekst]: otchet o NIR / NIITTS; ruk. Starikov A.F.; ispoln.: V.N. Abramov, M.P. Chistov i dr. - Bronnitsy, 2008. - 178s. - Inv. 8037.
11. Issledovanie putey povysheniya podvizhnosti mnogotselovykh avtomobiley na mestnosti (pri dvi-zhenii po deformiruemym gruntam, snezhnoy tseline i pri preodolenii vodnykh pregrad vbrod) [Tekst]: otchet o NIR / FGUP 21 NIII MO RF; ruk. Starikov A.F.; ispoln.: V.N. Abramov, M.P. Chistov i dr. - Bronnitsy, 2004. - 190 s. - Inv. 7726.
12. O konstruksii beskamernykh radial'nykh shin vedushchikh zarubezhnykh firm [Tekst]: ekspres-sinformatsiya. - M.: Shinnaya promyshlennost', 2007. - №7. - S. 11.
13. O perspektivnosti bezopasnykh shin, sokhranyayushchikh rabotosposobnost' pri spuske davleniya [Tekst]: ekspres-sinformatsiya. - M: Shinnaya promyshlennost', 2006. - №7. - S. 5.
14. Issledovanie putey povysheniya manevrennykh svoystv avtomobiley mnogotselovogo naznacheniya i otsenka pokazateley ikh dvizheniya po mestnosti [Tekst]: otchet o NIR/ FGUP 21 NIII MO RF; ruk. Starikov A.F.; ispoln.: V.N. Abramov, M.P. Chistov i dr. - Bronnitsy, 2006. - 143 s. - Inv. 8163.
15. Issledovanie sposobov povysheniya prokhodimosti avtomobiley mnogotselovogo naznacheniya po gruntam s nizkoy nesushchey sposobnost'yu i peresechennoy mestnosti [Tekst]: otchet o NIR/ FGUP 21 NIII MO RF; ruk. Starikov A.F.; ispoln.: V.N. Abramov, M.P. Chistov i dr. - Bronnitsy, 2008. - 210 s. - Inv. 1449.
16. Pat. 2291788 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V60S 17/06. Koleso transportnogo sredstva [Tekst] / Abramov V.N., Chistov M.P., Veselov I.V., Belozubov V.V., Mayorov G.P., Koltukov A.A.; zayavitel' i patento-obladatel' FGUP 21 NIII MO RF. - № 2005120852/11; zayavl. 04.07.05; opubl. 20.01.07, Byul. № 2. - 9s.: il.
17. Pat. 2397878 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V60S 9/24, V60S 9/16. Bezopasnaya shina karkasnogo ti-pa [Tekst] / Abramov V.N., Veselov I.V., Chistov M.P., Starikov A.F., Usov A.T., Mayorov G.P., Koltukov A.A.; zayavi-tel' i patentoobladatel' FGUP 21 NIII MO RF. - № 2009124862/11; zayavl. 29.06.09; opubl. 27.08.10, Byul. № 24. - 7s.: il.
18. Pat. 2461468 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V60S 17/06. Vnutrennyaya opora pnevmaticheskoy shiny be-zopasnogo kolesa / Avtory: Chistov M.P., Abramov V.N., Veselov I.V., Starikov A.F., Usov A.T., Sdobnov K.S., Kol-tukov A.A., Babakin A.N.; zayavitel' i patentoobladatel' NIITS AT 3 TSNII MO RF. - №2009124863/11; zayavl. 29.06.09; opubl. 10.01.11, Byul. №1. - 7s.: il.
19. Abramov, V.N. Perspektivnost' razrabotki tselikom metallokordnykh shin [Tekst] / V.N. Abramov, A.G. Gerber, V.B. Kasparov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel: Gosuniversitet-UNPK. - 2015. - № 2(49). - S. 37-49.
20. Veselov, I.V. Vybor retsepturno-konstruksionnykh parametrov pri sozdanii vnutrennikh opor bezopasnosti pnevmaticheskikh shin [Tekst] / I.V. Veselov, V.N. Abramov, K.S. Sdobnov // Problemy shin i rezinokordnykh kompozitov. - M.: NIISHP. - 2011. - T. 2 - S. 134-143.

21. Novikov, A.N. Upravlenie kachestvom okruzhayushchey sredy regiona pri vozdeystvii avtotransporta (na primere Orlovskoy oblasti) [Tekst]: sbornik dokladov mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk // Problemy ekspluatatsii i obsluzhivaniya transportno-tekhnologicheskikh mashin. -Tyumen`. - 2006. - S. 146-148.

22. Novikov, A.N. Ekologicheskiy monitoring vozdeystviya avtotransporta na akusticheskuyu sredu go-roda [Tekst] / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk, V.V. Vasil`eva // Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya. - 2006. - № 6. - S. 33-34.

23. Novikov, A.N. Analiz vliyaniya tekhnicheskikh neispravnostey transportnykh sredstv na uroven` dorozhnoy bezopasnosti [Tekst] / A.N. Novikov, M.V. Kulev, A.V. Kulev // Mir transporta i tekhnologicheskikh ma-shin. - 2010. - № 1 (28). - S. 8-11.

Abramov Vyacheslav Nikolaevich

Research Test Center (research and development prospects of car-term equipment of the Armed Forces) «Federal budget institutions 3 Central-tion Research Institute of the Russian Ministry of Defense» - NIITs AT BC «FBU 3 CRI Defense of the Russian Federation»

Address: 140170, Russia, Bronnitsy, Moscow Region, Str. Sovetskaya, d. 106

Dr. Sc. Sciences, Professor, Chief Researcher

E-mail: tabakar456@mail.ru

Gerber Alexander Grigor'evich

Ryazan Higher Airborne - landing command school (Military institute) named after General al-mission VF Margelov - RVVDKU

Address: 390031, Russia, Ryazan, pl. Margelov, 1

Assistant professor of «Car Service»

Kasparov Vladislav Borisovich

Research Test Center (research and development prospects of car-term equipment of the Armed Forces) «Federal budget institutions 3 Central-tion Research Institute of the Russian Ministry of Defense» - NIITs AT BC «FBU 3 CRI Defense of the Russian Federation»

Address: 140170, Russia, Bronnitsy, Moscow Region, Hill n, d. 15.

Head of Scientific Management

E-mail: vladislav_2802@mail.ru

*Продолжается подписка на журнал
«Мир транспорта и
технологических машин»*

Подписной индекс журнала:

16376 («Пресса России»)

Подписка через редакцию:

(с любого месяца)

Информация о подписке на нашем сайте

www.oreluniver.ru

Тел. +7 905 856 6556

Е.А. ВОРОБЬЕВ, Е.В. АГЕЕВ, И.П. ЕМЕЛЬЯНОВ

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Представлены результаты исследования трибологических характеристик плазменных покрытий коленчатого вала двигателя КамАЗ-740, полученных с использованием электроэрозионных материалов.

Ключевые слова: *отходы быстрорежущих сталей, электроэрозионное диспергирование, порошковые материалы, коленчатый вал, плазменно-порошковая наплавка, плазменные покрытия, двигатель внутреннего сгорания.*

Коленчатый вал это одна из наиболее ответственных, дорогостоящих, а также сложных в изготовлении и ремонте деталей двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Причем стоимость нового вала в 4...6 раз выше стоимости восстановленного. Особенно ощутима эта разница для коленчатых валов ДВС автотракторной техники импортного производства, доля которых в общем объеме автотракторной техники нашей страны с каждым годом неуклонно возрастает. Коленчатый вал является прецизионной (т.е. очень точной) деталью. В процессе эксплуатации испытывает износ в условиях знакопеременных нагрузок. Основные требования к коленчатому валу современного двигателя ДВС:

- высокая твердость, износостойкость и точность всех поверхностей, сопрягаемых с другими деталями кривошипно-шатунного механизма;
- высокая усталостная прочность;
- уравновешенность.

Коленчатые валы могут иметь две - восемь коренных шеек и одну - восемь шатунных. Заготовки коленчатых валов получают горячей штамповкой или литьем. Штампованные коленчатые валы изготавливают из углеродистых и легированных сталей (марок 40X, 45, 45X, 45Г2, 50, 50Г). Шейки стальных коленчатых валов упрочняют закалкой токами высокой частоты до твердости HRC 52...62. Глубина поверхностно-закаленного слоя валов различных двигателей находится в пределах от 2,5 до 6,5 мм. Точность обработки поверхностей коленчатых валов характеризуется следующими данными: коренные и шатунные шейки обрабатываются по 5 или 6 квалитетам; овальность, конусообразность и седлообразность шеек не более 0,005...0,01 мм; шероховатость (Ra) поверхностей шеек 0,63...0,08 мкм.

Коленчатый вал ДВС при работе подвергается периодически действующим нагрузкам от давления газов и сил инерции возвратно-движущихся и вращающихся частей. Особенности кинематики кривошипно-шатунного механизма и условий его работы вызывают неравномерность нагрузки, действующей на шейки вала, что приводит к искажению их геометрической формы и к износу шатунных и коренных шеек. Причем шатунные шейки по сравнению с коренными имеют более высокие показатели износа. Износ шатунных шеек больше износа коренных шеек на 30...40 % и более. Основной причиной износа шеек является абразивное действие механических частиц, которые не выносятся из подшипника и под действием больших давлений внедряются в мягкую основу антифрикционного слоя, постоянно царапая и изнашивая шейки. В зоне выхода масла из отверстия на вкладыше образуется как бы кольцевой нарост из абразивных частиц, под действием которого на шейке вырабатывается кольцевая канавка [1].

Для уменьшения попадания механических частиц в масляный зазор и с целью повышения долговечности в выпускаемых в настоящее время двигателях устраиваются грязеуловители, закрываемые пробками, масло к поверхности шеек поступает через отверстие. Характерным в износе коренных шеек является наличие неизношенного кольцевого пояса от масляной канавки во вкладышах.

Долговечность коленчатых валов в основном определяется износом шатунных шеек [106]. Для уменьшения трения к подшипникам (вкладышам) коренных и шатунных шеек осуществляется подвод масла под давлением от масляного насоса ДВС. Коленчатый вал (коренные и шатунные шейки) и подшипники (вкладыши) работают преимущественно при жидкостном трении. Но при неблагоприятных условиях (плохой фильтрации масла и загрязнении различными посторонними частицами, обычно пылью воздуха) трение этих деталей переходит в граничное. В эти моменты возникают высокие местные усилия, под действием которых происходит углубление поверхностных микротрещин и износ. При этом поверхностно-активные вещества, находящиеся в микротрещинах, облегчают разрушение и пластическое деформирование трущихся поверхностей - эффект академика П.А. Ребиндера. Расширение и углубление поверхностных трещин под влиянием поверхностно-активных веществ усиливается благодаря расклинивающему действию смазочной прослойки, расположенной внутри трещины. Заполняя поверхностные трещины трущихся тел, смазывающая жидкость проявляет расклинивающее действие на стенки трещин, стремится их расширить и тем самым облегчает разрушение твердого тела. Под действием больших нагрузок, которые испытывает коленчатый вал и проявлении эффекта П.А. Ребиндера повышается отрицательное влияние поверхностно-активных молекул на действие смазочной прослойки, расположенной между поверхностями трущихся тел.

Таким образом, процесс постепенного изменения размеров, т. е. изнашивание трущихся поверхностей коленчатого вала ДВС является нежелательным, но неизбежным. При этом основным видом изнашивания коленчатого вала является абразивное, которое получается в результате режущего и царапающего действия посторонних частиц.

На сегодняшний день коленчатые валы ДВС успешно ремонтируются в пределах своих ремонтных размеров путем шлифования. Но, стоит размерам вала выйти из ремонтных, как появляются трудности с наращиванием поверхностей. При выборе способа восстановления и упрочнения изношенных шеек валов необходимо исходить из геометрических размеров и свойств материала изделия, а также технологических возможностей процесса восстановления с учетом обеспечения работоспособности восстановленного изделия и экономической эффективности применения выбранного технологического варианта. Восстановление коленчатых валов ДВС преследует цель вернуть этим деталям необходимые геометрические размеры и обеспечить достаточную их работоспособность и служебные свойства [1, 2].

В настоящее время одним из наиболее перспективных способов восстановления и упрочнения изношенных шеек коленчатых валов является плазменно-порошковая наплавка (ППН). В качестве материала при ППН деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания, используются порошковые наплавочные материалы, в структуре которых содержатся высокотвёрдые фазы и относительно пластичная матрица. Таким материалом является порошковая быстрорежущая сталь.

Одним из наиболее перспективных методов получения порошковых материалов из отходов металлических сплавов является электроэрозионное диспергирование (ЭЭД) [3-22].

Целью настоящей работы являлось исследование трибологических характеристик плазменных покрытий коленчатого вала двигателя КамАЗ-740, полученных с использованием электроэрозионных материалов.

Для выполнения намеченных исследований выбраны бракованный и сломанный инструмент (сверла, метчики, плашки) из быстрорежущей стали Р6М5. В качестве рабочей жидкости – керосин осветительный.

За объект реставрации был выбран коленчатый вал двигателя КамАЗ-740. При решении поставленных задач использовались современные методы испытаний и исследований, в том числе: материал для ППН получали методом электроэрозионного диспергирования на установке для получения электроэрозионных порошков из токопроводящих материалов (Патент РФ № 2449859); плазменные покрытия наносили с помощью установки УД-209 на основе переделанного токарного станка для наплавки и выпрямителя сварочного ВДУ-506; коэффициент трения и интенсивность износа поверхности образца с нанесенным на него плазмен-

ным покрытием и контртела исследовали на автоматизированной машине трения «Tribometer» фирмы «CSM Instruments»; шероховатость поверхности образцов исследовали на профилометре «Surtronic 25» и др.

Результаты исследований свойств плазменных покрытий представлены в таблице 1 и на рисунках 1, 2.

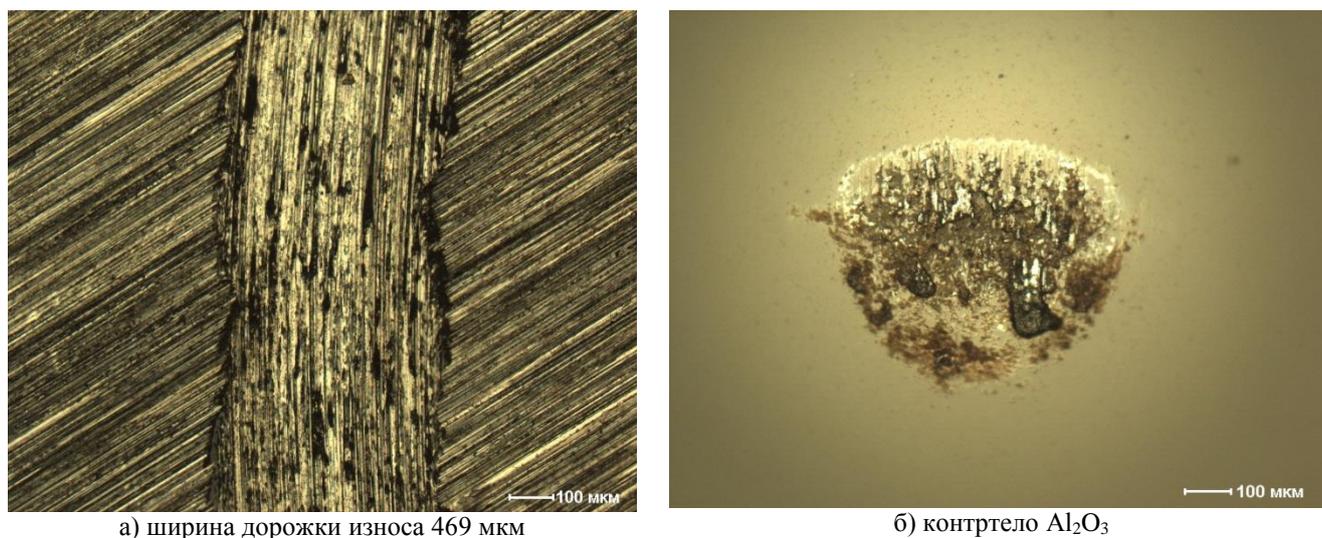


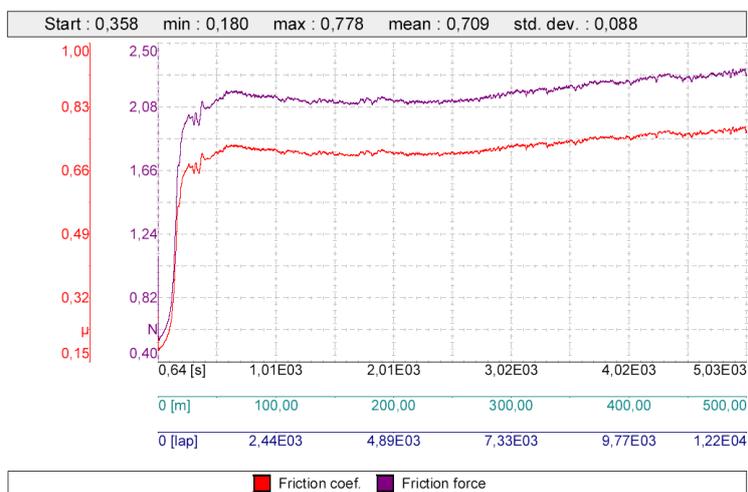
Рисунок 1 - Оптическое изображение дорожки износа и пятна износа контртела (шарика) после многократных проходов по исследуемой поверхности экспериментальных образцов

Таблица 1 - Трибологические характеристики исследуемых покрытий

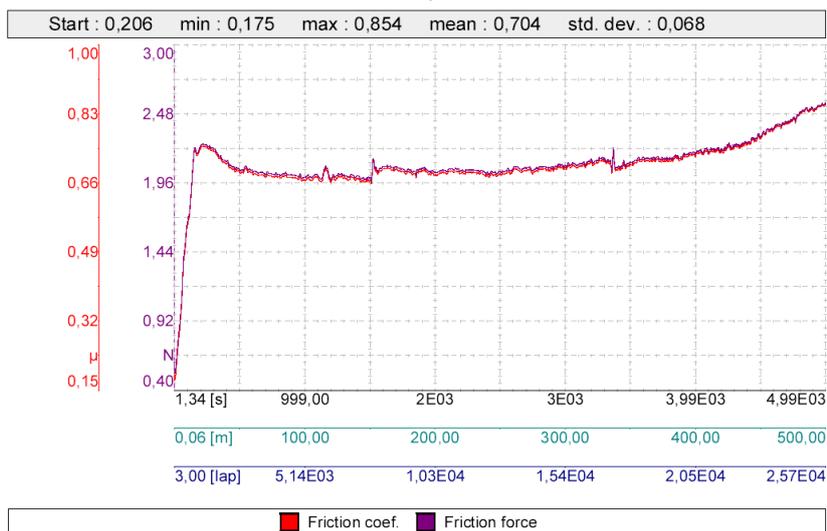
№ образца	Коэффициент трения (μ)					Фактор износа статистического партнера, $\text{мм}^3 \cdot \text{Н}^{-1} \cdot \text{м}^{-1} \times 10^{-5}$	Фактор износа образца, $\text{мм}^3 \cdot \text{Н}^{-1} \cdot \text{м}^{-1} \times 10^{-5}$
	Начальный	Минимальный	Максимальный	Среднее значение	Среднее отклонение		
1	0,358	0,180	0,778	0,709	0,088	0,131	5,263
2	0,206	0,175	0,854	0,704	0,068	0,396	6,821
3	0,097	0,097	0,804	0,665	0,143	0,108	7,789

Экспериментально установлено, что среднее значение коэффициента трения (μ) у плазменного покрытия: образец 1 – 0,709; образец 2 – 0,704; образец 3 – 0,665. Отмечено, что износостойкость образца с плазменным покрытием выше износостойкости подложки.

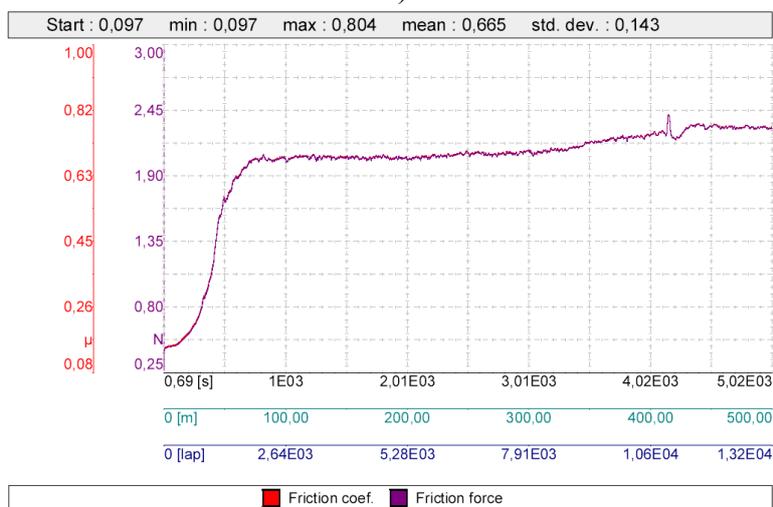
Сравнение результатов испытаний образцов показывает, что наиболее износостойким является образец 1 (наименьший фактор износа).



а)



б)



в)

Рисунок 2 - Результаты трибологических испытаний образцов:
а) образец 1; б) образец 2; в) образец 3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе решена важная научно-практическая задача, направленная на совершенствование технологии восстановления и поверхностного упрочнения изношенных деталей автомобилей на основе исследований трибологических характеристик плазменных покрытий коленчатого вала двигателя КамАЗ-740, полученных с использованием электроэрозионных ма-

териалов.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ № МК-7765.2015.8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шадричев, В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей [Текст] / В.А. Шадричев. - Л.: Машиностроение, 1976. - 560 с.
2. Дюмин, И.Е. Ремонт автомобилей [Текст] / И.Е. Дюмин, Г.Г. Трегуб. - М.: Транспорт, 1998. - 280 с.
3. Агеев, Е.В. Повышение эксплуатационных показателей восстановленных деталей автомобилей на основе научно обоснованных ресурсосберегающих технологий, материалов и устройств [Текст] / Е.В. Агеев // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 1. - С. 32-41.
4. Латыпов, Р.А. Состав и свойства порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов быстрорежущей стали в керосине: монография [Текст] / Р.А. Латыпов, Е.А. Воробьев, Е.В. Агеев, Е.В. Агеева. - Курск: Университетская книга, 2014. - 108 с.: ил. 24, табл. 12.
5. Агеев, Е.В. Восстановление и упрочнение деталей машин композиционными гальваническими покрытиями [Текст]: монография / Е.В. Агеев, В.И. Серебровский, Б.А. Семенихин и др. - Курск: Курск. гос. с.-х. ак., 2011. - 75 с.
6. Агеев, Е.В. Гранулометрический и фазовый составы порошка, полученного из вольфрамсодержащих отходов инструментальных материалов электроэрозионным диспергированием в керосине [Текст] / Е.В. Агеев, Е.В. Агеева, Е.А. Воробьев // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2014. - № 4 (112). - С. 11-14.
7. Агеев, Е.В. Состав и свойства порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов твердых сплавов [Текст]: монография / Е.В. Агеев, Р.А. Латыпов, Семенихин Б.А. и др.. - Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2011. - 123 с.
8. Гадалов, В.Н. Металлография металлов, порошковых материалов и покрытий, полученных электроискровыми способами [Текст]: монография / В.Н. Гадалов, В.Г. Сальников, Е.В. Агеев и др. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 468 с.
9. Ageeva, E. V. Morphology of Copper Powder Produced by Electrospark Dispersion from Waste [Text] / E.V. Ageeva, N.M. Noryakova, E.V. Ageev // Russian Engineering Research. - 2014. - Vol. 34. - № 11. pp. 694-696.
10. Ageeva, E.V. Morphology and Composition of Copper Electrospark Powder Suitable for Sintering [Text] / E.V. Ageeva, E.V. Ageev, N.M. Noryakova // Russian Engineering Research. - 2015. - Vol. 35. - No. 1. - pp. 33-35.
11. Агеев, Е.В. Получение износостойких покрытий с использованием электродов из твердосплавных электроэрозионных порошков и их исследование [Текст] / Е.В. Агеева, Е.В. Агеев, Е.А. Воробьев, А.С. Осьминина // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2014. - № 4 (112). - С. 21-23.
12. Агеев, Е.В. Рентгеноспектральный микроанализ порошка, полученного из отходов быстрорежущей стали электроэрозионным диспергированием в керосине [Текст] / Е.В. Агеева, Е.В. Агеев, Е.А. Воробьев // Вестник машиностроения. - 2014. - №11. - С. 71-72.
13. Агеев, Е.В. Быстрорежущая сталь, диспергирование в керосине [Текст] / Е.В. Агеева, Е.В. Агеев, Е.А. Воробьев, М.А. Зубарев // Известия Юго-Западного государственного университета. - 2014. - №5 (56). - С. 21-25.
14. Агеев, Е.В. Анализ формы и морфологии частиц порошка, полученного из вольфрамсодержащих отходов электроэрозионным диспергированием в керосине [Текст] / Е.В. Агеева, Е.В. Агеев, Е.А. Воробьев // Вестник машиностроения. - 2015. - №7. - С. 72-74.
15. Агеев, Е.В. Рентгеноспектральный микроанализ частиц порошков, полученных электроэрозионным диспергированием твердого сплава [Текст] / Е.В. Агеев, В.Н. Гадалов, Б.А. Семенихин и др. // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2011. - № 2. - С. 13-16.
16. Агеев, Е.В. Изучение физико-механических свойств твердосплавных порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов [Текст] / Е.В. Агеев // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2011. - № 6. - С. 8-14.
17. Агеев, Е.В. Получение порошков из отходов твердых сплавов методом электроэрозионного диспергирования [Текст] / Е.В. Агеев // Электротехнология. - 2011. - № 10. - С. 24-27.
18. Агеев, Е.В. Исследование микротвердости порошков, полученных электроэрозионным диспергированием твердого сплава и используемых при восстановлении и упрочнении деталей автотракторной техники [Текст] / Е.В. Агеев, Б.А. Семенихин, Р.А. Латыпов // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. - 2011. - Вып. № 1. - С. 78-80.
19. Агеев, Е.В. Выбор метода получения порошковых материалов из отходов спеченных твердых сплавов [Текст] / Е.В. Агеев, Б.А. Семенихин // Известия Самарского научного центра РАН. - Самара: Изд-во Самарского науч. ц-ра РАН. - 2009. - Спец. вып.: Актуальные проблемы машиностроения. - С. 12-15.
20. Агеев, Е.В. Получение нанопорошка на основе карбида вольфрама и применение для восстановления и упрочнения деталей машин [Текст] / Е.В. Агеев, Б.А. Семенихин, Р.А. Латыпов // Известия Самарского научного центра РАН. - Самара: Изд-во Самарского науч. ц-ра РАН. - 2010. - Т. 12 (33). - № 1 (2). - С. 273-276.
21. Агеев, Е.В. Разработка установки для получения порошков из токопроводящих материалов [Текст] / Е.В. Агеев, Р.А. Латыпов и др. // Известия Самарского научного центра РАН. - Самара: Изд-во Самарского науч. ц-ра РАН. - 2009. - Т. 11 (31). - № 5 (2). - С. 234-237.

22. Пат. 2449859 Российская Федерация, МПК С2, В22F9/14. Установка для получения нанодисперсных порошков из токопроводящих материалов [Текст] / Агеев Е.В. (RU). - № 2010104316/02; заявл. 08.02.10; опубл. 10.05.12, Бюл. №12.

23. Пат. 2147324 Российская Федерация. Устройство для микродугового оксидирования колодцев корпуса шестеренного насоса / А.Н. Новиков, Ю.А. Кузнецов, В.Н. Хромов; опубл. 22.03.99.

24. Пат. 2119420 Российская Федерация. Способ восстановления изношенных деталей из алюминия и его сплавов / А.Н. Новиков; опубл. 10.01.96.

25. Пат. 2190045 Российская Федерация. Устройство для микродугового оксидирования поджимной и подшипниковой обойм шестеренного насоса / А.В. Коломейченко, А.Н. Новиков, Н.В. Зуева; опубл. 30.11.00.

Воробьев Евгений Александрович

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Адрес: 305040, Россия, г. Курск, 50 лет Октября, 94

Аспирант

E-mail: evg.vorob91@yandex.ru

Агеев Евгений Викторович

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Адрес: 305040, Россия, г. Курск, 50 лет Октября, 94

Д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Автомобили, транспортные системы и процессы»

E-mail: ageev_ev@mail.ru

Емельянов Иван Павлович

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Адрес: 305040, Россия, г. Курск, 50 лет Октября, 94

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Автомобили, транспортные системы и процессы»

E-mail: yuzgu@yandex.ru

E.A. VOROBEV, E.V. AGEEV, I.P. EMEL'YANOV

**TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PLASMA
COATING A CRANKSHAFT OF THE ENGINE OBTAINED USING
ELECTROEROSION MATERIALS**

Presents the results of research of tribological characteristics of plasma coatings of a crankshaft of the engine KAMAZ-740, produced using electroerosion materials.

Keywords: waste high-speed steels, electroerosion dispersion, powder materials, crankshaft, plasma-powder surfacing, plasma coatings, the internal combustion engine.

BIBLIOGRAPHY

1. Shadrichev, V.A. Osnovy tekhnologii avtostroeniya i remont avtomobiley [Tekst] / V.A. Shadrichev. - L.: Mashinostroenie, 1976. - 560 s.
2. Dyumin, I.E. Remont avtomobiley [Tekst] / I.E. Dyumin, G.G. Tregub. - M.: Transport, 1998. - 280 s.
3. Ageev, E.V. Povyshenie ekspluatatsionnykh pokazateley vosstanovlennykh detaley avtomobiley na osnove nauchno obosnovannykh resursosberegayushchikh tekhnologiy, materialov i ustroystv [Tekst] / E.V. Ageev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - № 1. - S. 32-41.
4. Latypov, R.A. Sostav i svoystva poroshkov, poluchennykh elektroerozionnym dispergirovaniem otkhodov bystrozrezhushchey stali v kerosine: monografiya [Tekst] / R.A. Latypov, E.A. Vorob`ev, E.V. Ageev, E.V. Ageeva. - Kursk: Universitetskaya kniga, 2014. - 108 s.: il. 24, tabl. 12.
5. Ageev, E.V. Vosstanovlenie i uprochnenie detaley mashin kompozitsionnymi gal`vanicheskimi pokrytiyami Tekst : monografiya / E.V. Ageev, V.I. Serebrovskiy, B.A. Semenikhin i dr. ? Kursk: Kursk. gos. s.-kh. ak., 2011. - 75 s.
6. Ageev, E.V. Granulometricheskii i fazovyy sostavy poroshka, poluchennogo iz vol`framsoderzha-shchikh otkhodov instrumental`nykh materialov elektroerozionnym dispergirovaniem v kerosine [Tekst] / E.V. Ageev, E.V. Ageeva, E.A. Vorob`ev // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. - 2014. - № 4 (112). - S. 11-14.
7. Ageev, E.V. Sostav i svoystva poroshkov, poluchennykh elektroerozionnym dispergirovaniem otkhodov tverdykh splavov Tekst : monografiya / E.V. Ageev, R.A. Latypov, Semenikhin B.A. i dr.. - Kursk: YUgo-Zap. gos. un-t, 2011. - 123 s.
8. Gadalov, V.N. Metallografiya metallov, poroshkovykh materialov i pokrytiy, poluchennykh elektroerozionnymi sposobami Tekst : monografiya / V.N. Gadalov, V.G. Sa`nikov, E.V. Ageev i dr. - M.: INFRA-M, 2011. - 468 s.

9. Ageeva, E. V. Morphology of Copper Powder Produced by Electrosark Dispersion from Waste [Text] / E.V. Ageeva, N.M. Horyakova, E.V. Ageev // Russian Engineering Research. - 2014. ? Vol. 34. ? №. 11. pp. 694-696.
10. Ageeva, E.V. Morphology and Composition of Copper Electrosark Powder Suitable for Sintering [Text] / E.V. Ageeva, E.V. Ageev, N.M. Horyakova // Russian Engineering Research. - 2015. - Vol. 35. - No. 1. - pp. 33-35.
11. Ageev, E.V. Poluchenie iznosostoykikh pokrytiy s ispol'zovaniem elektrodov iz tverdosplavnykh elektroerozionnykh poroshkov i ikh issledovanie [Tekst] / E.V. Ageeva, E.V. Ageev, E.A. Vorob`ev, A.S. Os`mini-na // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. - 2014. - № 4 (112). - S. 21-23.
12. Ageev, E.V. Rentgenospektral'nyy mikroanaliz poroshka, poluchennogo iz otkhodov bystrorezhu-shchey stali elektroerozionnym dispergirovaniem v kerosine [Tekst] / E.V. Ageeva, E.V. Ageev, E.A. Vorob`ev // Vestnik mashinostroeniya. - 2014. - №11. - S. 71-72.
13. Ageev, E.V. Bystrorezhushchaya stal', dispergirovanie v kerosine [Tekst] / E.V. Ageeva, E.V. Ageev, E.A. Vorob`ev, M.A. Zubarev // Izvestiya YUgo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. - 2014. - №5 (56). - S. 21-25.
14. Ageev, E.V. Analiz formy i morfologii chastits poroshka, poluchennogo iz vol`framsoderzhashchikh otkhodov elektroerozionnym dispergirovaniem v kerosine [Tekst] / E.V. Ageeva, E.V. Ageev, E.A. Vorob`ev // Vestnik mashinostroeniya. - 2015. - №7. - S. 72-74.
15. Ageev, E.V. Rentgenospektral'nyy mikroanaliz chastits poroshkov, poluchennykh elektroerozionnym dispergirovanie tverdogo splava [Tekst] / E.V. Ageev, V.N. Gadalov, B.A. Semenikhin i dr. // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. - 2011. - № 2. - S. 13-16.
16. Ageev, E.V. Izuchenie fiziko-mekhanicheskikh svoystv tverdosplavnykh poroshkov, poluchennykh elektroerozionnym dispergirovaniem otkhodov [Tekst] / E.V. Ageev // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. - 2011. - № 6. - S. 8-14.
17. Ageev, E.V. Poluchenie poroshkov iz otkhodov tverdykh splavov metodom elektroerozionnogo dispergirovaniya [Tekst] / E.V. Ageev // Elektrometallurgiya. - 2011. - № 10. - S. 24-27.
18. Ageev, E.V. Issledovanie mikrotverdosti poroshkov, poluchennykh elektroerozionnym dispergirovaniem tverdogo splava i ispol'zuemykh pri vosstanovlenii i uprochnenii detaley avtotraktornoy tekhniki [Tekst] / E.V. Ageev, B.A. Semenikhin, R.A. Latypov // Vestnik FGOU VPO MGAU. Agrozhenneriya. - 2011. - Vyp. № 1. - S. 78-80.
19. Ageev, E.V. Vybora metoda polucheniya poroshkovykh materialov iz otkhodov spechennykh tverdykh splavov [Tekst] / E.V. Ageev, B.A. Semenikhin // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. - Samara: Izd-vo Samarskogo nauch. ts-ra RAN. - 2009. - Spets. vyp.: Aktual'nye problemy mashinostroeniya. - S. 12-15.
20. Ageev, E.V. Poluchenie nanoporoshka na osnove karbida vol`frama i primenenie dlya vosstanovleniya i uprochneniya detaley mashin [Tekst] / E.V. Ageev, B.A. Semenikhin, R.A. Latypov // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. - Samara: Izd-vo Samarskogo nauch. ts-ra RAN. - 2010. - T. 12 (33). - № 1 (2). - S. 273-276.
21. Ageev, E.V. Razrabotka ustanovki dlya polucheniya poroshkov iz tokoprovodyashchikh materialov [Tekst] / E.V. Ageev, R.A. Latypov i dr. // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. - Samara: Izd-vo Samarskogo nauch. ts-ra RAN. - 2009. - T. 11 (31). - № 5 (2). - S. 234-237.
22. Pat. 2449859 Rossiyskaya Federatsiya, MPK C2, B22F9/14. Ustanovka dlya polucheniya nanodispersnykh poroshkov iz tokoprovodyashchikh materialov [Tekst] / Ageev E.V (RU). - № 2010104316/02; zayavl. 08.02.10; opubl. 10.05.12, Byul. №12.
23. Pat. 2147324 Rossiyskaya Federatsiya. Ustroystvo dlya mikrodugovogo oksidirovaniya kolodtsev korpusa shesterennogo nasosa / A.N. Novikov, YU.A. Kuznetsov, V.N. Hromov; opubl. 22.03.99.
24. Pat. 2119420 Rossiyskaya Federatsiya. Sposob vosstanovleniya iznoshennykh detaley iz alyuminiya i ego splavov / A.N. Novikov; opubl. 10.01.96.
25. Pat. 2190045 Rossiyskaya Federatsiya. Ustroystvo dlya mikrodugovogo oksidirovaniya podzhimnoy i podshipnikovoy oboym shesterennogo nasosa / A.V. Kolomeychenko, A.N. Novikov, N.V. Zueva; opubl. 30.11.00.

Vorob'ev Evgenii Aleksandrovich

FGBOU VO «Southwestern State University»
Address: 305040, Russia, Kursk, 50 October, 94
Graduate student
E-mail: evg.vorob91@yandex.ru

Ageev Evgeniy Viktorovich

FGBOU VO «Southwestern State University»
Address: 305040, Russia, Kursk, 50 October, 94
Dr. Sc. associate professor, professor of «Cars, transportation systems and processes»
E-mail: ageev_ev@mail.ru

Emelianov Ivan Pavlovich

FGBOU VO «Southwestern State University»
Address: 305040, Russia, Kursk, 50 October, 94
Kand. tehn. Sciences, Associate Professor of the Department «Automobiles, Transport Systems and Processes»
E-mail: yuzgu@yandex.ru

УДК 621.928.26

А.В. КОНДРАТЬЕВ, С.М. КОЧКАНЯН, Т.И. РЕНКУС,
М.И. ВЕРЕСОВ, Е.А. КОРНЕЕВ

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНЫХ ИНТЕНСИФИКАТОРОВ НА ЖЕЛОБООБРАЗНОЙ ВАЛКОВОЙ СОРТИРОВКЕ

Приведены результаты сравнительных исследований валковых сортировок с активными интенсификаторами в зависимости от изменения продольного и поперечного углов поверхности сита. Для желобообразной просеивающей поверхности со шнековым интенсификатором и с подвижными фартуками определены рациональные параметры углов, обеспечивающие для каждой сортировки наилучшие показатели эффективности и времени грохочения каменных материалов.

Ключевые слова: валковая сортировка, шнековый интенсификатор, подвижные фартуки, эффективность и время грохочения, гравий.

Совершенствование разделительных устройств для классификации гравия и щебня и изыскание новых конструкций, обеспечивающих повышение производительности и эффективности работы сортировочных и дробильно-сортировочных комплексов является актуальной задачей в условиях ежегодного возрастания потребности экономики в нерудных строительных материалах, как для дорожного строительства, так и для строительства зданий и сооружений различного назначения. В этом отношении весьма перспективными могут оказаться конструкции желобообразных валковых грохотов с активными интенсификаторами [1-4]. Отличительной особенностью работы данных сортировок является сложное движение по поверхности сита разделяемых частиц, траектория которых представляет собой зигзагообразную кривую вдоль вращающихся валов с дисками. Такая траектория движения каменного материала многократно увеличивает длину пути частиц по поверхности грохота, а значит и повышает вероятность просеивания мелких зерен материала в отверстиях сита.

Для определения наибольшей результативности работы желобообразной валковой сортировки за счет установки на ней активного интенсификатора были проведены сравнительные исследования процесса грохочения каменных материалов с применением интенсифицирующих устройств выполненных в виде шнека и подвижных фартуков.

Схемы желобообразных сортировок представлены на рисунке 1, где на схеме (а) изображена сортировка со шнековым интенсификатором, а на схеме (б) – сортировка с подвижными фартуками.

Работа разделительных устройств осуществлялась следующим образом. Исходный материал с ленточного транспортера поступал на желобообразную поверхность вращающихся валов 1 с многогранными дисками, где он подхватывался лопастями шнека 2 (схема а) или фартуками 3 (схема б) и транспортировался ими вдоль валов 1 в конец желоба. Одновременно каменная смесь распределялась по ширине желоба за счет вращающихся дисков, при этом зерна материала продвигаясь по длине желоба, периодически постоянно поднимались по его стороне вверх и скатывались вниз. При этом мелкая фракция просевалась между промежутками валов 1 с многогранными дисками, а верхняя фракция выгружалась с сита в конце желоба. Для предотвращения заклинивания камней между дисками и рабочими элементами интенсификаторов лопасти шнека и фартуки были выполнены из эластичного материала (транспортная резиновая лента).

На первом этапе изучали результативность грохочения гравия на желобообразном разделительном устройстве со шнековым интенсификатором и с подвижными фартуками в зависимости от изменения максимального поперечного угла наклона рабочей поверхности сита α_{max} (угол установки верхнего вала желоба к предыдущему) в интервале $55^\circ \dots 70^\circ$. При этом продольный угол наклона желоба γ составлял ноль градусов к горизонту, а частота вращения валов с дисками - 1,77 об/с. Кинематические параметры интенсифицирующих устройств были выбраны исходя из наиболее высоких показателей эффективности грохочения каменного материала и соответствовали следующим значениям: частота вращения шнека - 0,68 об/с; скорость движения фартуков - 0,46 м/с.

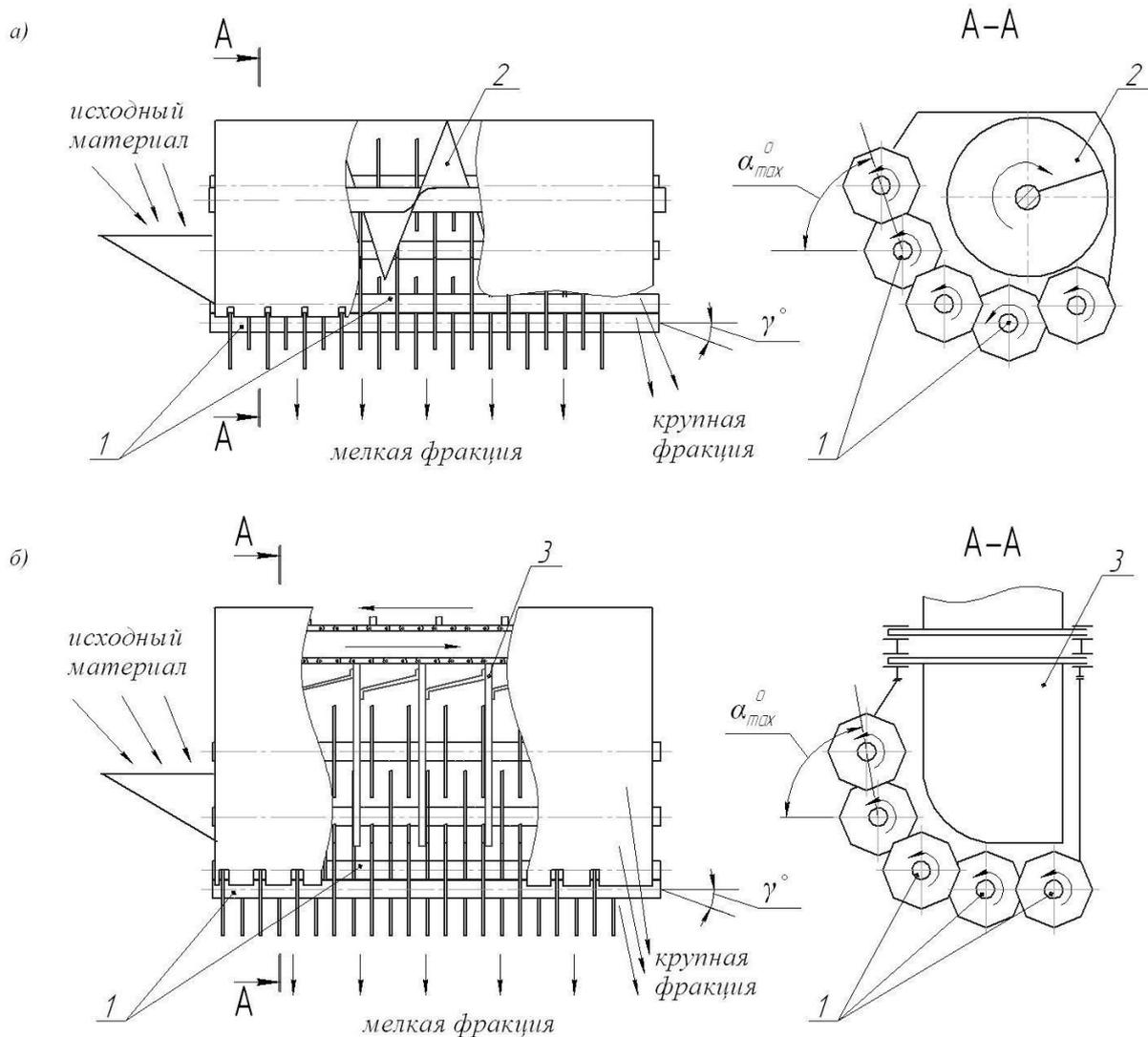


Рисунок 1 - Схемы валковой сортировки с активными интенсификаторами:
а) - шнек; б) - фартуки

Результаты исследований, представленные на рисунке 2 в обоих случаях свидетельствуют о возрастании эффективности грохочения (E) гравия с ростом крутизны рабочей поверхности желоба от 55° до 65° , а затем в интервале $65^\circ \dots 70^\circ$ происходило снижение результативности просеивания частиц материала. Наибольшие показатели эффективности для обоих интенсификаторов практически равны и находятся в зоне углов $\alpha_{max} = 60^\circ \dots 65^\circ$. Вместе с тем следует отметить, что на устройстве со шнековым интенсификатором нижние показатели эффективности заметно выше подобных значений на грохоте с подвижными фартуками. Это, в свою очередь, объясняется особенностями работы шнекового интенсификатора,

который не только транспортирует каменистую массу вдоль валов желоба, но и одновременно совместно с вращающимися дисками распределяет ее по ширине валкового сита. Вследствие чего большее количество материала распределяется по всей ширине рабочей поверхности, что способствует лучшему прохождению частиц через отверстия в сите. На сортировке же с подвижными фартуками распределение по ширине грохота выполняется только за счет вращения валов с дисками.

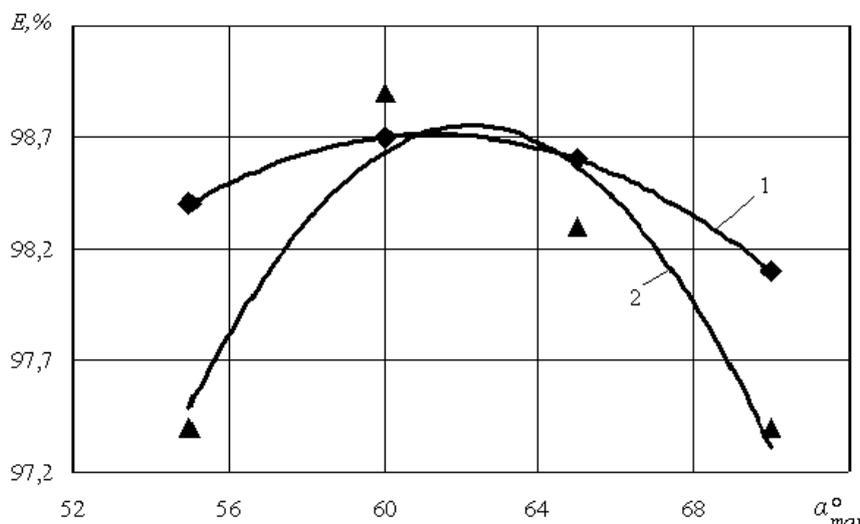


Рисунок 2 - Зависимость эффективности грохочения E от максимальной крутизны рабочей поверхности желоба α_{max}^o :
1 - шнековый интенсификатор; 2 - подвижные фартуки

Время процесса грохочения (t) при наименьшем угле $\alpha_{max}= 55^\circ$ на обеих сортировках практически было одинаковое (рис. 3). Возрастание же α_{max} вызывало увеличение времени t как на грохоте со шнеком, так и на устройстве с фартуками. Однако повышение поперечного угла наклона рабочей поверхности сита приводило к более интенсивному возрастанию времени процесса разделения компонентов смеси на устройстве со шнековым интенсификатором. Это также объясняется особенностями работы шнека - одновременным распределением материала по ширине желоба и вдоль него. Поэтому, как видно из графического материала, при $\alpha_{max}= 65^\circ$ время процесса грохочения на сортировке со шнековым интенсификатором на 12% больше, чем на устройстве с подвижными фартуками.

Последующие сравнительные исследования эффективности и времени грохочения проводились в зависимости от изменения продольного угла γ наклона валов желоба. При этом максимальная крутизна боковой поверхности желоба составляла 65° исходя из высоких показателей эффективности грохочения предыдущих опытных данных.

Представленные на рисунке 4 графические зависимости показывают в обоих случаях достаточно близкий характер изменения эффективности грохочения с увеличением наклона желоба вниз в сторону движения материала. С изменением угла наклона желоба γ от 0 до (-8°) сначала наблюдается постепенное возрастание E , а потом эффективность снижалась. Как видно из представленного графического материала интервал оптимальных значений угла γ для сортировки со шнеком составляет $(-2^\circ) \dots (-4^\circ)$, а для устройства с подвижными фартуками $(-4^\circ) \dots (-6^\circ)$. Повышение оптимального численного значения угла наклона желоба вниз в сторону движения материала на разделителе с подвижными фартуками, по-видимому, можно объяснить тем, что последние способствуют прохождению (просеиванию) мелких частиц в промежутках между дисками. Фартуки как бы принудительно заталкивали частицы материала в отверстия валкового сита. Одновременно увеличение эффективности грохочения происходило также за счет более лучшего рассредоточения каменной смеси по поверхности сита между подвижными фартуками.

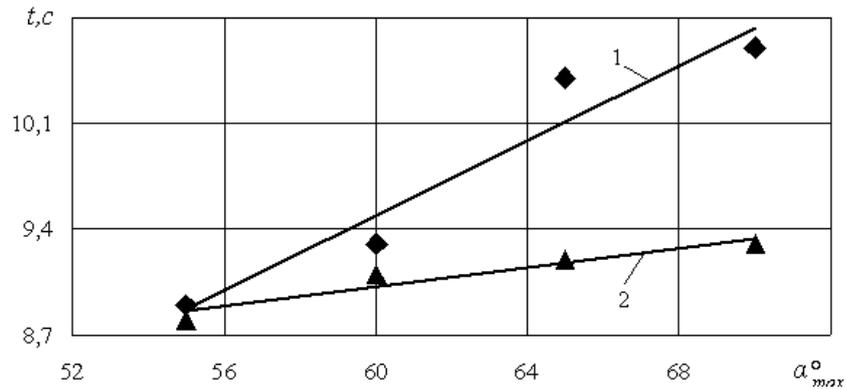


Рисунок 3 - Влияние крутизны рабочей поверхности желоба α_{max}° на время процесса грохочения t : 1 - шнековый интенсификатор; 2 - подвижные фартуки

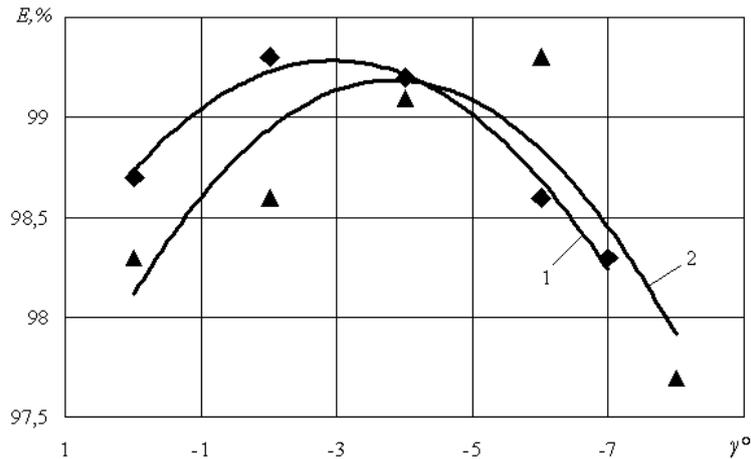


Рисунок 4 - Зависимость эффективности грохочения E от продольного угла наклона желоба γ° : 1 - шнековый интенсификатор, 2 - подвижные фартуки

Время процесса грохочения как и в предыдущей серии опытов на сортировке с подвижными фартуками было заметно меньше по сравнению с устройством оснащенным шнековым интенсификатором (рис. 5). Сравнивая наибольшие показатели эффективности при $\gamma = -2^{\circ}$ (для шнека) и при $\gamma = -6^{\circ}$ (для фартуков) можно констатировать, что время процесса во втором случае на 17% меньше, что говорит о более результативном продвижении каменной смеси вдоль валов желоба при применении подвижных фартуков.

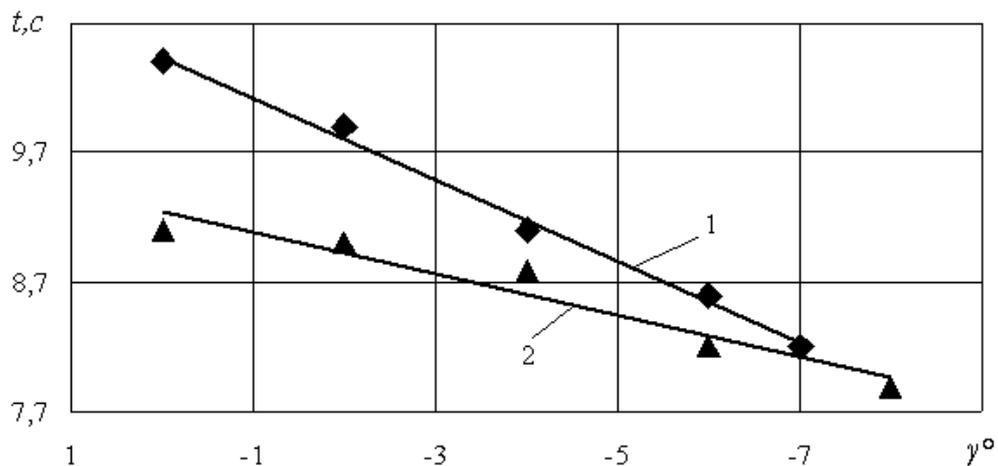


Рисунок 5 - Влияние продольного угла наклона желоба γ° на время процесса грохочения t : 1 - шнековый интенсификатор, 2 - подвижные фартуки

Проведенные исследования на желобообразной валковой сортировке с активными интенсификаторами показали заметное сокращение времени (в среднем на 15%) процесса грохочения каменного материала в случае применения подвижных фартуков по сравнению с использованием шнекового интенсификатора. Это позволит существенно повысить производительность желобообразного валкового устройства при классификации гравия и щебня. Дальнейшие исследования по совершенствованию валкового желобообразного сита с активными интенсификаторами позволят разработать рекомендации по их использованию на сортировочных и дробильно-сортировочных комплексах машин по переработке каменных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 1817954 Российская Федерация, МПК А 01 В 43/00. Сортирующе-сепарирующее устройство [Текст] / Кондратьев А.В., Мясников А.Б., Кочканын С.М.; заявл. 02.01.91; опубл. 30.05.93, Бюл. № 20. - 3 с.
2. Пат. 2317864 Российская Федерация, МПК В 07В 1/16. Устройство для грохочения сыпучих материалов [Текст] / Кондратьев А.В., Груздев С.В., Кочканын С.М., Павлов Ю.В., Семин А.В.; заявл. 12.09.06; опубл. 27.02.08, Бюл. № 6. - 6 с.
3. Кондратьев, А.В. Определение рациональных параметров желобообразного валкового грохота со шнековым интенсификатором [Текст] / А.В. Кондратьев, В.А. Русинкевич // Строительные и дорожные машины. - 2015. - № 9. - С. 45-47.
4. Кондратьев, А.В. Результаты исследования процесса просеивания гравия на желобообразном валковом грохоте с активным интенсификатором [Текст] / А.В. Кондратьев, Ю.Н. Павлов, А.И. Перхуров, Т.И. Ренкус // Строительные и дорожные машины. - 2015. - № 10. - С. 58-60.
5. Пат. 2286214 Российская Федерация, МПК В 07 В 1/16. Устройство для грохочения сыпучих материалов [Текст] / Кондратьев А.В., Кочканын С.М., Груздев С.В., Семин А.В.; заявл. 04.04.05; опубл. 27.10.06, Бюл. № 30. - 5 с.
6. Пат. 111464 Российская Федерация, МПК В 07 В 1/00. Устройство для грохочения сыпучих материалов [Текст] / Кондратьев А.В., Кочканын С.М., Перхуров А.И., Русинкевич В.А., Воробьев Н.Е.; заявл. 02.08.11; опубл. 20.12.11, Бюл. № 35. - 3 с.
7. Пат. 126632 Российская Федерация, МПК В 07 В 1/16. Устройство для сортировки сыпучих материалов [Текст] / Кондратьев А.В., Кочканын С.М., Перхуров А.И., Русинкевич В.А., Вересов М.И.; заявл. 29.10.12; опубл. 10.04.13, Бюл. № 10. - 3 с.
8. Пат. 126633 Российская Федерация, МПК В 07 В 1/16. Устройство для грохочения сыпучих материалов [Текст] / Кондратьев А.В., Кочканын С.М., Русинкевич В.А., Ренкус Т.И.; заявл. 29.10.12; опубл. 10.04.13, Бюл. № 10. - 3 с.
9. Пат. 133026 Российская Федерация, МПК В 07 В 1/16. Сортирующе-сепарирующее устройство [Текст] / Кондратьев А.В., Ренкус Т.И., Кочканын С.М., Вересов М.И.; заявл. 07.05.13; опубл. 10.10.13, Бюл. № 28. - 3 с.
10. Кондратьев, А.В. Выбор конструктивных параметров валковых сортировок [Текст] / А.В. Кондратьев, С.М. Кочканын, И.С. Вовченко, В.А. Русинкевич // Горный информационно-аналитический бюллетень. - МГГУ. - 2011. - №12. - С. 358.
11. Кондратьев, А.В. Совершенствование процесса грохочения каменных материалов на валковой сортировке [Текст] / А.В. Кондратьев, С.М. Кочканын, В.А. Русинкевич, А.К. Абдуллах // Горный информационно-аналитический бюллетень. - МГГУ. - 2011. - №11. - С. 179-183.
12. Кондратьев, А.В. Интенсификация процесса разделения сыпучих материалов на валковых сепараторах: монография [Текст] / А.В. Кондратьев. - Тверь: ТГТУ, 2012. - 96 с.
13. Груздев, С.В. Анализ влияния технологических и кинематических параметров на просеиваемость гравия на валковом грохоте [Текст] / С.В. Груздев, А.В. Кондратьев // Горный информационно-аналитический бюллетень. - МГГУ. - 2012. - № 3. - С. 99-104.
14. Кондратьев, А.В. Изучение процесса грохочения гравия на желобообразной валковой сортировке [Текст] / А.В. Кондратьев, С.М. Кочканын, Н.Е. Воробьев, А.И. Перхуров, В.А. Русинкевич // Механизация строительства. - 2013. - № 1. - С. 20-23.
15. Русинкевич, В.А. Результативность грохочения гравия в зависимости от параметров валковой желобообразной сортировки со шнековым интенсификатором [Текст] / В.А. Русинкевич, С.М. Кочканын, А.В. Кондратьев // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М. - №5. - 2014. - С. 188-192.
16. Кондратьев, А.В. Влияние углов наклона желобообразного валкового сита на результативность грохочения / А.В. Кондратьев, С.М. Кочканын, А.И. Перхуров, М.И. Вересов, А.В. Виноградов // Строительные и дорожные машины. - 2015. - № 4. - С. 52-54.
17. Новиков, А.Н. Технологические основы восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники из алюминиевых сплавов электрохимическими способами [Текст] / А.Н. Новиков. - Орел, 2001.
18. Новиков, А.Н. Технология ремонтного окрашивания машин порошковыми красками [Текст] / А.Н. Новиков, А.С. Бодров // Международный научный журнал. - 2007. - № 1. - С. 24.

Кондратьев Александр Владимирович

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»

Адрес: 170026, Россия, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Строительные и дорожные машины и оборудование»

E-mail: avkondr@ya.ru

Кочканын Сейран Микаелович

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»

Адрес: 170026, Россия, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительные и дорожные машины и оборудование»

E-mail: s_kochkanyan@mail.ru

Ренкус Татьяна Игоревна

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»

Адрес: 170026, Россия, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22

Аспирант кафедры «Строительные и дорожные машины и оборудование»

E-mail: sol649ka@mail.ru

Вересов Михаил Игоревич

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»

Адрес: 170026, Россия, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22

Аспирант кафедры «Строительные и дорожные машины и оборудование»

E-mail: m.veresov@yandex.ru

Корнеев Евгений Александрович

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»

Адрес: 170026, Россия, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22

Студент гр. НТТС - 1103

E-mail: korneev-zhenya@bk.ru

A.V. KONDRAT'EV, S.M. KOCHKANYAN, T.I. RENKUS,
M.I. VERESOV, E.A. KORNEEV

THE RESULTS OF THE COMPARATIVE STUDIES THE USE OF ACTIVE INTENSIFIERS IN TROUGH TYPE ROLLER SORTING

Results of comparative studies roll of sorts with active intensifiers depending on the changes of longitudinal and transverse angles to the surface of the sieve are given. For screening surface a trough with a screw intensifier and with movable aprons defined rational parameters of angles, providing for each the best sorting performance and time screening stone materials.

Keywords: roller sorting, screw the intensifier, movable aprons, the efficiency and time of screening, gravel.

BIBLIOGRAPHY

1. Pat. 1817954 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A 01 V 43/00. Sortiruyushche-separiruyushchee ustroystvo [Tekst] / Kondrat'ev A.V., Myasnikov A.B., Kochkanyan S.M.; zayavl. 02.01.91; opubl. 30.05.93, Byul. № 20. - 3 s.
2. Pat. 2317864 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V 07V 1/16. Ustroystvo dlya grokhocheniya sypuchikh materialov [Tekst] / Kondrat'ev A.V., Gruzdev S.V., Kochkanyan S.M., Pavlov YU.V., Semin A.V.; zayavl. 12.09.06; opubl. 27.02.08, Byul. № 6.- 6 s.
3. Kondrat'ev, A.V. Opredelenie ratsional'nykh parametrov zheloboobraznogo valkovogo grokhota so shnekovym intensifikatorom [Tekst] / A.V. Kondrat'ev, V.A. Rusinkevich // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. - 2015. - № 9. - S. 45-47.
4. Kondrat'ev, A.V. Rezul'taty issledovaniya protsessa proseivaniya graviya na zheloboobraznom valkovom grokhote s aktivnym intensifikatorom [Tekst] / A.V. Kondrat'ev, YU.N. Pavlov, A.I. Perkhurov, T.I. Renkus // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. - 2015. - № 10. - S. 58-60.
5. Pat. 2286214 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V 07 V 1/16. Ustroystvo dlya grokhocheniya sypuchikh materialov [Tekst] / Kondrat'ev A.V., Kochkanyan S.M., Gruzdev S.V., Semin A.V.; zayavl. 04.04.05; opubl. 27.10.06, Byul. № 30. - 5 s.
6. Pat. 111464 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V 07 V 1/00. Ustroystvo dlya grokhocheniya sypuchikh materialov [Tekst] / Kondrat'ev A.V., Kochkanyan S.M., Perkhurov A.I., Rusinkevich V.A., Vorob'ev N.E.; zayavl. 02.08.11; opubl. 20.12.11, Byul. № 35. - 3 s.
7. Pat. 126632 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V 07 V 1/16. Ustroystvo dlya sortirovki sypuchikh materialov [Tekst] / Kondrat'ev A.V., Kochkanyan S.M., Perkhurov A.I., Rusinkevich V.A., Veresov M.I.; zayavl. 29.10.12; opubl. 10.04.13, Byul. № 10. - 3 s.

8. Pat. 126633 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V 07 V 1/16. Ustroystvo dlya grokhocheniya sypuchikh materialov [Tekst] / Kondrat`ev A.V., Kochkanyan S.M., Rusinkevich V.A., Renkus T.I.; zayavl. 29.10.12; opubl. 10.04.13, Byul. № 10. - 3 s.

9. Pat. 133026 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V 07 V 1/16. Sortiruyushche-separiruyushchee ustroystvo [Tekst] / Kondrat`ev A.V., Renkus T.I., Kochkanyan S.M., Veresov M.I.; zayavl. 07.05.13; opubl. 10.10.13, Byul. № 28. - 3 s.

10. Kondrat`ev, A.V. Vybor konstruktivnykh parametrov valkovykh sortirovok [Tekst] / A.V. Kondrat`ev, S.M. Kochkanyan, I.S. Vovchenko, V.A. Rusinkevich // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten`. - MGGU. - 2011. - №12. - S. 358.

11. Kondrat`ev, A.V. Sovershenstvovanie protsessa grokhocheniya kamennykh materialov na valkovoy sortirovke [Tekst] / A.V. Kondrat`ev, S.M. Kochkanyan, V.A. Rusinkevich, A.K. Abdullakh // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten`. - MGGU. - 2011. - №11. - S. 179-183.

12. Kondrat`ev, A.V. Intensifikatsiya protsessa razdeleniya sypuchikh materialov na valkovykh separato-rakh: monografiya [Tekst] / A.V. Kondrat`ev. - Tver`: TGTU, 2012. - 96 s.

13. Gruzdev, S.V. Analiz vliyaniya tekhnologicheskikh i kinematicheskikh parametrov na proseivaemost` graviya na valkovom grokhote [Tekst] / S.V. Gruzdev, A.V. Kondrat`ev // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten`. - MGGU. - 2012. - № 3. - S. 99-104.

14. Kondrat`ev, A.V. Izuchenie protsessa grokhocheniya graviya na zheloboobraznoy valkovoy sortirovke [Tekst] / A.V. Kondrat`ev, S.M. Kochkanyan, N.E. Vorob`ev, A.I. Perkhurov, V.A. Rusinkevich // Mekhanizatsiya stroitel`stva. - 2013. - № 1. - S. 20-23.

15. Rusinkevich, V.A. Rezul`tativnost` grokhocheniya graviya v zavisimosti ot parametrov valkovoy zheloboobraznoy sortirovki so shnekovym intensivatorom [Tekst] / V.A. Rusinkevich, S.M. Kochkanyan, A.V. Kondrat`ev // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten`. - M. - №5. - 2014. - S. 188-192.

16. Kondrat`ev, A.V. Vliyaniye uglov naklona zheloboobraznogo valkovogo sita na rezul`tativnost` grokhocheniya / A.V. Kondrat`ev, S.M. Kochkanyan, A.I. Perkhurov, M.I. Veresov, A.V. Vinogradov // Stroitel`nye i dorozhnye mashiny. - 2015. - № 4. - S. 52-54.

17. Novikov, A.N. Tekhnologicheskie osnovy vosstanovleniya i uprochneniya detaley sel`skokhozyaystvennoy tekhniki iz alyuminievyykh splavov elektrokhimicheskimi sposobami [Tekst] / A.N. Novikov. - Orel, 2001.

18. Novikov, A.N. Tekhnologiya remontnogo okrashivaniya mashin poroshkovymi kraskami [Tekst] / A.N. Novikov, A.S. Bodrov // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal. - 2007. - № 1. - S. 24.

Kondrat`ev Alexander Vladimirovich

FGBOU VO «Tver State Technical University»

Doctor of Technical Sciences, professor, head of department «Construction and road machines and equipment»

Address: 170026, Russian Federation, Tver, Afanasy Nikitin Embankment, 22

E-mail: avkondr@ya.ru

Kochkanjan Seyran Mikaelovich

FGBOU VO «Tver State Technical University»

Candidate of technical sciences, associate professor of department «Construction and road machines and equipment»

Address: 170026, Russian Federation, Tver, Afanasy Nikitin Embankment, 22

E-mail: s_kochkanyan@mail.ru

Renkus Tatiana Igorevna

FGBOU VO «Tver State Technical University»

Graduate student of the department «Construction and road machines and equipment»

Address: 170026, Russian Federation, Tver, Afanasy Nikitin Embankment, 22

E-mail: sol649ka@mail.ru

Veresov Michael Igorevich

FGBOU VO «Tver State Technical University»

Graduate student of the department «Construction and road machines and equipment»

Address: 170026, Russian Federation, Tver, Afanasy Nikitin Embankment, 22

E-mail: m.veresov@yandex.ru

Korneev Evgeniy Aleksandrovich

FGBOU VO «Tver State Technical University»

Student group of NTTS-1103

Address: 170026, Russian Federation, Tver, Afanasy Nikitin Embankment, 22

E-mail: korneev-zhenya@bk.ru

УДК 6929.331:62-752

Д.Л. КОЗЫРЕВ, М.А. ГОРИНА, В.И. ЧЕРНЫШЕВ, А.В. ГОРИН

ЗАЩИТА ВОДИТЕЛЯ И ПАССАЖИРОВ ЛЕГКОВОГО АВТОТРАНСПОРТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

Статья посвящена исследованиям рычажной релаксационной виброзащитной системы с фрикционным демпфером для легкового автотранспорта. Авторы предлагают схему виброзащитной системы, ее математическую модель, а так же структурную схему рычажной релаксационной виброзащитной системы. Представлены фазовые траектории экспериментального образца механической системы объекта защиты.

Ключевые слова: виброзащита, механическая система, фрикционный демпфер, упругий элемент, структурная схема, фазовая траектория.

При перемещении легкового автотранспорта в нем неизбежно возникают колебательные процессы. Вибрации возникают как вследствие неровности профиля дороги, так и под действием диссипативных сил, возникающих между элементами конструкции автотранспорта при работе. Вибрации оказывают, как правило, негативный эффект на функционирование механической системы. Это проявляется в увеличенном износе, нагреве деталей, снижении точности позиционирования [1], уменьшении КПД [2], увеличении уровня шума [3, 4, 5]. В свою очередь перечисленные выше факторы негативно влияют на водителя легкового автотранспорта, что выражается в повышении усталости и возможности получения профессиональных заболеваний [6, 7]. Следовательно, изучение, проектирование и совершенствование виброзащитных систем для легкового автотранспорта является чрезвычайно актуальным.

Одной из перспективных виброзащитных систем является рычажная релаксационная виброзащитная система с фрикционным демпфером. Предложенная рычажная релаксационная виброзащитная система обладает следующими основными преимуществами [8, 9]:

- а) малые габариты, что особенно важно для легкового автотранспорта;
- б) широкий диапазон настроечных регулировок, позволяющих обеспечить комфорт водителю любого телосложения и веса [10];
- в) простота конструкции, обеспечивающая высокую ремонтпригодность и малую стоимость сервисного обслуживания [11];
- г) виброзащита обеспечивается как виброизоляцией, так и антивибратором, что обеспечивает эффективность применения ни широком диапазоне возмущающих воздействий [12];
- д) быстрота срабатывания.

Схема применения рычажной релаксационной виброзащитной системы с фрикционным демпфером приведена на рисунке 1.

Выделим рычажную релаксационную виброзащитную систему с фрикционным демпфером (рис. 2) и представим принцип её действия. Представленная рычажная релаксационная виброзащитная система с фрикционным демпфером включает в себя объект защиты 1, основание (источник вибрации) 2, несущий упругий элемент 3 и рычажная релаксационная подвеска 4.

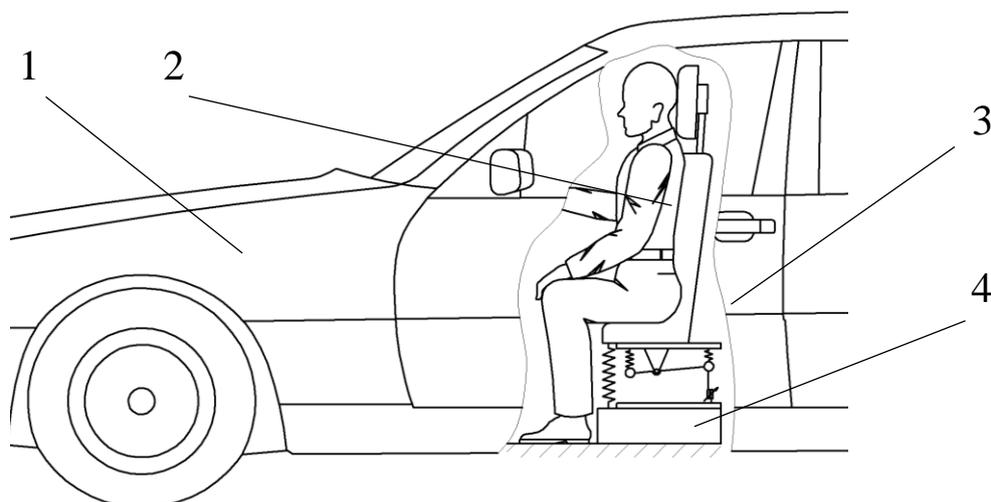


Рисунок 1 - Схема применения рычажной релаксационной виброзащитной системы с фрикционным демпфером: 1-легковой автотранспорт, 2- водитель, 3- кресло, 4- рычажная релаксационная виброзащитная система с фрикционным демпфером

Релаксационная подвеска при помощи кронштейнов 5 и 6 соединена соответственно с объектом защиты 1 и основанием 2. На кронштейне 5 находится двуплечный рычаг 7. Правый конец рычага соединен с кронштейном 5 упругим элементом 8. Также правый конец рычага шарнирно соединен с управляемым фрикционным демпфером 9, который закреплен на кронштейне 6. На левом конце рычага для придания большего момента инерции закреплена дополнительная масса 10, а на левом дополнительная масса 11, так как центр тяжести рычага не находится на оси вращения, рычаг выступает в роли динамического гасителя (антивибратора). Левый конец рычага также соединен упругим элементом 12 с кронштейном 5.

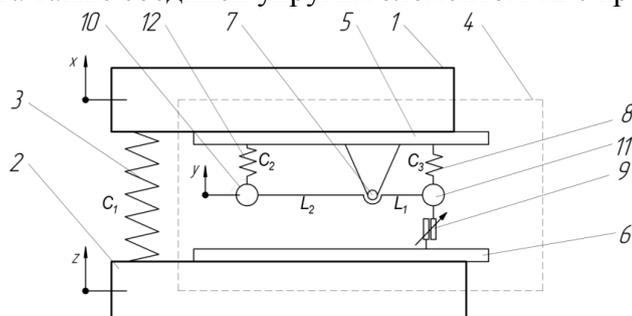


Рисунок 2 - Схема виброзащитной системы

Рассматриваемая рычажная релаксационная виброзащитная система с фрикционным демпфером в своем изучении требует математического моделирования, для расчета динамики и оптимизации параметров.

Сложность расчета динамики рассматриваемой подвески заключается в невозможности пренебречь массой и моментом инерции рычага, а также релейным законом работы демпфера [13, 14, 15]. Массой упругих элементов и демпфера мы пренебрегаем.

Также примем, что плечи рычага значительно превосходят амплитуду колебаний объекта защиты массой m , то есть пренебрегаем вертикальными отклонениями штока демпфера.

При дальнейшем рассмотрении примем следующие обозначения:

$a = L_2 / L_1$ - геометрический коэффициент инерции;

L_1 и L_2 - плечи рычага;

m - масса объекта защиты (водитель, кресло и рычаг);

$M = I / L_1^2$ - приведенная к расчетной схеме масса рычага;

I - момент инерции рычага;

$\mu = Lm_0 / L_1$ - приведенная к расчетной схеме масса рычага, характеризующая свойства анти вибратора;

L - расстояние от оси вращения до центра тяжести рычага;

m_0 - масса рычага;

C_1 - жесткость несущего упругого элемента;

C_2 и C_3 - жесткости упругих элементов, установленных на правом и левом концах рычага;

x - смещение объекта защиты;

y - смещение конца рычага;

z - смещение источника вибрации.

С учетом принятых обозначений, в качестве математической модели можем принять следующую систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} P_{\text{тр}} + \mu \ddot{x} - (C_2 a^2 + C_3) y - M \ddot{y} = 0, \\ P_{\text{тр}} + (C_3 - C_2 a) y + C_1 (z - x) - m \ddot{x} = 0, \\ P_{\text{тр}} = P_0 \operatorname{sgn}(\dot{z} - \dot{y} - \dot{x}). \end{cases} \quad (1)$$

Таким образом, мы можем рассматривать виброзащитную систему как совокупность двух взаимосвязанных подсистем: рычага, совершающего колебания $y(t)$, и объекта защиты, колеблющегося по закону $x(t)$. Зависимость колебаний этих подсистем от возмущающих сил возможно представить в виде соответствующих передаточных функций:

$$W_1(s) = \frac{1}{Ms^2 + C_2 a^2 + C_3}, \quad (2)$$

$$W_2(s) = \frac{1}{ms^2}. \quad (3)$$

Полученные передаточные функции описывают движения двухплечного рычага и объекта защиты соответственно.

Взаимосвязи между подсистемами и входными колебаниями $z(t)$, порождающие возмущающие силы, удобно показать с помощью структурных схем (рис. 3).

Отметим, что инерционные свойства рычага в рассматриваемой математической модели в структурной схеме описываются двумя параметрами - приведенными массами M и μ , которые взаимосвязаны и зависят от конструктивного исполнения рычага. Если допустить, что вся масса рычага сосредоточена на его левом конце, то:

$$M = \frac{I}{L_1^2} = \frac{L_2^2 m_0}{L_1^2} = a^2 m_0, \quad (4)$$

$$\mu = \frac{L_2 m_0}{L_1} = a m_0. \quad (5)$$

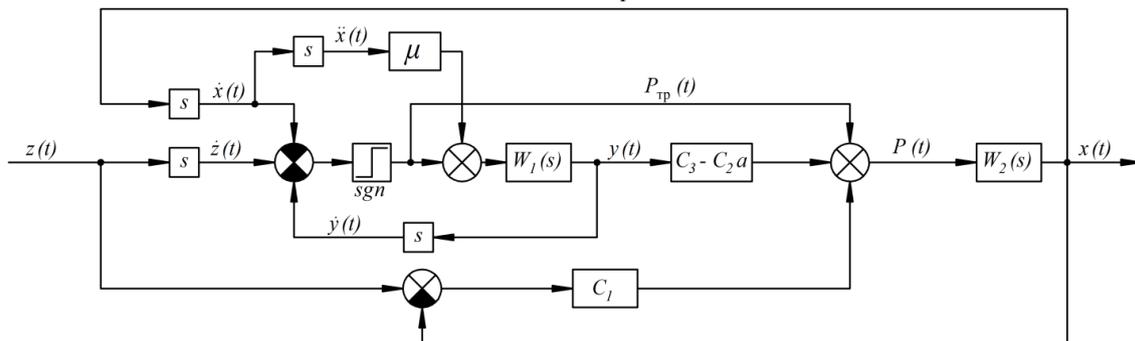


Рисунок 3 - Структурная схема рычажной релаксационной виброзащитной системы

То есть в первом приближении можно считать, что геометрический коэффициент инерции равен:

$$\frac{M}{\mu} = a. \quad (6)$$

Для инженерных расчетов формулы 4 и 5 неприменимы, так как требуется учитывать, что масса рычага m_0 не сосредоточена в одной точке, а распределена в пространстве. Задание в математической модели параметров a , M и μ в виде независимых коэффициентов дает возможность при проектировании и оптимизации параметров отвлечься от конкретной геометрии рычага и сосредоточиться только на его физических свойствах.

В современных системах компьютерного моделирования (MATLAB, SciLab) [16, 17] математическую модель возможно задать структурной схемой (рис. 3), то есть возможно построение математической модели на графическом языке программирования [18, 19, 20].

Математическая модель позволяет описать с приемлемой точностью параметры рычажной релаксационной виброзащитной системы. Однако стоит учитывать, что любая модель ограничена и не может учитывать все многообразие внешних факторов. Напротив, несущественные аспекты должны быть отброшены, что упростит описание и реализацию модели. Можно определить несколько целей создания математических моделей:

- а) объяснить строение исследуемого объекта и выявить взаимосвязи между его отдельными частями;
- б) спрогнозировать поведение объекта в различных условиях, выработать на основании этого прогноза управляющее воздействие;
- в) облегчить проектирование, поиск оптимальных соотношений и параметров.

Одной из задач математического моделирования является оптимизация параметров рычажной релаксационной виброзащитной системы с фрикционным демпфером. Оптимизированные параметры рассмотренной системы по интегральному критерию качества приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Оптимизированные параметры рычажной релаксационной виброзащитной системы с фрикционным демпфером

№	Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Значение
1	Масса объекта защиты	m	кг	150
2	Жесткость несущего упругого элемента	C_1	Н/м	2400
3	Жесткость 1-го допол. упругого элемента	C_2	Н/м	1200
4	Жесткость 2-го допол. упругого элемента	C_3	Н/м	1200
5	Сила демпфирования	P_0	Н	250
6	Геометрический коэффициент инерции	a	-	4
7	Приведенная масса рычага	M	кг	960
8	Приведенная масса рычага	μ	кг	240

С учетом оптимизированных параметров рычажной релаксационной виброзащитной системы с фрикционным демпфером был создан опытный образец. Проводились лабораторные испытания. При испытаниях опытного образца рычажной релаксационной виброзащитной системы с фрикционным демпфером были получены фазовые траектории механической системы объекта защиты.

При этом в качестве входного воздействия подавался синусоидальный сигнал с частотой 4 Гц и амплитудой 0,1 м. Результаты моделирования представлены на рисунке 4 в виде фазовой траектории. На оси абсцисс показано смещение объекта защиты, на оси ординат - его скорость.

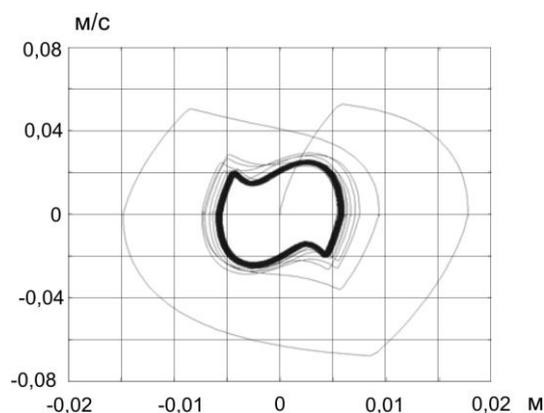


Рисунок 4 - Фазовая траектория

Как видно из рисунка 4 на выходе в установившемся режиме мы имеем квазипериодические колебания [21], то есть механическая система объекта защиты имеет безрезонансный режим работы. Переходный процесс не продолжителен (2-3 цикла колебаний достаточно для значительного уменьшения амплитуды колебаний объекта защиты). Сама амплитуда выходных колебаний значительно меньше амплитуды входного воздействия

Представленные ранее результаты исследований наглядно иллюстрируют перспективность применения рычажной релаксационной виброзащитной системы с фрикционным демпфером в легковых автомобилях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дембаримдекер, А.Д. Амортизаторы транспортных машин [Текст] / А.Д. Дембаримдекер. - М.: Машиностроение, 1985. - 199 с.
2. Топчеев, Ю.И. Атлас для проектирования систем автоматического регулирования [Текст] / Ю.И. Топчеев - М.: Машиностроение, 1989. - 752 с.
3. Блехман, И. И. Вибрационная механика [Текст] / И.И. Блехман. - М.: Физматлит, 1994. - 400 с.
4. Горин, А.В. Применение гидравлических машин ударного действия для образования скважин в грунтах: монография [Текст] / А.В. Горин, Д.Н. Ешуткин, М.А. Горина. - Орел: Госуниверситет - УНПК, 2015. - 151 с.
5. Чупраков, Ю.И. Гидравлические системы защиты человека-оператора от общей вибрации [Текст] / Ю.И. Чупраков. - М.: Машиностроение, 1987. - 224 с.
6. Гусаров, В.И. Виброзащитные механизмы переменного демпфирования систем железнодорожного транспорта [Текст] / В.И. Гусаров, А.В. Ковтунов, О.П. Мулюкин; под ред. О.П. Мулюкина. - Самара: СамГАСП, 2004. - 178 с.
7. Динамика системы дорога - шина - автомобиль - водитель [Текст] / под ред. А.А. Хачатурова. - М.: Машиностроение, 1976. - 536 с.
8. Розенблат, Г.М. Динамические системы с сухим трением [Текст] / Г.М. Розенблат. - М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. - 204 с.
9. Бабицкий, В.И. Колебания в сильно нелинейных системах: Нелинейности порогового типа [Текст] / В.И. Бабицкий, В.Л. Крупенин. - М.: Наука, 1985. - 320 с.
10. Генкин, М.Д. Методы управляемой виброзащиты машин [Текст] / М.Д. Генкин, В.Г. Елезаров, В.В. Яблонский. - М.: Наука, 1985. - 240 с.
11. Елисеев, С.В. Динамические гасители колебаний [Текст] / С.В. Елисеев, Г.П. Нерубенко. - Новосибирск: Наука, 1982. - 144 с.
12. Алифов, А.А. Взаимодействие нелинейных колебательных систем с источниками энергии [Текст] / А.А. Алифов, К. А. Фролов. - М.: Наука, 1985. - 327 с.
13. Пытьев, Ю.П. Методы анализа и интерпретации эксперимента [Текст] / Ю.П. Пытьев. - М.: Издательство МГУ, 1990. - 286 с.
14. Болотник, Н.Н. Оптимизация амортизационных систем [Текст] / Н.Н. Болотник. - М.: Наука, 1983. - 256 с.
15. Кетков, Ю.Л. MATLAB7: программирование, численные методы [Текст] / Ю.Л. Кетков, А.Ю. Кетков, М.М. Шульц. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 752 с.
16. Герман-Галкилин, С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК [Текст] / С.Г. Герман-Галкилин. - СПб.: КОРОНА-Век, 2008. - 368 с.
17. Алексеев, Е.Р. Scilab: Решение инженерных и математических задач [Текст] / Е.Р. Алексеев, О.В. Чеснокова, Е.А. Рудченко. - М: ATL Linux; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 269 с.
18. Половко, А.М. MATLAB для студента [Текст] / А.М. Половко, П.Н. Бутусов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 320 с.

19. Радченко, С.Ю. Анализ видов повреждений шаровых шарниров [Текст] / С.Ю. Радченко, А.Н. Новиков, А.А. Катунин, М.Д. Тебекин // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 1 (36). - С. 8-14.
20. Новиков, А.Н. Анализ влияния технических неисправностей транспортных средств на уровень дорожной безопасности [Текст] / А.Н. Новиков, М.В. Кулев, А.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин. - 2010. - № 1 (28). - С. 8-11.
21. Новиков, А.Н. Технология ремонта машин [Текст]: учебное пособие по курсовому проектированию / А.Н. Новиков, Н.В. Бакаева, А.В. Коломейченко. - Орел, 2003.
22. Кондрашов, В.Е. MATLAB как система программирования научно-технических расчетов [Текст] / В.Е. Кондрашов, С.Б. Королев. - М.: Мир, 2002. - 350 с.
23. Дьяконов, В.П. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник [Текст] / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. - СПб.: Питер, 2002. - 448 с.
24. Бабаков, И.М. Теория колебаний [Текст] / И.М. Бабаков. - М.: Дрофа, 2004. - 591 с.

Козырев Дмитрий Леонидович,

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.Тургенева»

Адрес: 302026, Россия, г. Орел, ул. Комсомольская, 95

Аспирант кафедры «Техническая механика и инженерная графика»

E-mail: kozyrev.dd@yandex.ru

Горина Мария Андреевна,

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.Тургенева»

Адрес: 302026, Россия, г. Орел, ул. Комсомольская, 95

Студент

E-mail: gorin57@mail.ru

Чернышев Владимир Иванович,

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.Тургенева»

Адрес: 302026, Россия, г. Орел, ул. Комсомольская, 95

Д-р техн. наук, профессор кафедры «Техническая механика и инженерная графика»

E-mail: apr@ostu.ru

Горин Андрей Владимирович,

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.Тургенева»

Адрес: 302026, Россия, г. Орел, ул. Комсомольская, 95

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническая механика и инженерная графика»

E-mail: gorin57@mail.ru

D.L. KOZIREV, M.A. GORINA, V.I. CHERNISHOV, A.V. GORIN

PROTECTION OF THE OCCUPANTS OF PASSENGER CARS FROM THE EFFECTS OF THE ROADWAY

The article is devoted research arm relaxation vibro-protection system with a friction damper for cars. The authors propose a scheme of vibration-proof system, its mathematical model, as well as a block diagram of a lever-term relaxation vibration protection system. We present the phase trajectories of the experimental sample of a mechanical system of protection of the object.

Keywords: vibration protection, mechanical systems, friction damper, the elastic member, a block diagram, the phase trajectory.

BIBLIOGRAPHY

1. Dembarimdeker, A.D. Amortizatory transportnykh mashin [Tekst] / A.D. Dembarimdeker. - М.: Mashinostroenie, 1985. - 199 s.
2. Topcheev, YU.I. Atlas dlya proektirovaniya sistem avtomaticheskogo regulirovaniya [Tekst] / YU.I. Topcheev - М.: Mashinostroenie, 1989. - 752 s.
3. Blekhman, I. I. Vibratsionnaya mekhanika [Tekst] / I.I. Blekhman. - М.: Fizmatlit, 1994. - 400 s.
4. Gorin, A.V. Primenenie gidravlicheskiykh mashin udarnogo deystviya dlya obrazovaniya skvazhin v gruntakh: monografiya [Tekst] / A.V. Gorin, D.N. Eshutkin, M.A. Gorina. - Орел: Gosuniversitet - UNPK, 2015. - 151 s.
5. Chuprakov, YU.I. Gidravlicheskie sistemy zashchity cheloveka-operatora ot obshchey vibratsii [Tekst] / YU.I. Chuprakov. - М.: Mashinostroenie, 1987. - 224 s.
6. Gusarov, V.I. Vibrozashchitnye mekhanizmy peremennogo dempfirovaniya sistem zheleznodorozhnogo transporta [Tekst] / V.I. Gusarov, A.V. Kovtunov, O.P. Mulyukin; pod red. O.P. Mulyukina. - Samara: SamGASP, 2004. - 178 s.

7. Dinamika sistemy doroga - shina - avtomobil` - voditel` [Tekst] / pod red. A.A. Hachaturova. - M.: Mashinostroenie, 1976. - 536 s.
8. Rozenblat, G.M. Dinamicheskie sistemy s sukhim treniem [Tekst] / G.M. Rozenblat. - M.; Izhevsk: NITS «Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika», 2006. - 204 s.
9. Babitskiy, V.I. Kolebaniya v sil`no nelineynykh sistemakh: Nelineynosti porogovogo tipa [Tekst] / V.I. Babitskiy, V.L. Krupenin. - M.: Nauka, 1985. - 320 s.
10. Genkin, M.D. Metody upravlyaemoy vibrozashchity mashin [Tekst] / M.D. Genkin, V.G. Elezarov, V.V. Yablonskiy. - M.: Nauka, 1985. - 240 s.
11. Eliseev, S.V. Dinamicheskie gasiteli kolebaniy [Tekst] / S.V. Eliseev, G.P. Nerubenko. - Novosibirsk: Nauka, 1982. - 144 s.
12. Alifov, A.A. Vzaimodeystvie nelineynykh kolebatel`nykh sistem s istochnikami energii [Tekst] / A.A. Alifov, K. A. Frolov. - M.: Nauka, 1985. - 327 s.
13. Pyt`ev, YU.P. Metody analiza i interpretatsii eksperimenta [Tekst] / YU.P. Pyt`ev. - M.: Izdatel`stvo MGU, 1990. - 286 s.
14. Bolotnik, N.N. Optimizatsiya amortizatsionnykh sistem [Tekst] / N.N. Bolotnik. - M.: Nauka, 1983. - 256 s.
15. Ketkov, YU.L. MATLAB7: programmirovaniye, chislennyye metody [Tekst] / YU.L. Ketkov, A.YU. Ketkov, M.M. Shul`ts. - SPb.: BHV-Peterburg, 2005. - 752 s.
16. German-Galkiln, S.G. Matlab & Simulink. Proektirovaniye mekhatronnykh sistem na PK [Tekst] / S.G. German-Galkiln. - SPb.: KORONA-Vek, 2008. - 368 s.
17. Alekseev, E.R. Scilab: Reshenie inzhenernykh i matematicheskikh zadach [Tekst] / E.R. Alekseev, O.V. Chesnokova, E.A. Rudchenko. - M: ATL Linux; BINOM. Labolatoriya znaniy, 2008. - 269 s.
18. Polovko, A.M. MATLAB dlya studenta [Tekst] / A.M. Polovko, P.N. Butusov. - SPb.: BHV-Peterburg, 2005. - 320 s.
19. Radchenko, S.YU. Analiz vidov povrezhdeniy sharovykh sharnirov [Tekst] / S.YU. Radchenko, A.N. Novikov, A.A. Katunin, M.D. Tebekin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - № 1 (36). - S. 8-14.
20. Novikov, A.N. Analiz vliyaniya tekhnicheskikh neispravnostey transportnykh sredstv na uroven` dorozhnoy bezopasnosti [Tekst] / A.N. Novikov, M.V. Kulev, A.V. Kulev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2010. - № 1 (28). - S. 8-11.
21. Novikov, A.N. Tekhnologiya remonta mashin [Tekst]: uchebnoye posobie po kursovomu proektirovaniyu / A.N. Novikov, N.V. Bakaeva, A.V. Kolomeychenko. - Orel, 2003.
22. Kondrashov, V.E. MATLAB kak sistema programmirovaniya nauchno-tekhnicheskikh raschetov [Tekst] / V.E. Kondrashov, S.B. Korolev. - M.: Mir, 2002. - 350 s.
23. D`yakonov, V.P. MATLAB. Analiz, identifikatsiya i modelirovaniye sistem. Spetsial`nyy spravochnik [Tekst] / V.P. D`yakonov, V.V. Kruglov. - SPb.: Piter, 2002. - 448 s.
24. Babakov, I.M. Teoriya kolebaniy [Tekst] / I.M. Babakov. - M.: Drofa, 2004. - 591 s.

Kozyrev Dmitry Leonidovich

FGBOU VO «OSU named Ivan Turgenev»

Address: 302026, Russia, Orel, st. Komsomolskaya, 95

Graduate student of the Department «Technical Mechanics and Engineering Graphics»

E-mail: kozyrev.dd@yandex.ru

Gorina Maria Andreevna

FGBOU VO «OSU named Ivan Turgenev»

Address: 302026, Russia, Orel, st. Komsomolskaya, 95

Student

E-mail: gorin57@mail.ru

Chernyshev Vladimir Ivanovich

FGBOU VO «OSU named Ivan Turgenev»

Address: 302026, Russia, Orel, st. Komsomolskaya, 95

Dr. Sc. Sciences, Professor of the Department «Technical Mechanics and Engineering Graphics»

E-mail: apr@ostu.ru

Gorin Andrei Vladimirovich

FGBOU VO «OSU named Ivan Turgenev»

Address: 302026, Russia, Orel, st. Komsomolskaya, 95

Kand. tehn. Sciences, Associate Professor of the Department «Technical Mechanics and Engineering Graphics»

E-mail: gorin57@mail.ru

В.Н. БАСКОВ, А.В. ИГНАТОВ

КАТЕГОРИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ПО СТЕПЕНИ РИСКА ТРАНСПОРТНОГО ЗАТОРА С УЧЕТОМ СКОРОСТНЫХ ИНТЕРВАЛОВ

Рассмотрена модель риска возникновения транспортного затора на регулируемых пересечениях. Рассмотрена зависимость величины риска возникновения транспортного затора от скорости движения. Предложено категорирование участков улично-дорожной сети города с учетом скоростных интервалов по результатам проведенного экспериментального исследования.

Ключевые слова: риск, улично-дорожная сеть, транспортный поток, регулируемые пересечения, скорость.

В настоящее время ежегодно происходит увеличение загруженности улично-дорожной сети (УДС), что приводит к возникновению транспортных заторов [1]. Возникает необходимость расширения номенклатуры методов по противодействию транспортным заторам. Одним из способов оценки загруженности УДС является предложенная модель риска возникновения транспортного затора на регулируемых пересечениях [2-6]:

$$r_{mз} = 0,5 - \Phi \left(d_{кр} - d_{ф} / \sqrt{\sigma_{d_{кр}}^2 + \sigma_{d_{ф}}^2} \right), \quad (1)$$

где $d_{ф}$ - среднее значение расчетной или фактической величины транспортной задержки на регулируемом пересечении в «час пик», с;

$d_{кр}$ - среднее значение предельной (критической) величины транспортной задержки на регулируемом пересечении в «час пик», при которой вероятность возникновения затора будет равна 50%, с;

$\sigma_{d_{ф}}$ и $\sigma_{d_{кр}}$ - среднеквадратические отклонения текущих значений указанных параметров;

$\Phi_u(u)$ - функция нормального распределения (функция Лапласа).

Для расчета фактической величины транспортной задержки использована упрощенная формула Вебстера [7-9]:

$$d = 0,9(C(1 - \lambda)^2 / 2[1 - \lambda x] + x^2 / 2N(1 - x)), \quad (2)$$

где d - средняя задержка за цикл, с;

C - длина цикла регулирования, с;

λ - эффективная доля зеленого сигнала, с;

x - степень насыщения;

N - интенсивность прибытия ТС, авт/с.

Для определения зависимости риска возникновения транспортного затора от скорости и плотности транспортного потока (ТП), были использованы выведенные Колесовым В.И., Гуляевым М.Л. и Осипенко А.М.[10] зависимости интенсивности транспортного потока от скорости и плотности, которые они получили, основываясь на гидродинамической модели Танаки [11].

Зависимость интенсивности транспортного потока от скорости [10]:

$$N(V) = V / m_2 V^2 + m_1 V + m_0, \quad (3)$$

где V - скорость движения транспортного потока, м/с;

m_2 - коэффициент пропорциональности тормозному пути, с²/м;

m_1 - время, характеризующее реакцию водителя, с;

m_0 - средняя длина автотранспортного средства, м.

Таким образом, с учетом формул (1, 2 и 3) получаем зависимость риска возникновения транспортного затора от скорости:

$$r_{мз}(V) = 0,5 - \Phi \left((d_{кр} - (A / I - EN(V) + B / (1 / N(V) - K))) / \sqrt{\sigma_{d_{кр}}^2 + \sigma_{d_{\phi}}^2} \right), \quad (3)$$

где $N(V)$ - интенсивность прибытия транспортного потока в зависимости от скорости движения, определяемая по формуле (2), авт/с;

$$A = \frac{0,9C(I - \lambda)^2}{2} - \text{коэффициент, зависящий от длительности цикла регулирования и}$$

эффективной доли зеленого сигнала, с/авт;

$$B = \frac{0,9 K^2}{2} - \text{коэффициент, зависящий от коэффициента, определяющего отношение}$$

длительности цикла к максимальному количеству транспортных средств, которые успевают покинуть пересечение в j -м направлении за эффективное время i -й фазы регулирования, $c^2/\text{авт}^2$;

$$K = \frac{C}{M_n g} - \text{коэффициент, определяющий отношение длительности цикла к макси-}$$

мальному количеству транспортных средств, которые успевают покинуть пересечение в j -м направлении за эффективное время i -й фазы регулирования, с/авт;

$E = \lambda K$ - коэффициент, зависящий от коэффициента, определяющего отношение длительности цикла к максимальному количеству транспортных средств, которые успевают покинуть пересечение в j -м направлении за эффективное время i -й фазы регулирования и эффективной доли зеленого сигнала, с/авт;

M_n - поток насыщения, авт/с;

g - эффективная длительность зеленого сигнала, с.

Для проведения экспериментального исследования фактических задержек был определен участок улично-дорожной сети центральной части г. Саратова, в пределах которого на 12 регулируемых пересечениях был проведен эксперимент [12].

Целью выполненного эксперимента является проведение анализа зависимости, полученной на основе измеренных фактических данных и проведенных измерений, и определение детерминирующего фактора, влияющего на задержки транспортного потока [13].

Проведя анализ экспериментальных данных $r_{тз}=f(V)$ по 6 направлениям 3 пересечений по степенной зависимости, было выявлено, что во всех случаях коэффициент корреляции R [14] был $\approx 0,9$, коэффициент детерминации $R^2 \approx 0,8$, что говорит о высокой точности подбора уравнения регрессии [15]. Во всех случаях значения коэффициента корреляции были статистически значимыми, т.к. наблюдаемое значение критерия $t_{набл}$ было выше, чем критическое значение критерия $t_{крит}$ (по критерию Стьюдента) [16]. По всем направлениям коэффициенты уравнения регрессии явились статистически значимыми, т.к. значение критерия t_a и t_b выше критического значения критерия $t_{крит}$ (критерий Стьюдента) [17]. По всем направлениям коэффициент детерминации R^2 явился статистически значимым, т.к. фактическое значение F (критерий Фишера) выше табличного значения $F_{табл}$ [18]. Таким образом, по всем направлениям, в отношении которых был произведен статистический анализ, полученные оценки уравнения регрессии статистически надежны, а следовательно модель регрессии значима.

Графическое отображение зависимости $r_{тз}=f(V)$ в одинаковых условиях во всех случаях носит близкий характер. Для примера ниже приведен график зависимости на ул. Рахова в обратном направлении пересечения ул. Московская - ул. Рахова (рис. 1).

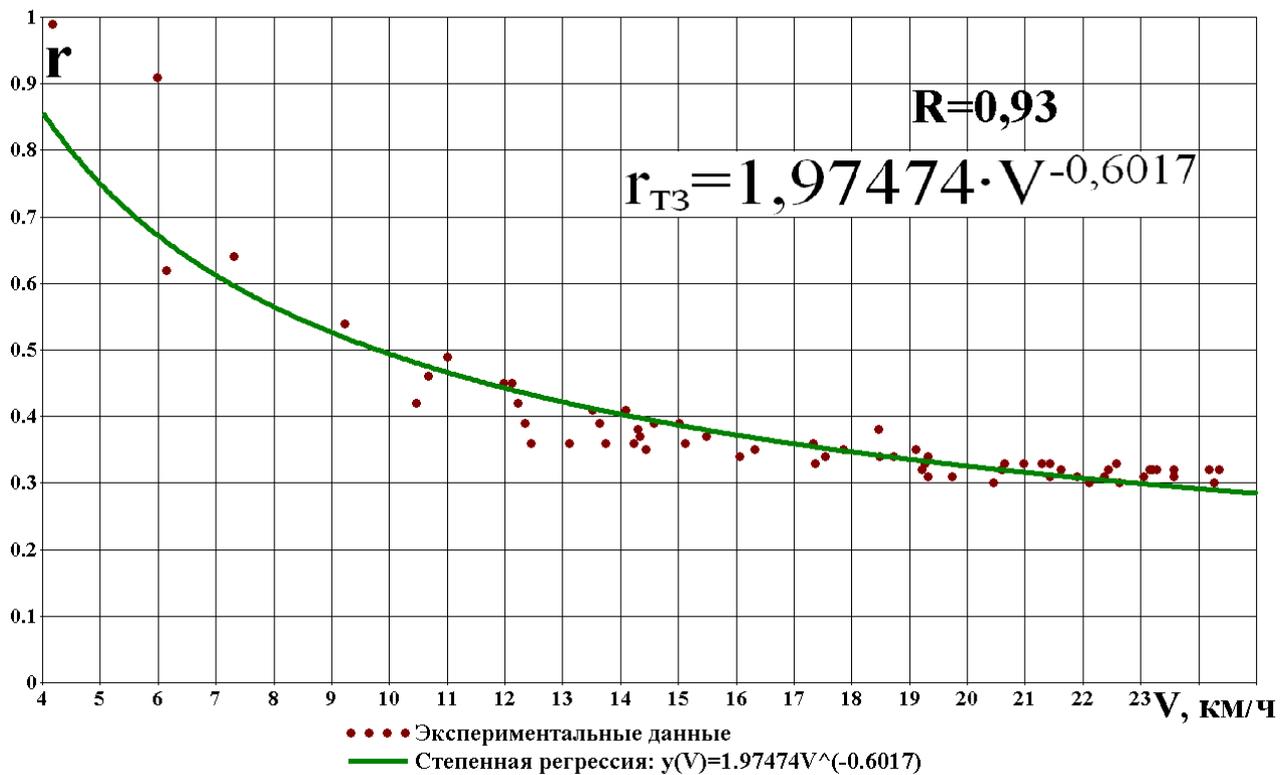


Рисунок 1 - Зависимость риска возникновения транспортного затора (r_{T3}) от скорости движения ТП (V) при эффективной ширине проезжей части равной 6,5 м

Исходя из графика зависимости $r_{T3}=f(V)$ (рис. 1), риск возникновения транспортного затора стремится к значению «1» при уменьшении скорости транспортного потока и увеличении интенсивности движения, которая стремится к максимальному значению пропускной способности дороги. Таким образом, плотность ТП также возрастает, что не является противоречием основной диаграммы транспортного потока [19].

С ростом интенсивности движения ТП и достижении величины, которая равна или выше максимального значения пропускной способности дороги, резко увеличивается плотность ТП при резком уменьшении его скорости, а следовательно, и уменьшении интенсивности движения ТП, вплоть до полной остановки. Но по причине одной из особенностей формулы Вебстера, где при степени насыщения равной или более «1» величина транспортной задержки становится отрицательной (ограничение формулы Вебстера), рассмотрение дальнейшей работы механизма зависимости $r_{T3}=f(V)$ (после $x \geq 1$) невозможно.

Подобный процесс происходит по причине вынужденного сокращения динамического габарита ТС [20] из-за увеличивающейся плотности ТП в границах одной полосы движения, которая достигается из-за снижения общей скорости движения ТП. Наоборот, со снижением плотности ТП возрастает скорость движения и сокращается интенсивность из-за увеличения динамического габарита ТС в границах одной полосы движения (для поддержания безопасного интервала между движущимися автомобилями). В реальных городских условиях подобный механизм работает в пределах направления движения вне зависимости от числа полос движения, т.к. в условиях города в плотном транспортном потоке транспортные средства равномерно осуществляют движение в границах всей эффективной ширины проезжей части.

Основываясь на совокупности аппроксимированных зависимостей $r_{T3}=f(V)$, полученных в одинаковых условиях были выделены категории условий движения, учитывающие риск возникновения транспортного затора. Каждая категория сочетается со скоростным интервалом, равным 5 км/ч. Предельные значения риска обозначены точками (рис. 2).

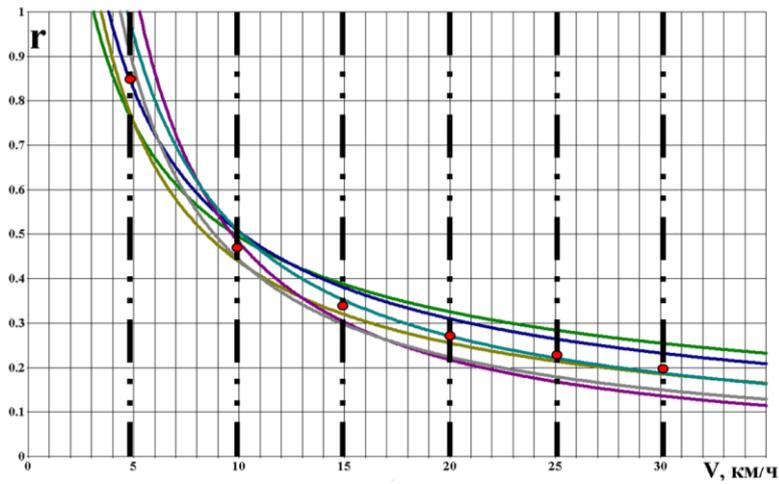


Рисунок 2 - Предельные рисковые значения для каждой категории условий движения с учетом риска возникновения транспортного затора

Таким образом, определено 7 категорий условий движения по скорости, при которой возникают предельные значения риска возникновения транспортного затора на регулируемых пересечениях (табл. 1).

Таблица 1 - Категории условий движения с учетом риска возникновения транспортного затора

Категория	Скорость, км/ч	Риск возникновения транспортного затора
I	0-5	0,85-1
II	5-10	0,48-0,85
III	10-15	0,34-0,48
IV	15-20	0,27-0,34
V	20-25	0,23-0,27
VI	25-30	0,19-0,23
VII	>30	<0,19

Получена картограмма риска возникновения транспортного затора в «часы пик» в будние дни исследуемого участка УДС центральной части города Саратова. Выявлены участки с риском возникновения транспортного затора I и II категории, т.е. выше 47 % (рис. 3).

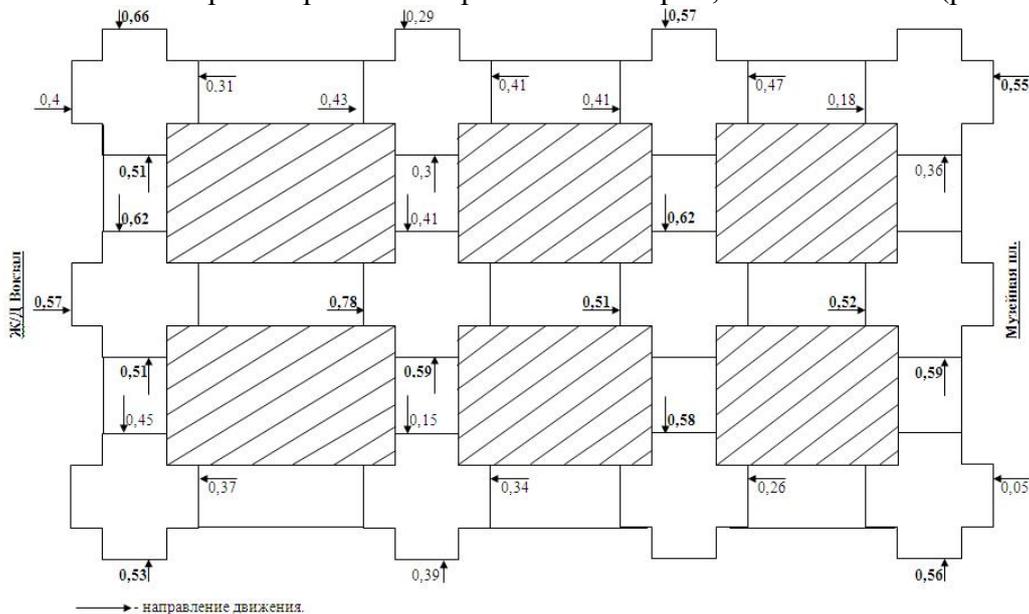


Рисунок 3 - Картограмма риска возникновения транспортного затора в «час пик» в будние дни

Таким образом, предложено категорирование участков УДС по степени риска возникновения транспортного затора на регулируемых пересечениях с учетом скоростных интервалов движения. Определение при помощи модели риска возникновения транспортного затора позволяет упорядочить каждое направление движения каждого конкретного перекрестка по степени убывания данного риска. И помогает обосновать необходимость проведения организационных мероприятий на наиболее загруженных участках, игнорируя наименее загруженные, т.к. проведение масштабных неупорядоченных мер по оптимизации ТП снижает эффект - нормализация движения на одном перегоне приводит к резкому увеличению загрузки ТП на других перегонах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулев, А.В. Оптимизация маршрутов городского пассажирского транспорта общего пользования [Текст]: материалы международной научно-практической конференции / А.В. Кулев, М.В. Кулев, Н.С. Кулева; под общ. ред. А.Н. Новикова // Информационные технологии и инновации на транспорте. - 2015. - С. 253-259.
2. Игнатов, А.В. Оценка вероятности возникновения транспортного затора на регулируемом пересечении с использованием теории риска [Текст]: сборник научных трудов / А.В. Игнатов // Развитие дорожно-транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: вклад науки. - Омск: СибАДИ. - 2014. - №7. - С. 64-71.
3. Столяров, В.В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска [Текст] / В.В. Столяров. - Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 1994. - В 2 ч. - Ч. 1. - 184 с.
4. Кондратов, С.В. Анализ и оценка риска при перевозке опасных грузов [Текст] / С.В. Кондратов, А.Н. Новиков, А.П. Трясцин // Мир транспорта и технологических машин. - 2016. - № 1 (52). - С. 87-94.
5. Севрюгина, Н.С. Оценка факторов риска возникновения нештатных ситуаций при эксплуатации машин ударного действия [Текст] / Н.С. Севрюгина, Е.В. Прохорова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2013. - № 2. - С. 192-195.
6. Баранов, Ю.Н. Анализ и оценка риска при перевозке опасных грузов автомобильным транспортом в АПК [Текст] / Ю.Н. Баранов, А.П. Трясцин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. - 2010. - Т. 26. - № 5. - С. 29-32.
7. Левашев, А.Г. Проектирование регулируемых пересечений [Текст]: учебное пособие / А.Г. Левашев, А.Ю. Михайлов, И.М. Головных. - Иркутск: ИрГТУ, 2007. - 208 с.
8. Новиков, А.Н. Анализ степени загрузки маршрутной транспортной сети города орла [Текст] / А.Н. Новиков, А.Л. Севостьянов, А.А. Катунин, А.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - №4 (39). - С. 69-74.
9. Highway Capacity Manual 2010. - Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C., 2010, 1650 p.
10. Колесов, В.И. Идентификация модели реального транспортного потока в городе [Текст] / В.И. Колесов, М.Л. Гуляев, А.М. Осипенко // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2011. - № 10 (129). - С. 43-48.
11. Иносэ, Х. Управление дорожным движением [Текст] / Х. Иносэ, Т. Хамада. - М.: Транспорт. - Пер. с англ., 1983. - 245 с.
12. Игнатов, А.В. Категорирование участков улично-дорожной сети на основе модели риска возникновения затора [Текст] / А.В. Игнатов, В.Н. Басков // Научное обозрение. - 2015. - № 8. - С. 384-388.
13. Басков, В.Н. Основы методики инженерного эксперимента [Текст]: учебное пособие / В.Н. Басков, А.С. Денисов. - Саратов: СГТУ, 2012. - 90 с.
14. ГОСТ 17510-72. Надежность изделий машиностроения. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений [Текст].
15. Вознесенский, В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях [Текст] / В.А. Вознесенский. - М.: Статистика, 1974. - 192 с.
16. Пустыльник, Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений [Текст] / Е.И. Пустыльник. - М.: Наука, 1968. - 288 с.
17. Румшицкий, Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента [Текст] / Л.З. Румшицкий. - М.: Наука, 1971. - 192 с.
18. Мартынов, В.В. Статистические методы обработки экспериментальных данных [Текст] / В.В. Мартынов, П.В. Мартынов. - Саратов: СГТУ, 2011 - 188 с.
19. Новиков, А.Н. Совершенствование дорожной сети для повышения их пропускной способности с использованием средств транспортной телематики [Текст] / А.Н. Новиков, В.А. Голенков, Ю.Н. Баранов, А.А.

Катунин, А.С. Бодров // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2014. - № 6. - С. 128-139.

20. Баранов, Ю.Н. Основы обеспечения безопасности в системе «Человек - Машина - Среда» [Текст] / Ю.Н. Баранов, А.А. Катунин, Р.В. Шкрабак, Ю.Н. Брагинец // Вестник НЦБЖД. - 2014. - № 1 (19). - С. 73-76.

21. Новиков, А.Н. Управление воздействием потоков автотранспорта на качество акустической среды города на основе информационных технологий [Текст] / А.Н. Новиков, О.А. Иващук, В.В. Васильева // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. - 2007. - № 4-16. - С. 226-232.

22. Новиков, А.Н. Методика организации маршрутной сети городского пассажирского транспорта общего пользования [Текст] / А.Н. Новиков, А.В. Кулев, М.В. Кулев, Н.С. Кулева // Мир транспорта и технологических машин. 2015. № 1 (48). С. 85-92.

23. Новиков, А.Н. Построение модели функционирования маршрута троллейбуса [Текст] / А.Н. Новиков, А.Л. Севостьянов, А.А. Катунин, А.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 4 (39). - С. 80-87.

Басков Владимир Николаевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Адрес: 410054, Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Д-р техн. наук, заведующий кафедрой «Организация перевозок и управление на транспорте»

E-mail: baskov@sstu.ru

Игнатов Антон Валерьевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Адрес: 410054, Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Ассистент кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте»

E-mail: samohod1990@yandex.ru

V.N. BASKOV, A.V. IGNATOV

CATEGORIZING SECTIONS OF THE ROAD NETWORK RISK CONGESTION TAKING INTO ACCOUNT SPEED INTERVALS

In this article considered risk model of emergence of a transport jam on adjustable crossings is considered. Dependence of size of risk of emergence of a transport jam on motion speed is considered. Categorization of sites of a street road network of the city taking into account speed intervals by results of the conducted pilot research has been offered.

Keywords: risk, street road network, transport flow, adjustable crossings, speed.

BIBLIOGRAPHY

1. Kulev, A.V. Optimizatsiya marshrutov gorodskogo passazhirskogo transporta obshchego pol`zovaniya [Tekst]: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / A.V. Kulev, M.V. Kulev, N.S. Kuleva; pod obshch. red. A.N. Novikova // Informatsionnye tekhnologii i innovatsii na transporte. - 2015. - S. 253-259.
2. Ignatov, A.V. Otsenka veroyatnosti vozniknoveniya transportnogo zatora na reguliruemom peresechenii s ispol`zovaniem teorii riska [Tekst]: sbornik nauchnykh trudov / A.V. Ignatov // Razvitie dorozhno-transportnogo i stroitel'nogo kompleksov i osvoinie strategicheski vazhnykh territoriy Sibiri i Arktiki: vklad nauki. - Omsk: SibADI. - 2014. - №7. - S. 64-71.
3. Stolyarov, V.V. Proektirovanie avtomobil`nykh dorog s uchetom teorii riska [Tekst] / V.V. Stolyarov. - Saratov: Sarat. gos. tekhn. un-t, 1994. - V 2 ch. - CH. I. - 184 s.
4. Kondratov, S.V. Analiz i otsenka riska pri perevozke opasnykh грузов [Tekst] / S.V. Kondratov, A.N. Novikov, A.P. Tryastin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2016. - № 1 (52). - S. 87-94.
5. Sevryugina, N.S. Otsenka faktorov riska vozniknoveniya neshtatnykh situatsiy pri ekspluatatsii ma-shin udarnogo deystviya [Tekst] / N.S. Sevryugina, E.V. Prokhorova // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova. - 2013. - № 2. - S. 192-195.
6. Baranov, YU.N. Analiz i otsenka riska pri perevozke opasnykh грузов avtomobil`nym transportom v APK [Tekst] / YU.N. Baranov, A.P. Tryastin // Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2010. - T. 26. - № 5. - S. 29-32.
7. Levashev, A.G. Proektirovanie reguliruemyykh peresecheniy [Tekst]: uchebnoe posobie / A.G. Levashev, A.YU. Mikhaylov, I.M. Golovnykh. - Irkutsk: IrGTU, 2007. - 208 s.
8. Novikov, A.N. Analiz stepeni zagruzki marshrutnoy transportnoy seti goroda orla [Tekst] / A.N. Novikov, A.L. Sevost'yanov, A.A. Katunin, A.V. Kulev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - №4 (39). - S. 69-74.
9. Highway Capacity Manual 2010. - Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C., 2010, 1650 p.

10. Kolesov, V.I. Identifikatsiya modeli real'nogo transportnogo potoka v gorode [Tekst] / V.I. Kolesov, M.L. Gulyaev, A.M. Osipenko // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2011. - № 10 (129). - S. 43-48.
11. Inose, H. Upravlenie dorozhnym dvizheniem [Tekst] / H. Inose, T. Hamada. - M.: Transport. - Per. s angl., 1983. - 245 s.
12. Ignatov, A.V. Kategorirovanie uchastkov ulichno-dorozhnoy seti na osnove modeli riska vozniknoveniya zatora [Tekst] / A.V. Ignatov, V.N. Baskov // Nauchnoe obozrenie. - 2015. - № 8. - S. 384-388.
13. Baskov, V.N. Osnovy metodiki inzhenernogo eksperimenta [Tekst]: uchebnoe posobie / V.N. Baskov, A.S. Denisov. - Saratov: SGTU, 2012. - 90 s.
14. GOST 17510-72. Nadezhnost' izdeliy mashinostroeniya. Sistema sbora i obrabotki informatsii. Planirovaniye nablyudeniya [Tekst].
15. Voznesenskiy, V.A. Statisticheskie metody planirovaniya eksperimenta v tekhniko-ekonomicheskikh issledovaniyakh [Tekst] / V.A. Voznesenskiy. - M.: Statistika, 1974. - 192 s.
16. Pustyl'nik, E.I. Statisticheskie metody analiza i obrabotki nablyudeniya [Tekst] / E.I. Pustyl'nik. - M.: Nauka, 1968. - 288 s.
17. Rumshisskiy, L.Z. Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov eksperimenta [Tekst] / L.Z. Rumshisskiy. - M.: Nauka, 1971. - 192 s.
18. Martynov, V.V. Statisticheskie metody obrabotki eksperimental'nykh dannykh [Tekst] / V.V. Martynov, P.V. Martynov. - Saratov: SGTU, 2011 - 188 s.
19. Novikov, A.N. Sovershenstvovanie dorozhnoy seti dlya povysheniya ikh propusknoy sposobnosti s ispol'zovaniem sredstv transportnoy telemekhaniki [Tekst] / A.N. Novikov, V.A. Golenkov, YU.N. Baranov, A.A. Katunin, A.S. Bodrov // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. - 2014. - № 6. - S. 128-139.
20. Baranov, YU.N. Osnovy obespecheniya bezopasnosti v sisteme «Chelovek - Mashina - Sreda» [Tekst] / YU.N. Baranov, A.A. Katunin, R.V. SHkrabak, YU.N. Braginets // Vestnik NTSBZHD. - 2014. - № 1 (19). - S. 73-76.
21. Novikov, A.N. Upravlenie vozdeystviem potokov avtotransporta na kachestvo akusticheskoy sredy goroda na osnove informatsionnykh tekhnologiy [Tekst] / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk, V.V. Vasil'eva // Izvestiya Orlovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i transport. - 2007. - № 4-16. - S. 226-232.
22. Novikov, A.N. Metodika organizatsii marshrutnoy seti gorodskogo passazhirskego transporta obshchego pol'zovaniya [Tekst] / A.N. Novikov, A.V. Kulev, M.V. Kulev, N.S. Kuleva // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. 2015. № 1 (48). S. 85-92.
23. Novikov, A.N. Postroyeniye modeli funktsionirovaniya marshruta trolleybusa [Tekst] / A.N. Novikov, A.L. Sevost'yanov, A.A. Katunin, A.V. Kulev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - № 4 (39). - S. 80-87.

Baskov Vladimir Nikolaevich

FGBOU VO «Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin»

Address: 410054, Russia, Saratov, ul. Polytechnique, 77

Dr. Sc. Sciences, Head of Department «Organization of transportation and transport management»

E-mail: baskov@sstu.ru

Ignatov Anton Valer'evich

FGBOU VO «Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin»

Address: 410054, Russia, Saratov, ul. Polytechnique, 77

Assistant of the Department «Organization of transportation and transport management»

E-mail: camoxod1990@yandex.ru

К.С. ПОДШИВАЛОВА, С.Ф. ПОДШИВАЛОВ

КЛАСТЕРНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА ПРИ ПАРТИОННОЙ ДОСТАВКЕ ГРУЗОВ

Рассматривается вопрос использования временного критерия агрегации при решении транспортной задачи распределения грузопотоков в интегрированной системе доставки грузов. Показано на численном примере, что при использовании критерия по наименьшему времени груженого пробега получается оптимальный план грузоперевозок.

Ключевые слова: маршрутизация, груз, кластер, базы, агрегация, критерий, время.

Рассматривается задача маршрутизации при интегрированной системе доставки грузов [5, 6, 7, 8, 9], когда транспортная сеть состоит из непересекающихся кластеров с несколькими пунктами разгрузки и баз обслуживания. При этом большая транспортная сеть разбивается на кластеры или зоны обслуживания любым известным способом [1, 2, 3, 4]. В рыночных условиях для повышения производительности автомобиля необходимо сократить время транспортировки груза от грузоотправителей до грузополучателей.

Одним из направлений решения этой проблемы является решение задачи маршрутизации и на ее основе создание рационального плана распределения грузопотоков при интегрированной системе доставки груза. В отличие от помашинной [10, 11], при партионной доставке груза требуется решить не одну, а две оптимизационные задачи маршрутизации. Первая из них заключается в определении оптимального маршрута от баз через пункты разгрузки в кластере. Вторая задача маршрутизации предполагает составление плана распределения грузопотоков и незагруженных автомобилей между базами и кластерами.

Как правило, для решения задачи коммивояжера используются классические критерии маршрутизации: время, длина пробега или затраты [10, 17, 18, 19, 20]. При определении плана помашинных отправок критерием оптимизации выступает транспортная работа [10]. В [5] при использовании методики агрегации применялся критерий по наименьшему грузовому плечу от базы до центра масс кластера. Для его определения используется величина транспортной работы и масса груза кластера. Однако он не учитывает время простоя в пункте разгрузки. В работе [9] применялся критерий в виде наименьшего времени груженого пробега до конечного пункта разгрузки. Он учитывает время движения и простоя в пунктах разгрузки. Этот критерий наиболее точно соответствует физической сущности процессу перевозки [12, 13, 14].

Постановка задачи следующая. Однородный груз находится в n базах величиной $G_1, G_2 \dots G_n$, соответственно. Из них он отправляется по m кластерам в количестве $Q_1, Q_2 \dots Q_m$. Между k пунктами каждого кластера груз развозится последовательно весом $q_1, q_2 \dots q_k$. Известно расстояние l_{ij} между вершинами i и j транспортного графа и технологические параметры перевозочного процесса: скорость движения, время разгрузки единицы товара, время маневрирования и оформления документов. Требуется составить план развозки груза между грузополучателями и грузоотправителями так, чтобы общее время доставки товара было минимальным.

Для решения задачи используем эвристический подход на основе метода агрегации и дезагрегации [5, 9, 15, 16]. Сначала рассматривается задача определения оптимального маршрута при проезде из баз через каждый кластер. Затем решается транспортная задача для полученной агрегированной транспортной сети. Проводится дезагрегация и определяется конечная вершина оптимального маршрута при выезде из каждого кластера. При решении вопроса о минимизации холостых пробега с конечных пунктов необходимо учесть, что при формировании матрицы холостых пробега количество строк должно равняться числу маршрутов со всех баз. В правом верхнем углу распределительной матрицы указывается время холостого пробега из конечного пункта оптимального маршрута в рассматриваемом кластере до баз снабжения.

На последнем этапе устанавливаются маршруты движения при интегрированной системе доставки грузов. Находится распределение оптимальных маршрутов между базами при

помощи совмещения матриц грузопотоков и холостых пробегов. В ней количество столбцов должно равняться числу маршрутов от всех баз через конечные пункты кластеров. В результате решения на первом шаге получается оптимальная комбинированная схема движения независимо с каждой базы. На втором шаге находится интегрированная взаимосвязанная схема передвижения с несколько баз.

Таким образом, решение транспортной задачи при партионной доставке товара сведено к задаче линейного программирования [21]. Требуется минимизировать целевую функцию в виде

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} X_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где X_{ij} - искомое количество груза, перевозимое автомобилем из базы i через кластер;

t_{ij} - критерий агрегации в виде наименьшего времени нахождения груза в автомобиле; при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = G_i, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = Q_j, \quad j = 1, 2, \dots, m; \quad (3)$$

$$X_{ij} \geq 0; \quad (4)$$

$$Q_j = \sum_{\varphi=1}^k q_{\varphi j}, \quad \varphi = 1, 2, \dots, k; \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n G_i = \sum_{j=1}^m Q_j. \quad (6)$$

Ограничение по запасам выражает (2). Формула (3) обеспечивает условие, что все потребности будут удовлетворены полностью. Выражение (4) есть условие не отрицательности переменной. Условие (5) показывает, что груз развозится по k пунктам кластера. Формула (6) обеспечивает равенство объема завозимого груза на всех маршрутах его объему вывозимого от всех поставщиков.

Методику расчета рассмотрим на примере из [5]. Принимаем время разгрузки одной тонны 0,2 часа. Время маневрирования в пункте разгрузке составляет 0,1 часа. Техническая скорость равна 40 км/ч. Приведем краткие результаты расчетов.

Агрегированная транспортная сеть в виде временного кластерного графа центров масс представлена в таблице 1. Решение производится методом МОДИ. Оптимальное распределение грузопотоков между кластерами дано в таблице 2. Оптимальная матрица распределения времени, затрачиваемого на холостые пробеги представлена в таблице 3.

Таблица 1 - Время, (ч)

База	Потребитель							Запас, т
	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	
Б1	1.150	1.125	1.225	1.075	0.750	1.450	1.000	27
Б2	1.125	1.075	1.175	1.050	0.900	1.525	0.875	6
Б3	1.250	1.175	1.175	1.150	1.000	1.625	0.800	24
Спрос, т	18	9	12	6	3	6	3	57

Таблица 2 - Распределение грузопотоков

База	Потребитель							Запас, т
	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	
Б1	18				3	6		27
Б2		6						6
Б3		3	12	6			3	24
Спрос, т	18	9	12	6	3	6	3	57

Таблица 3 - Распределение времени холостых пробегов

Потребитель	Базы			Итого, т	Потенциал строк
	Б1	Б2	Б3		
К1	0.2 9	0.175 0.2	0.175 9	18	0
Б2К2	0.1 6	0.075 0.125	0.075 0.15	6	-0.1
Б3К2	0.075 0.125	0.05 3	0.05 0.225	3	-0.125
К3	0.275 0.325	0.25 0.275	0.25 12	12	0.075
К4	0.225 3	0.2 3	0.2 0.35	6	0.025
К5	0.05 3	0.025 0.2	0.025 0.3	3	-0.15
К6	0.15 6	0.125 0.225	0.125 0.325	6	-0.05
К7	0.125 0.3	0.1 0.175	0.1 3	3	-0.075
Итого, т	27	6	24	57	
Потенциал столбцов	0.2	0.175	0.175		

В таблице 4 представлена совмещенная матрица, в результате решения которой получают маршруты движения, указанные в таблице 5. Здесь же даны некоторые технические показатели, рассчитанные согласно [8]. Общее время, затраченное на всех маршрутах, составляет 19,9 часа, протяженностью 294 км.

Таблица 4 - Совмещенная матрица

	К1	Б2К2	Б3К2	К3	К4	К5	К6	К7
Б1	9	6			3	3	6(6)	
Б2		(6)	3		3			
Б3	9		(3)	12(12)	(6)			3

Таблица 5 - Показатели маршрутов

№	Маршрут	l^p , км	l^x , км	$t^{дв}$, час	t , час	Кол-во ездки	$\sum l$, км	$\sum t$, час	Вес, т
1	Б1-5-6-7-6-Б1	10	8	0,45	1,15	3	54	3,45	9
2	Б1-4-Б1	2	2	0,1	0,8	1	4	0,80	3
3	Б1-16-Б1	6	6	0,3	1,0	2	24	2,0	6
4	Б3-11-12-13-12-Б3	12	10	0,55	1,25	4	88	5,0	12
5	Б3-17-Б3	4	4	0,2	0,9	1	8	0,9	3
6	Б1-5-6-7-Б3	10	7	0,425	1,125	2	34	2,25	9
7	Б3-10-8-9-Б2	11	2	0,325	1,025	1	13	1,025	3
8	Б3-15-14-Б1	14	9	0,575	1,275	1	23	1,275	3
	Б3-15-14-Б2	14	8	0,55	1,25	1	22	1,25	3
9	Б2-9-8-10-Б1	7	4	0,275	0,975	2	24	1,95	6

В таблице 5: $t^{дв}$ - время движения; t - общее время одной ездки; l^x - длина холостого пробега; l^p - длина груженой ездки.

Таблица 6 - Показатели маршрутов

№	Маршрут	l^p , км	l^x , км	$t^{дв}$, час	t , час	Кол-во ездов	$\sum l$ км	$\sum t$ час	Вес, т
1	Б1-10-8-9-Б1	11	5	0,40	1,30	1	16	1,3	3
2	Б1-4-Б1	2	2	0,1	0,8	1	4	0,80	3
3	Б1-16-Б1	6	6	0,3	1,0	2	24	2,0	6
4	Б3-12-11-12-13-12-Б3	12	10	0,55	1,45	4	88	5,8	12
5	Б3-17-Б3	4	4	0,2	0,9	1	8	0,9	3
6	Б1-14-15-14-Б1	11	11	0,55	1,35	2	44	2,7	6
7	Б1-10-8-9-Б2	9	2	0,275	1,175	2	22	2,35	6
8	Б2-5-6-7-Б3	9	7	0,4	1,3	2	32	2,6	6
9	Б3-6-7-5-Б1	15	3	0,45	1,35	2	36	2,7	6
10	Б1-5-6-7-Б3	10	7	0,425	1,325	1	17	1,325	3
11	Б3-6-7-5-Б1	15	3	0,45	1,35	1	18	1,35	3

Для сравнения было определено время доставки груза в примере из [5], когда в качестве критерия агрегации было принято наименьшее приведенное грузовое плечо (табл. 6). Общее время составило 20,975 ч. Общая длина всех маршрутов равна 307 км. Следовательно, использование критерия агрегации в виде наименьшего времени нахождения груза в автомобиле дает более экономичный результат по сравнению с расчетом при использовании в качестве критерия грузового приведенного плеча.

Таким образом, решена временная транспортная задача для совместной помашинной и партионной развозки однородного груза с нескольких баз. Рассмотренная методика расчета, более правильно учитывает физическую сущность всего процесса доставки груза (движение и простой), поэтому ее использование позволяет сократить общее время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воркут, А.И. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / А.И. Воркут. - Киев: Вицшак. Головное изд-во, 1986. - 2-е изд., перераб. и доп. - 447 с.
2. Айвазян, С.А. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности [Текст] / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. - М.: Финансы и статистика, 1989.
3. Мандель, И.Д. Кластерный анализ [Текст] / И.Д. Мандель. - М.: Финансы и статистика, 1988.
4. Миркин, Б.Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений [Текст] / Б.Г. Миркин. - М.: Высшая школа экономики, 2011.
5. Подшивалова, К.С. Проектирование рациональной схемы движения грузопотоков в интегрированной системе доставки грузов [Текст] / К.С. Подшивалова, С.Ф. Подшивалов, Ю.В. Родионов // Автотранспортное предприятие. - Орел. - 2013. - №3. - С. 51-56.
6. Родионов, Ю.В. Маршрутизация маятниковых и кольцевых маршрутов между несколькими базами снабжения [Текст] / Ю.В. Родионов, К.С. Подшивалова, С.Ф. Подшивалов // Вестник Таджикского технического университета. - 2012. - № 1(17). - С. 79-83.
7. Подшивалов, С.Ф. Проектирование маршрутов с контрольной вершиной из разных центров [Текст] / С.Ф. Подшивалов, К.С. Подшивалова, Ю.В. Родионов // Мир транспорта и технологических машин. - 2011. - № 1. - С. 27-32.
8. Подшивалова, К.С. Параметры функционирования интегрированной системы доставки грузов [Текст] / К.С. Подшивалов // Мир транспорта и технологических машин. - 2014. - № 1 (44). - С. 99-103.
9. Подшивалова, К.С. Применение временного критерия агрегации в задаче маршрутизации при интегрированной системе доставки грузов [Текст] / К.С. Подшивалова, А.С. Нугаев // Мир транспорта и технологических машин. - Орел. - 2015. - № 4 (51). - С. 97-102.
10. Кожин, А.П. Математические методы планирования и управления грузовыми автомобильными перевозками [Текст] / А.П. Кожин, В.Н. Мезенцев. - М.: Транспорт, 1994. - 304 с.
11. Геронимус, Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте [Текст] / Б. Л. Геронимус, Л.В. Царфин. - М.: Транспорт, 1987. - 165 с.
12. Вельможин, А.В. Технология, организация и управление грузовыми автомобильными перевозками [Текст]: учебник для вузов / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин // Волгоград: Волг.гос. тех. ун-т., 1999. - 296 с.
13. Николин, В.И. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / В.И. Николин, Е.Е. Витвицкий, С.М. Мочалин. - Омск: Вариант-Сибирь, 2004. - 480 с.

14. Витвицкий, Е.Е. Совершенствование теории мелкопартионных грузовых автомобильных перевозок [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук (05.22.10) / Витвицкий Е. Е.; Тюмен. гос. нефтегазовый ун-т. - Тюмень, 2005. - 31 с.
15. David F. Rogers, Robert D. Plante, Richard T. Wong and James R. Evans. Aggregation and Disaggregation Techniques and Methodology in Optimization. *Operations Research*. Vol. 39, No. 4 (Jul. -Aug., 1991), pp. 553-582.
16. Танаев, В.С. Декомпозиция и агрегирование в задачах математического программирования [Текст] / В.С. Танаев; под ред. А. Д. Закревского. - Мн.: Наука и техника, 1987. - 183 с.
17. Литл, Дж. Алгоритм для решения задачи о коммивояжере [Текст] / Дж. Литл, К. Мурти, Д. Суини, К. Карел // Экономика и математические методы. - М. - 1965. - Т.1. - Вып. 1. - С. 94-107.
18. Мудров, В.И. Задача о коммивояжере [Текст] / В.И. Мудров. - М.: Знание, 1969. - 61 с.
19. Подшивалов, С.Ф. Особенность использования метода ветвей и границ в задаче маршрутизации при неполном транспортном графе [Текст] / С.Ф. Подшивалов, К.С. Подшивалова // Экономика и математические методы. - М. - 2014. - Т. 50. - № 3. - С. 190-196.
20. Новиков, А.Н. Сравнение систем определения местоположения и их применение в интеллектуальных транспортных системах [Текст] / А.Н. Новиков, А.А. Катунин, А.В. Кулев, М.В. Пешехонов // Мир транспорта и технологических машин. - 2013. - № 2 (41). - С. 109-113.
21. Новиков, А.Н. Повышение безопасности перевозки опасных грузов на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем [Текст]: материалы международной научно-практической конференции / А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, С.В. Кондратов / под общей редакцией А.Н. Новикова // Информационные технологии и инновации на транспорте. - 2015. - С. 52-57.
22. Кочерга, В.Г. Планирование и организация грузовых автомобильных перевозок на улично-дорожной сети мегаполисов [Текст] / В.Г. Кочерга, В.В. Зырянов, А.В. Хачатурян // Инженерный вестник Дона. - 2012. - Т. 20. - № 2. - С. 737-741.
23. Подшивалова, К.С. Повышение эффективности перевозок мелкопартионных грузов автомобильным транспортом [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук / К.С. Подшивалова. - Волгоград, 2007.
24. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций [Текст] / Хемди А. Таха. - М.: Вильямс. - 7-е издание. - Пер. с англ., 2005. - 912 с: ил.

Подшивалова Кристина Сергеевна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: Россия, 440028, г. Пенза, ул. Титова, 28

Доцент кафедры «Организация и безопасность движения»

E-mail: sharm-08@bk.ru

Подшивалов Сергей Федорович

Пензенский артиллерийский инженерный институт

440005, г. Пенза-5, Военный городок

К.т.н., доцент, преподаватель кафедры «Общеспециальных дисциплин»

E-mail: podshivalov.s.f@mail.ru

K.S. PODSHIVOVA, S.F. PODSHIVALOV

**CLUSTER TRANSPORT PROBLEMS
AT PARTITIONED DELIVERY OF CARGO**

Examines selecting an optimal aggregation criteria while solving transportation task distribution of traffic flows in an integrated system of delivery of cargoes. Shown in the numerical example that when using the criterion of the lowest time loaded mileage is obtained, an optimal plan for transportation.

Keywords: routing, load, cluster, database, aggregation, test, time.

BIBLIOGRAPHY

1. Vorkut, A.I. Gruzovye avtomobil'nye perevozki [Tekst] / A.I. Vorkut. - Kiev: Vishchashk. Golovnoe izdvo, 1986. - 2-e izd., pererab. i dop. - 447 s.
2. Ayvazyan, S.A. Prikladnaya statistika: klassifikatsiya i snizhenie razmernosti [Tekst] / S.A. Ay-vazyan, V.M. Bukhshtaber, I.S. Enyukov, L.D. Meshalkin. - M.: Finansy i statistika, 1989.
3. Mandel', I.D. Klasternyy analiz [Tekst] / I.D. Mandel'. - M.: Finansy i statistika, 1988.
4. Mirkin, B.G. Metody klaster-analiza dlya podderzhki prinyatiya resheniy [Tekst] / B.G. Mirkin. - M.: Vysshaya shkola ekonomiki, 2011.

5. Podshivalova, K.S. Proektirovanie ratsional'noy skhemy dvizheniya gruzopotokov v integrirovannoy sisteme dostavki gruzov [Tekst] / K.S. Podshivalova, S.F. Podshivalov, YU.V. Rodionov // Avtotransportnoe predpriyatie. - Orel. - 2013. - №3. - S. 51-56.
6. Rodionov, YU.V. Marshrutizatsiya mayatnikovykh i kol'tsevykh marshrutov mezhdru neskol'kimi bazami snabzheniya [Tekst] / YU.V. Rodionov, K.S. Podshivalova, S.F. Podshivalov // Vestnik Tadzhijskogo tekhnicheskogo universiteta. - 2012. - № 1(17). - S. 79-83.
7. Podshivalov, S.F. Proektirovanie marshrutov s kontrol'noy vershinoy iz raznykh tsevtrov [Tekst] / S.F. Podshivalov, K.S. Podshivalova, YU.V. Rodionov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2011. - № 1. - S. 27-32.
8. Podshivalova, K.S. Parametry funktsionirovaniya integrirovannoy sistemy dostavki gruzov [Tekst] / K.S. Podshivalov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2014. - № 1 (44). - S. 99-103.
9. Podshivalova, K.S. Primenenie vremennogo kriteriya agregatsii v zadache marshrutizatsii pri integrirovannoy sisteme dostavki gruzov [Tekst] / K.S. Podshivalova, A.S. Nugaev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel. - 2015. - № 4 (51). - S. 97-102.
10. Kozhin, A.P. Matematicheskie metody planirovaniya i upravleniya gruzovymi avtomobil'nymi perevozkami [Tekst] / A.P. Kozhin, V.N. Mezentsev. - M.: Transport, 1994. - 304 s.
11. Geronimus, B.L. Ekonomiko-matematicheskie metody v planirovanii na avtomobil'nom transporte [Tekst] / B. L. Geronimus, L.V. Tsarfin. - M.: Transport, 1987. - 165 s.
12. Vel'mozhin, A.V. Tekhnologiya, organizatsiya i upravlenie gruzovymi avtomobil'nymi perevozkami [Tekst]: uchebnik dlya vuzov / A.V. Vel'mozhin, V.A. Gudkov, L.B. Mirotin // Volgograd: Volg.gos. tekhn. un-t., 1999. - 296 s.
13. Nikolin, V.I. Gruzovye avtomobil'nye perevozki [Tekst] / V.I. Nikolin, E.E. Vitvitskiy, S.M. Mochalin. - Omsk: Variant-Sibir', 2004. - 480 s.
14. Vitvitskiy, E.E. Sovershenstvovanie teorii melkopartionnykh gruzovykh avtomobil'nykh perevozk [Tekst]: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. d-ra tekhn. nauk (05.22.10) / Vitvitskiy E. E.; Tyumen. gos. neftegazo-vyy un-t. - Tyumen', 2005. - 31 s.
15. David F. Rogers, Robert D. Plante, Richard T. Wong and James R. Evans. Aggregation and Disaggregation Techniques and Methodology in Optimization. Operations Research. Vol. 39, No. 4 (Jul. -Aug., 1991), pp. 553-582.
16. Tanaev, V.S. Dekompozitsiya i agregirovanie v zadachakh matematicheskogo programmirovaniya [Tekst] / V.S. Tanaev; pod red. A. D. Zakrevskogo. - Mn.: Nauka i tekhnika, 1987. - 183 s.
17. Litl, Dzh. Algoritm dlya resheniya zadachi o kommivoyazhere [Tekst] / Dzh. Litl, K. Murti, D. Suini, K. Karel // Ekonomika i matematicheskie metody. - M. - 1965. - T.1. - Vyp. 1. - S. 94-107.
18. Mudrov, V.I. Zadacha o kommivoyazhere [Tekst] / V.I. Mudrov. - M.: Znanie, 1969. - 61 s.
19. Podshivalov, S.F. Osobennost' ispol'zovaniya metoda vetvey i granits v zadache marshrutizatsii pri nepolnom transportnom grafe [Tekst] / S.F. Podshivalov, K.S. Podshivalova // Ekonomika i matematicheskie metody. - M. - 2014. - T. 50. - № 3. - S. 190-196.
20. Novikov, A.N. Sravnenie sistem opredeleniya mestopolozheniya i ikh primenenie v intellektual'nykh transportnykh sistemakh [Tekst] / A.N. Novikov, A.A. Katunin, A.V. Kulev, M.V. Peshekhonov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2013. - № 2 (41). - S. 109-113.
21. Novikov, A.N. Povyshenie bezopasnosti perevozki opasnykh gruzov na osnove ispol'zovaniya global'nykh navigatsionnykh sputnikovykh sistem [Tekst]: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / A.N. Novikov, A.P. Tryastin, S.V. Kondratov; pod obshchey redaktsiei A.N. Novikova // Informatsionnye tekhnologii i innovatsii na transporte. - 2015. - S. 52-57.
22. Kocherga, V.G. Planirovanie i organizatsiya gruzovykh avtomobil'nykh perevozk na ulichno-dorozhnoy seti megapolisov [Tekst] / V.G. Kocherga, V.V. Zyryanov, A.V. Hachaturyan // Inzhenernyy vestnik Dona. - 2012. - T. 20. - № 2. - S. 737-741.
23. Podshivalova, K.S. Povyshenie effektivnosti perevozk melkopartionnykh gruzov avtomobil'nym transportom [Tekst]: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk / K.S. Podshivalova. - Volgograd, 2007.
24. Takha, Hemdi A. Vvedenie v issledovanie operatsiy [Tekst] / Hemdi A. Takha. - M.: Vil'yams. - 7-e izdanie. - Per. s angl., 2005. - 912 s: il.

Podshivalova Christina Sergeevna

FGBOU VPO «Penza State University of Architecture and Construction»

Address: 440028, Russia Penza, ul. Titova, 28

Associate Professor of «Organization and traffic safety»

E-mail: sharm-08@bk.ru

Podshivalov Sergey Fedorovich

Penza Artillery Engineering Institute

Address: 440005, Russia, Penza, 5, Military town

Ph.D., associate professor of the department «Obschepetsialnykh disciplines»

E-mail: podshivalov.s.f@mail.ru

Б.А. СЕМЕНИХИН, Л.П. КУЗНЕЦОВА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ УЛ. СУМСКАЯ - УЛ. ДЕЙНЕКИ ГОРОДА КУРСКА

Представлены результаты исследований транспортных и пешеходных потоков на перекрестке ул. Сумская - ул. Дейнеки г. Курска и разработаны рекомендации по совершенствованию организации дорожного движения на этом перекрестке, реализация которых позволит увеличить пропускную способность, как данного перекрестка, так и ул. Сумской в целом.

Ключевые слова: *организация дорожного движения, перекресток, транспортный поток, пешеходный поток, пропускная способность, автомобиль.*

Улица Сумская г. Курска является одной из транспортных артерий, соединяющих микрорайоны «КЗТЗ», «Юго-Запад» и населённый пункт Москва с центром города, а также микрорайоны «Северо-Запад» и «Юго-Запад» с микрорайонами «Волокно» и «Магистральный». В связи с этим, в последние годы транспортная обстановка на этой улице постоянно усложняется [1-8].

В целях совершенствования организации дорожного движения на ул. Сумской были проведены исследования транспортных и пешеходных потоков, а также режимов работы светофорной сигнализации на перекрёстках.

Результаты исследований показали, что:

- самым «узким» местом на ул. Сумской является перекрёсток ул. Сумская - ул. Дейнеки (рис. 1), от пропускной способности которого во многом зависит скорость сообщения между микрорайонами города;

- интенсивность транспортных потоков на перекрёстке ул. Сумская - ул. Дейнеки имеет ярко выраженные «часы пик». Так максимальная интенсивность транспортных потоков на ул. Дейнеки наблюдается с 8.00 до 9.00 ч., максимальная интенсивность транспортных потоков на ул. Сумской со стороны ул. Энгельса - с 16.00 до 18.00 ч., максимальная интенсивность транспортных потоков на ул. Сумской со стороны пр-та Клыкова - с 8.00 до 9.00 ч.;

- пропускная способность перекрёстка ул. Сумская - ул. Дейнеки, оборудованного транспортными и пешеходными светофорами, в утренний «час пик» (при условии нормального функционирования дорожного движения и отсутствия дорожно-транспортных происшествий и т. п.) используется практически на 100 %, но, при этом, заторовых состояний не наблюдается (на ул. Дейнеки и на ул. Сумская со стороны пр-та Клыкова скапливается небольшое количество автомобилей, которые проезжают перекресток за 1-2 цикла светофорного регулирования); в вечерние «часы пик» наблюдается заторовое состояние на ул. Сумская со стороны ул. Энгельса. при этом остальные подходы к перекрёстку наполовину разгружены;

- цикл светофорного регулирования на перекрёстке ул. Сумская - ул. Дейнеки имеет длительность 54 с (рис. 2) и состоит из двух фаз (рис. 3).

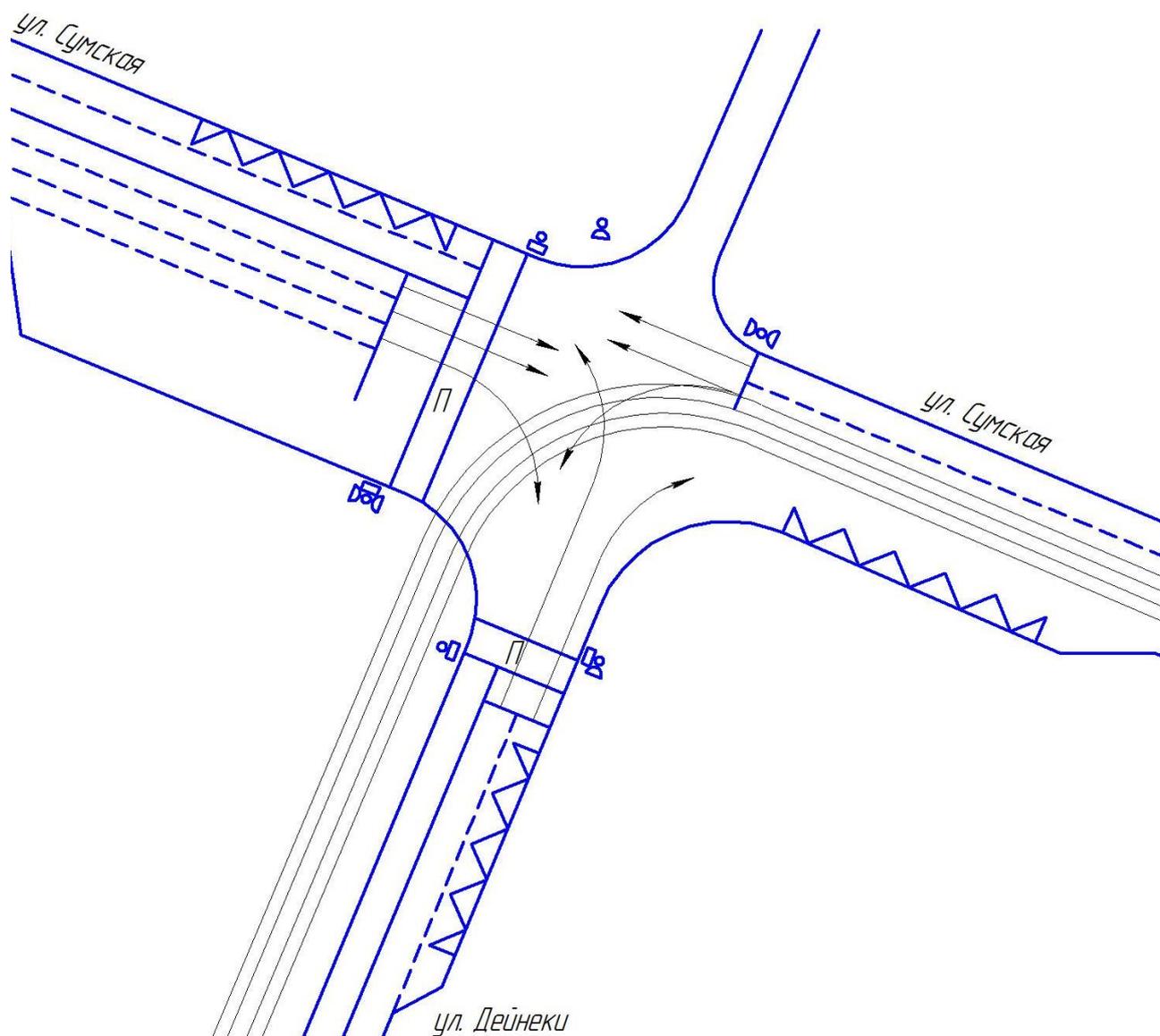


Рисунок 1 - Существующая планировка перекрестка ул. Сумская - ул. Дейнеки г. Курска

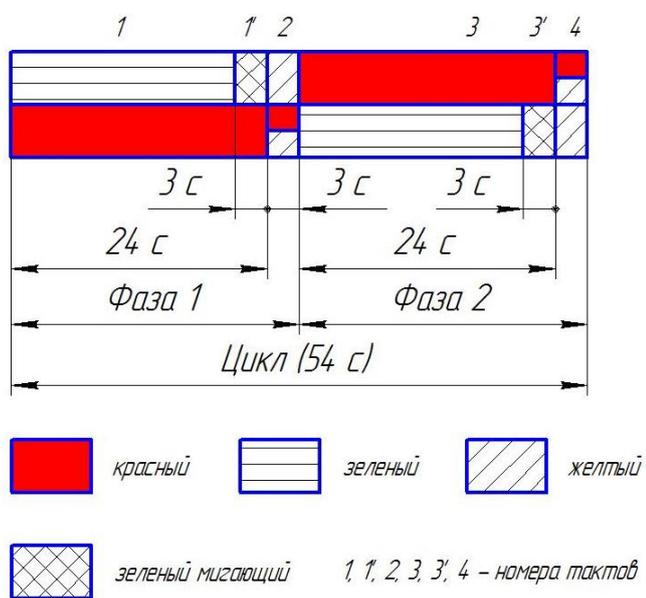


Рисунок 2 - Существующий режим работы светофорной сигнализации

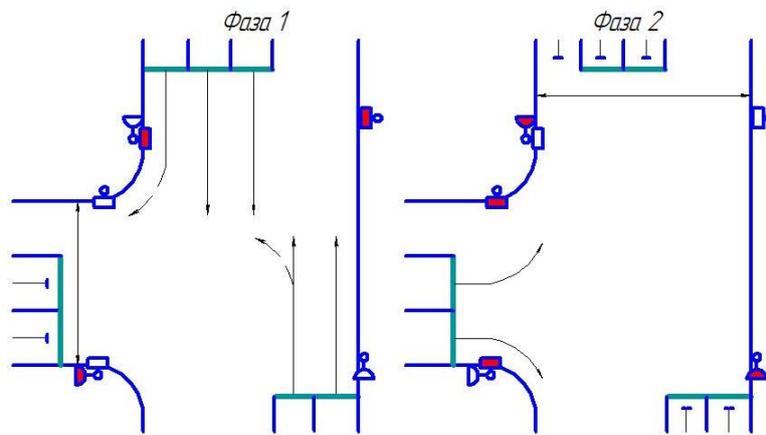


Рисунок 3 - Существующая пофазная организация движения через перекресток

Проанализировав результаты исследований и выполнив необходимые расчёты, пришли к выводу, что:

- изменением режима работы светофорной сигнализации невозможно повысить пропускную способность перекрёстка в целом, а можно лишь увеличить пропускную способность направлений движения одной фазы за счёт уменьшения пропускной способности направлений движения другой фазы;

- минимальная длительность основного такта светофорного цикла во второй фазе (такт 3, рис. 2) из условия безопасности движения пешеходов составляет 24 с [9].

Для повышения пропускной способности перекрёстка необходимо выполнение комплекса мероприятий:

- строительство заездного «кармана» для остановки общественного транспорта (п. 1, рис. 4);
- строительство пешеходного перехода через ул. Сумскую (п. 2, рис. 4);
- строительство дополнительной полосы (п. 3, рис. 4) для движения «прямо» через перекрёсток со стороны ул. Энгельса в сторону пр-та Клыкова;
- применение оптимального режима работы светофорной сигнализации [10-15].

Заездной «карман» для остановки общественного транспорта позволит освободить полосу движения от стоящих маршрутных транспортных средств и обеспечит движение автомобилей параллельно по двум полосам, тем самым повысив пропускную способность и безопасность движения на данном направлении.

Дополнительный пешеходный переход через ул. Сумскую разгрузит существующий пешеходный переход, облегчит движение пешеходов через улицу и повысит их безопасность [16-21].

Дополнительная полоса для движения «прямо» через перекрёсток со стороны ул. Энгельса в сторону пр-та Клыкова позволит осуществлять движение «прямо» через перекрёсток параллельно по двум полосам. Это позволит увеличить пропускную способность данного подхода к перекрёстку на 20 %. При этом необходима организация движения по полосам: левая полоса (по трамвайным путям) только для поворота налево, а две другие - для движения прямо.

Учитывая, что интенсивности транспортных потоков на подходах к перекрёстку сильно различаются в утренние и вечерние часы, то для оптимального светофорного регулирования на перекрёстке необходимо использовать два режима работы светофорной сигнализации: один - в первой половине дня, другой - во второй половине дня.

Существующий режим работы светофорной сигнализации (рис. 2) по суммарным транспортным задержкам является оптимальным для первой половины дня, включая утренний «час пик».

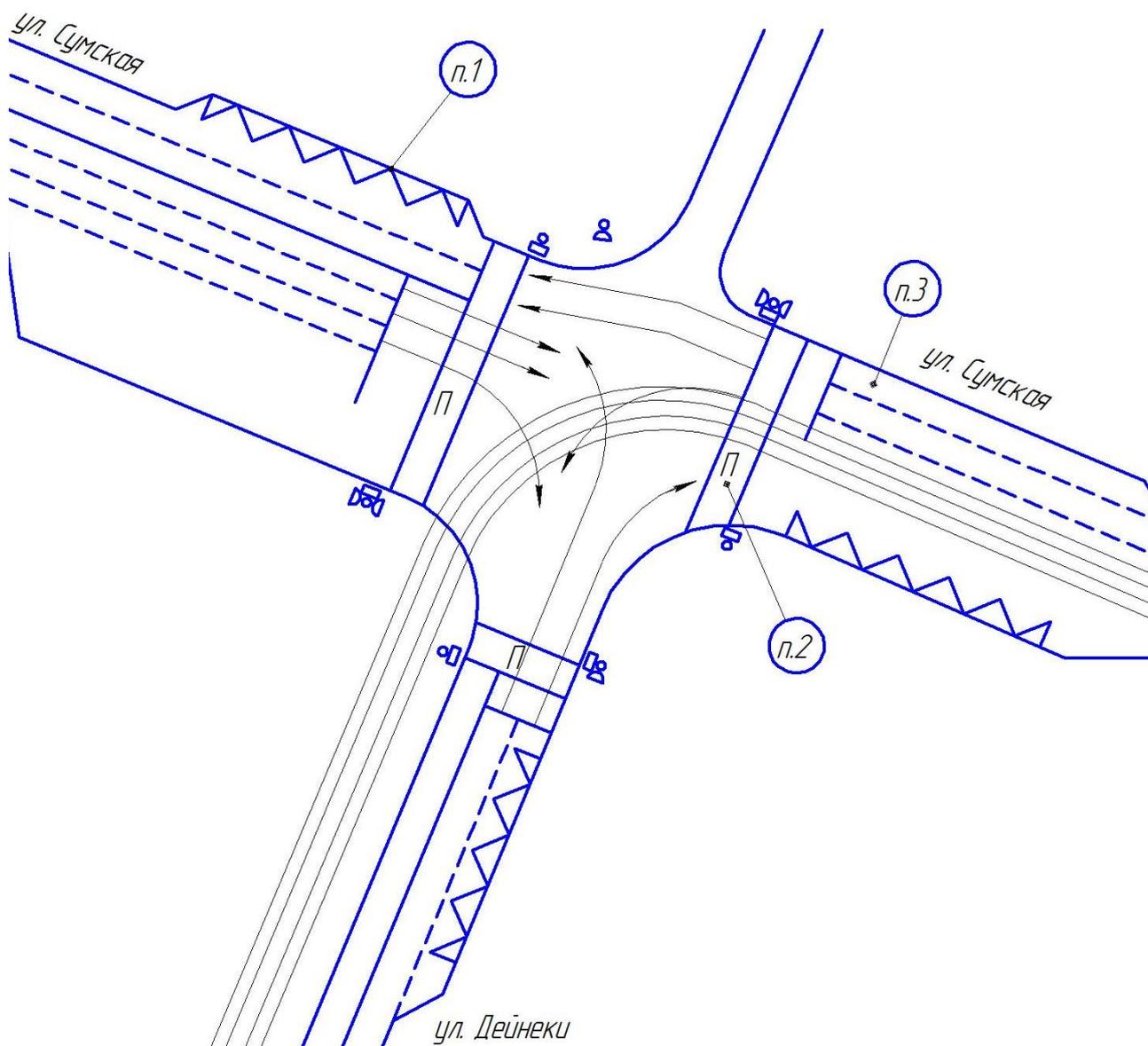


Рисунок 4 - Предлагаемая планировка перекрестка ул. Сумская - ул. Дейнеки г. Курска

Предлагаемый (№ 1) режим работы светофорной сигнализации (рис. 5) по суммарным транспортным задержкам является оптимальным для второй половины дня, включая вечерний «час пик». При организации этого режима пропускная способность подхода к перекрестку от ул. Энгельса увеличится на 26 %, а пропускная способность подхода к перекрестку по ул. Дейнеки уменьшится на 26 % (что в вечернее время не является критичным).

	График включения сигналов	Длительность, с			
		t_3	t_x	t_k	$t_{кx}$
ул. Сумская		38	3	24	3
ул. Дейнеки		24	3	38	3

Рисунок 5 - Предлагаемый (№ 1) режим работы светофорной сигнализации

Предлагаемый (№ 2) режим работы светофорной сигнализации (рис. 6) с расщеплённой фазой является более сложным по сравнению с предыдущим вариантом, но позволяет повысить пропускную способность подхода к перекрестку от ул. Энгельса на 35 % по сравнению с существующим вариантом, при этом пропускная способность подхода к перекрестку по ул. Дейнеки уменьшится на 26 %.

	График включения сигналов	Длительность, с			
		t_3	$t_ж$	$t_к$	$t_{кж}$
ул. Сумская (из города)		38	3	24	3
ул. Сумская (в город)		28	3	34	3
ул. Дейнеки		24	3	38	3

Рисунок 6 - Предлагаемый (№ 2) режим работы светофорной сигнализации

Предлагаемая пофазная организация движения через перекрёсток для существующего и предлагаемого (№ 1) режимов работы светофорной сигнализации представлена на рисунке 7.

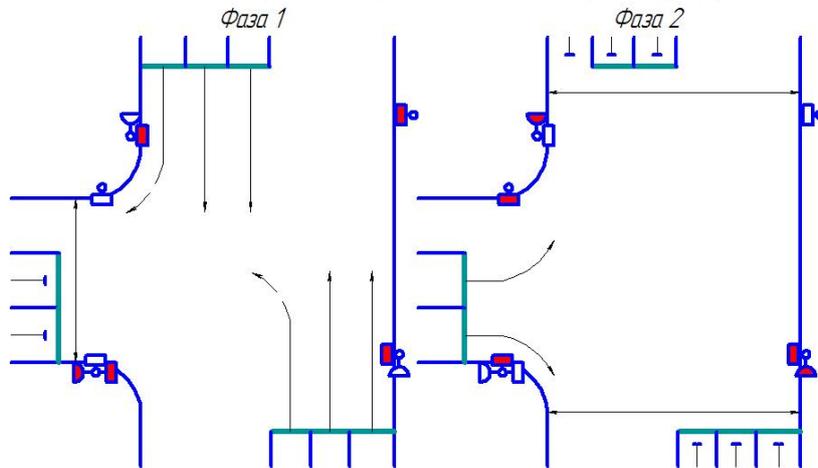


Рисунок 7 - Предлагаемая пофазная организация движения через перекрёсток

Пофазная организация движения через перекрёсток для предлагаемого (№ 2) режима работы светофорной сигнализации с расщеплённой фазой будет отличаться тем, что в конце первого такта первой фазы красный сигнал сначала загорится для направления движения от пр-та Клыкова в сторону ул. Энгельса (в город), а в противоположном направлении (от ул. Энгельса в сторону пр-та Клыкова) ещё 10 с будет гореть зелёный сигнал светофора, что позволит автомобилям, ожидающим поворота налево (на ул. Дейнеки) беспрепятственно завершить маневр.

Организация дополнительной полосы для движения прямо через перекрёсток от ул. Энгельса в сторону пр-та Клыкова и предлагаемый (№ 2) режим работы светофорной сигнализации позволят повысить пропускную способность подхода к перекрёстку по ул. Сумской от ул. Энгельса на 48 %, при этом пропускная способность подхода к перекрёстку по ул. Дейнеки уменьшится на 26 %, а пропускная способность подхода по ул. Сумской со стороны пр-та Клыкова останется неизменной.

Таким образом, внедрение разработанных рекомендаций по совершенствованию организации дорожного движения на перекрёстке ул. Сумская - ул. Дейнеки г. Курска, позволит увеличить пропускную способность, как данного перекрёстка, так и ул. Сумской в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петридис, А.В. Программа «Безопасность дорожного движения в Курской области на 2004-2010 гг.» [Текст] / А.В. Петридис, Г.В. Захаров, А.А. Толкушев, Б.А. Семенихин // Известия Юго-Западного государственного университета. - 2005. - № 2. - С. 227-230.
2. Петридис, А.В. Повышение безопасности дорожного движения в Курской области [Текст]: межвузовский сборник научных трудов / А.В. Петридис, А.А. Толкушев, Б.А. Семенихин // Проблемы эксплуатации, качества и надежности транспортных и технологических машин. - Хабаровск. - 2005. - С. 124-130.
3. Петридис, А.В. Автомобилизация и безопасность дорожного движения в г. Курске [Текст] / А. В. Петридис, Б. А. Семенихин // Известия Юго-Западного государственного университета. - 2006. - № 2 (17). - С. 225-229.
4. Семенихин, Б.А. Аналитическая оценка аварийности в г. Курске [Текст] / Б.А. Семенихин, Е.В. Агеев

// Новые материалы и технологии в машиностроении. - 2007. - № 7. - С. 141-145.

5. Семенихин, Б.А. Безопасность дорожного движения в г. Курске [Текст]: сборник статей I Международной научно-технической конференции / Б.А. Семенихин, А.С. Понкратов; отв. редактор Е.В. Агеев // Современные автомобильные материалы и технологии. - Курск. - 2009. - С. 254-258.

6. Семенихин, Б.А. Общий анализ безопасности дорожного движения в городе Курске [Текст]: сборник статей III Международной научно-технической конференции / Б.А. Семенихин; отв. редактор Е.В. Агеев // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2011). - Курск. - 2011. - С. 121-127.

7. Малева, Ю.К. Анализ безопасности дорожного движения в г. Курске в 2014 г. [Текст]: сборник научных статей 3-й Международной молодежной научной конференции / Ю.К. Малева, Б.А. Семенихин, Л.П. Кузнецова; отв. редактор А.А. Горохов // Будущее науки. - Курск. - В 2-х томах. - Том 2. - 2015. - С. 278-282.

8. Кузнецов, К.Ю. Анализ безопасности дорожного движения в Курской области в 2015 г. [Текст]: материалы VI Международной молодежной конференции / К.Ю. Кузнецов, Б.А. Семенихин, Л.П. Кузнецова // Молодежь и XXI век-2016. - Курск. - 2016. - В 4-х томах. - Том 4. - С. 137-140.

9. Омаров, Е.О. Системы регулирования движения с применением ЭВМ [Текст]: сборник статей IV Международной научно-технической конференции / Е.О. Омаров, А.А. Рахманов, А.К. Казыбеков, Б.А. Семенихин; отв. редактор Е.В. Агеев // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2012). - Курск. - 2012. - С. 110-120.

10. Семенихин, Б.А. Повышение пропускной способности и улучшение организации дорожного движения на ул. К. Маркса г. Курска [Текст]: сборник статей II Международной научно-технической конференции / Б.А. Семенихин О.С. Адевуи; отв. редактор Е.В. Агеев // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2010). - Курск. - 2010. - С. 121-128.

11. Семенихин, Б.А. Улучшение организации дорожного движения на ул. Красной Армии г. Курска [Текст]: сборник статей IV Международной научно-технической конференции / Б.А. Семенихин, Д.О. Оладипупо; отв. редактор Е.В. Агеев // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2012). - Курск. - 2012. - С. 131-136.

12. Семенихин, Б.А. Улучшение организации дорожного движения на ул. Дзержинского г. Курска [Текст] / Б. А. Семенихин, Л. П. Кузнецова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. - 2013. - № 1. - С. 207-210.

13. Дворников, А.Н. Совершенствование организации дорожного движения на перекрестке ул. 50 лет Октября - ул. Бойцов 9 дивизии г. Курска [Текст]: сборник статей V Международной научно-технической конференции / А.Н. Дворников, А.Ю. Асеев, Д.В. Сопия, Б.А. Семенихин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2013). - 2013. - С. 36-46.

14. Семенихин, Б.А. Совершенствование организации дорожного движения на перекрестке ул. Бойцов 9 дивизии - Майский бульвар города Курска [Текст]: сборник статей VI Международной научно-технической конференции / Б.А. Семенихин, Л.П. Кузнецова, Д.О. Оладипупо; отв. редактор Е.В. Агеев // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2014). - Курск. - 2014. - С. 117-123.

15. Кузнецов, К.Ю. Кольцевые пересечения [Текст]: сборник статей VII Международной научно-технической конференции / К.Ю. Кузнецов, Б.А. Семенихин; отв. редактор Е.В. Агеев // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2015). - Курск. - 2015. - С. 219-222.

16. Петридис, А.В. Повышение безопасности дорожного движения в городах путем устранения мест концентрации дорожно-транспортных происшествий [Текст]: материалы IV Международной научно-практической конференции / А.В. Петридис, А.А. Толкушев, Б.А. Семенихин; под общей редакцией Г.Л. Дегтярева, В.С. Терещука // Автомобиль и техносфера. ICATS'2005. - 2005. - С. 257.

14. Семенихин, Б.А. Безопасность дорожного движения в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий [Текст]: межвузовский сборник научных трудов / Б.А. Семенихин // Проблемы эксплуатации, качества и надежности транспортных и технологических машин. - Хабаровск. - 2005. - С. 152-158.

18. Семенихин, Б.А. Устранение мест концентрации дорожно-транспортных происшествий [Текст]: сборник статей I Международной научно-технической конференции / Б.А. Семенихин, В.И. Масалов; отв. редактор Е.В. Агеев // Современные автомобильные материалы и технологии. - 2009. - Курск. - С. 249-254.

19. Семенихин, Б.А. Снижение аварийности в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий [Текст]: сборник статей III Международной научно-технической конференции / Б.А. Семенихин, Д.О. Оладипупо; отв. редактор Е.В. Агеев // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2011). - Курск. - 2011. - С. 127-134.

20. Новиков, А.Н. Управление воздействием потоков автотранспорта на качество акустической среды города на основе информационных технологий [Текст] / А.Н. Новиков, О.А. Иващук, В.В. Васильева // Известия Орловского государственного технического университета. - Серия: Строительство и транспорт. - 2007. - № 4-16. - С. 226-232.

21. Новиков, А.Н. Методика организации маршрутной сети городского пассажирского транспорта общего пользования [Текст] / А.Н. Новиков, А.В. Кулев, М.В. Кулев, Н.С. Кулева // Мир транспорта и технологических машин. Орел: Госуниверситет-УНПК. - 2015. - № 1 (48). - С. 85-92.

22. Новиков, А.Н. Построение модели функционирования маршрута троллейбуса [Текст] / А.Н. Новиков, А.Л. Севостьянов, А.А. Катунин, А.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин. - Орел: Орел ГТУ. - 2012. - № 4 (39). - С. 80-87.

23. Рогов, Р.А. Места концентрации дорожно-транспортных происшествий [Текст]: сборник научных статей 3-й Международной молодежной научной конференции / Р.А. Рогов, Б.А. Семенихин, Л.П. Кузнецова; отв. редактор А.А. Горохов // Будущее науки - 2015. – 2015. – Курск. - В 2-х томах. - С. 314-318.

24. Рогов, Р.А. Повышение безопасности дорожного движения в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий [Текст] / Р.А. Рогов, Б.А. Семенихин, Л.П. Кузнецова // Новые материалы и технологии в машиностроении. - 2015. - № 21. - С. 87-90.

Семенихин Борис Анатольевич

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Адрес: 305040, Россия, г. Курск, 50 лет Октября, 94

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Автомобили, транспортные системы и процессы»

E-mail: boriss@bk.ru

Кузнецова Любовь Петровна

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Адрес: 305040, Россия, г. Курск, 50 лет Октября, 94

Канд. хим. наук, доцент кафедры «Автомобили, транспортные системы и процессы»

E-mail: lubakk8@list.ru

B.A. SEMENIKHIN, L.P. KUZNETSOVA

IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF TRAFFIC AT THE INTERSECTION OF SUMSKAYA ST. - DEYNEKI ST. OF KURSK

Results of researches of transport and foot streams at the intersection of Sumsкая St. - Deyneki St. of Kursk are presented and recommendations about improvement of the organization of traffic at this intersection which realization will allow to increase capacity, both this intersection, and Sumsкая St. in general are developed.

Keywords: *organization of traffic, intersection, transport stream, foot stream, capacity, car.*

BIBLIOGRAPHY

1. Petridis, A.V. Programma «Bezopasnost` dorozhnogo dvizheniya v Kurskoy oblasti na 2004-2010 gg.» [Текст] / A.V. Petridis, G.V. Zakharov, A.A. Tolkushev, B.A. Semenikhin // Izvestiya YUgo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. - 2005. - № 2. - S. 227-230.

2. Petridis, A.V. Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v Kurskoy oblasti [Текст]: mezhvuzov-skiy sbornik nauchnykh trudov / A.V. Petridis, A.A. Tolkushev, B.A. Semenikhin // Problemy ekspluatatsii, ka-chestva i nadezhnosti transportnykh i tekhnologicheskikh mashin. - Habarovsk. - 2005. - S. 124-130.

3. Petridis, A.V. Avtomobilizatsiya i bezopasnost` dorozhnogo dvizheniya v g. Kurske [Текст] / A. V. Petridis, B. A. Semenikhin // Izvestiya YUgo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. - 2006. - № 2 (17). - S. 225-229.

4. Semenikhin, B.A. Analiticheskaya otsenka avariynosti v g. Kurske [Текст] / B.A. Semenikhin, E.V. Ageev // Novye materialy i tekhnologii v mashinostroyenii. - 2007. - № 7. - S. 141-145.

5. Semenikhin, B.A. Bezopasnost` dorozhnogo dvizheniya v g. Kurske [Текст]: sbornik statey I Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / B.A. Semenikhin, A.S. Ponkratov; отв. редактор E.V. Ageev // Sovremennye avtomobil`nye materialy i tekhnologii. - Kursk. - 2009. - S. 254-258.

6. Semenikhin, B.A. Obshchiy analiz bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v gorode Kurske [Текст]: sbornik statey III Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / B.A. Semenikhin; отв. редактор E.V. Ageev // Sovremennye avtomobil`nye materialy i tekhnologii (SAMIT-2011). - Kursk. - 2011. - S. 121-127.

7. Maleva, YU.K. Analiz bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v g. Kurske v 2014 g. [Текст]: sbornik nauchnykh statey 3-y Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii / YU.K. Maleva, B.A. Semenikhin, L.P. Kuznetsova; отв. редактор A.A. Gorokhov // Budushchee nauki. - Kursk. - V 2-kh tomakh. - Tom 2. - 2015. - S. 278-282.

8. Kuznetsov, K.YU. Analiz bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v Kurskoy oblasti v 2015 g. [Текст]: materialy VI Mezhdunarodnoy molodezhnoy konferentsii / K.YU. Kuznetsov, B.A. Semenikhin, L.P. Kuznetsova // Molodezh` i XXI vek-2016. - Kursk. - 2016. - V 4-kh tomakh. - Tom 4. - S. 137-140.

9. Omarov, E.O. Sistemy regulirovaniya dvizheniya s primeneniem EVM [Текст]: sbornik statey IV Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / E.O. Omarov, A.A. Rakhmanov, A.K. Kazybekov, B.A. Semenikhin; отв. редактор E.V. Ageev // Sovremennye avtomobil`nye materialy i tekhnologii (SAMIT-2012). - Kursk. - 2012. - S. 110-120.

10. Semenikhin, B.A. Povyshenie propusknoy sposobnosti i uluchshenie organizatsii dorozhnogo dvizheniya na ul. K. Marksa g. Kurska [Текст]: sbornik statey II Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / B.A. Semenikhin O.S. Adevuyi; отв. редактор E.V. Ageev // Sovremennye avtomobil`nye materialy i tekhnologii (SAMIT-

2010). - Kursk. - 2010. - S. 121-128.

11. Semenikhin, B.A. Uluchshenie organizatsii dorozhnogo dvizheniya na ul. Krasnoy Armii g. Kurska [Tekst]: sbornik statey IV Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / B.A. Semenikhin, D.O. Oladipupo; otv. redaktor E.V. Ageev // *Sovremennye avtomobil'nye materialy i tekhnologii (SAMIT-2012)*. - Kursk. - 2012. - S. 131-136.

12. Semenikhin, B.A. Uluchshenie organizatsii dorozhnogo dvizheniya na ul. Dzerzhinskogo g. Kurska [Tekst] / B. A. Semenikhin, L. P. Kuznetsova // *Izvestiya YUGo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta*. Seriya: Tekhnika i tekhnologii. - 2013. - № 1. - S. 207-210.

13. Dvornikov, A.N. Sovershenstvovanie organizatsii dorozhnogo dvizheniya na perekrestke ul. 50 let Oktyabrya - ul. Boytsov 9 divizii g. Kurska [Tekst]: sbornik statey V Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / A.N. Dvornikov, A.YU. Aseev, D.V. Sopiya, B.A. Semenikhin // *Sovremennye avtomobil'nye materialy i tekhnologii (SAMIT-2013)*. - 2013. - S. 36-46.

14. Semenikhin, B.A. Sovershenstvovanie organizatsii dorozhnogo dvizheniya na perekrestke ul. Boytsov 9 divizii - Mayskiy bul'var goroda Kurska [Tekst]: sbornik statey VI Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / B.A. Semenikhin, L.P. Kuznetsova, D.O. Oladipupo; otv. redaktor E.V. Ageev // *Sovremennye avto-mobil'nye materialy i tekhnologii (SAMIT-2014)*. - Kursk. - 2014. - S. 117-123.

15. Kuznetsov, K.YU. Kol'tsevye peresecheniya [Tekst]: sbornik statey VII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / K.YU. Kuznetsov, B.A. Semenikhin; otv. redaktor E.V. Ageev // *Sovremennye avtomobil'nye materialy i tekhnologii (SAMIT-2015)*. - Kursk. - 2015. - S. 219-222.

16. Petridis, A.V. Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v gorodakh putem ustraneniya mest kontsentratsii dorozhno-transportnykh proissheshtviy [Tekst]: materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / A.V. Petridis, A.A. Tolkushev, B.A. Semenikhin; pod obshchey redaktsiyei G.L. Degtyareva, V.S. Tereshchuka // *Avtomobil' i tekhnosfera. ICATS'2005*. - 2005. - S. 257.

14. Semenikhin, B.A. Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya v mestakh kontsentratsii dorozhno-transportnykh proissheshtviy [Tekst]: mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov / B.A. Semenikhin // *Problemy ekspluatatsii, kachestva i nadezhnosti transportnykh i tekhnologicheskikh mashin*. - Habarovsk. - 2005. - S. 152-158.

18. Semenikhin, B.A. Ustranenie mest kontsentratsii dorozhno-transportnykh proissheshtviy [Tekst]: sbornik statey I Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / B.A. Semenikhin, V.I. Masalov; otv. re-daktor E.V.Ageev // *Sovremennye avtomobil'nye materialy i tekhnologii*. - 2009. - Kursk. - S. 249-254.

19. Semenikhin, B.A. Snizhenie avariynosti v mestakh kontsentratsii dorozhno-transportnykh proissheshtviy [Tekst]: sbornik statey III Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / B.A. Semenikhin, D.O. Oladipupo; otv. redaktor E.V. Ageev // *Sovremennye avtomobil'nye materialy i tekhnologii (SAMIT-2011)*. - Kursk. - 2011. - S. 127-134.

20. Novikov, A.N. Upravlenie vozdeystviem potokov avtotransporta na kachestvo akusticheskoy sredy goroda na osnove informatsionnykh tekhnologiy [Tekst] / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk, V.V. Vasil'eva // *Izvestiya Orlovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. - Seriya: Stroitel'stvo i transport. - 2007. - № 4-16. - S. 226-232.

21. Novikov, A.N. Metodika organizatsii marshrutnoy seti gorodskogo passazhirskogo transporta ob-shchego pol'zovaniya [Tekst] / A.N. Novikov, A.V. Kulev, M.V. Kulev, N.S. Kuleva // *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*. Orel: Gosuniversitet-UNPK. - 2015. - № 1 (48). - S. 85-92.

22. Novikov, A.N. Postroenie modeli funktsionirovaniya marshruta trolleybusa [Tekst] / A.N. Novikov, A.L. Sevost'yanov, A.A. Katunin, A.V. Kulev // *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*. - Orel: Orel-GTU. - 2012. - № 4 (39). - S. 80-87.

23. Rogov, R.A. Mesta kontsentratsii dorozhno-transportnykh proissheshtviy [Tekst]: sbornik nauchnykh statey 3-y Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii / R.A. Rogov, B.A. Semenikhin, L.P. Kuznetsova; otv. redaktor A.A. Gorokhov // *Budushchee nauki* - 2015. - 2015. - Kursk. - V 2-kh tomakh. - S. 314-318.

24. Rogov, R.A. Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v mestakh kontsentratsii dorozhno-transportnykh proissheshtviy [Tekst] / R.A. Rogov, B.A. Semenikhin, L.P. Kuznetsova // *Novye materialy i tekhnologii v mashinostroyeni*. - 2015. - № 21. - S. 87-90.

Semenikhin Boris Anatolievich

FGBOU VO «Southwest State University

Address: 305040, Russia, Kursk, 50 October, 94

Candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of cars, transport systems and processes

E-mail: boriss@bk.ru

Kuznetsova Lyubov Petrovna

FGBOU VO «Southwest State University

Address: 305040, Russia, Kursk, 50 October, 94

Candidate of chemical Sciences, associate Professor of the Department of cars, transport systems and processes

E-mail: lubakk8@list.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В СИСТЕМЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

В статье выполнено функциональное моделирование процесса управления качеством пассажирских автомобильных перевозок с применением методологии функционального моделирования IDEF0. Для исследования внутренней структуры основного процесса использован механизм декомпозиции и с помощью программного обеспечения BP-Win построены диаграммы-потомки. Приведены результаты статистического анализа анкетного опроса пассажиров удовлетворенностью качеством пассажирских автомобильных перевозок в г. Ульяновске.

Ключевые слова: управление, качество, перевозки, функция, моделирование.

Новые экономические условия, формирование рынка транспортных услуг, появление и усиление конкуренции между предприятиями транспорта способствовали появлению и закреплению в практике организации и планирования работы транспортных систем такого понятия как «качество транспортных услуг». До недавнего времени большинство транспортных предприятий и организаций выполняли только перевозочные операции и не заботились о предоставлении широкого спектра других услуг транспорта. Сейчас же времена меняются и в конкурентной борьбе выигрывают те, кто расширяет спектр предоставляемых услуг и улучшает сервисное обслуживание пассажиров [1, 2, 3].

Перед системой городского пассажирского автомобильного транспорта (ГПАТ) стоит задача повышения качества обслуживания населения и эффективности использования подвижного состава. Повышение качества перевозок предполагает реализацию целого комплекса взаимосвязанных мероприятий. Разработка мероприятий существенно зависит от информации о качестве транспортных услуг, которая должна тщательно изучаться и анализироваться для улучшения транспортного обслуживания на основании накопленного опыта и удовлетворенности пассажиров [4-6]. Следует отметить, что на предприятиях автомобильного транспорта недостаточно активно разрабатываются и внедряются системы менеджмента качества на основе стандартов ISO 9000 - 2008 или они носят формальный характер [7-9].

В рамках стандартов организации внедренной СМК необходима разработка показателей качества перевозок, методических рекомендаций по оценке удовлетворенности потребителей и улучшению качества предоставляемых услуг. На наш взгляд, особое внимание следует уделить разделам стандарта ISO 9000:2008, связанным с требованиями потребителей. Это обусловлено тем, что пассажиры непосредственно являются потребителями услуги. Поэтому в системе ГПАТ обязательно должны быть разработаны и применяться механизмы оценки удовлетворенности потребителей [10-12].

В настоящее время оценка качества перевозок в системе ГПАТ должна основываться не только на контроле параметров качества выполненных работ, но и исследования всех процессов перевозки пассажиров [13-16].

Процессы обеспечения качества перевозок пассажиров в системе ГПАТ нами предложено исследовать с применением методологии функционального моделирования IDEF0, позволяющую определить входы и выходы процессов и установить взаимосвязи между ними [17]. Технология моделирования процесса при помощи средств компьютерной техники и современного программного обеспечения BP-Win позволяет наглядно изучить процесс повышения качества перевозок.

Функциональную модель основного процесса сформулируем следующим образом «Повысить качество обслуживания пассажиров ГПАТ» (рис. 1). Целью построения функцио-

нальной модели указанного процесса является улучшение уровня обслуживания пассажиров в системе ГПАТ.

Входами данного процесса является внешняя информация, включая требования потребителей (пассажиров) и необходимые ресурсы. Основным источником информации служат характеристики показателей качества и методы их оценки. Для того, чтобы уровень качества обслуживания в полной мере отвечал требованиям потребителей необходимо заранее изучить имеющиеся требования пассажиров. Выходами процесса является план-график мероприятий повышения качества перевозок пассажиров.



Рисунок 1 - Контекстная диаграмма основного процесса

Управление процессом осуществляется на основании ГОСТов, нормативных документов, к которым относятся Федеральный закон от 13 июля 2015 г. N 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», ГОСТ Р 51825- 2001 «Услуги пассажирского автомобильного транспорта. Общие требования», ГОСТ Р 51004 - 96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества», международные стандарты серии ISO, контракты на выполнение пассажирских перевозок.

Для исследования внутренней структуры основного процесса, представленного на рисунке 1, используем механизм декомпозиции. С помощью программного обеспечения VR- Win, построена диаграмма-потомок в виде этапов совершенствования системы качества обслуживания пассажиров на ГПАТ, состоящая из 3 процессов-блоков (рис. 2). В процессе «Осуществить взаимодействие с потребителями» (А1) необходимо разработать методику оценки удовлетворенности пассажиров качеством предоставляемых услуг. Процесс «Анализировать текущий уровень качества перевозок пассажиров в системе ГПАТ» (А2) позволяет выполнить анализ качества пассажирских перевозок общественным транспортом в настоя-

щее время (в нашем случае рассмотрена работа ГПАТ г. Ульяновска). Процесс «Планировать улучшение качества обслуживания пассажиров» (А3) предусматривает разработку плана-графика мероприятий повышения качества перевозок, отражающего сроки внедрения, источники финансирования и ответственность за внедрение мероприятий.

Далее нами разработаны декомпозиции процессов (А1-А3).

На рисунке 3 представлена декомпозиция процесса А1 «Осуществить взаимодействие с пассажирами» в которой необходимо реализовать следующие процессы:

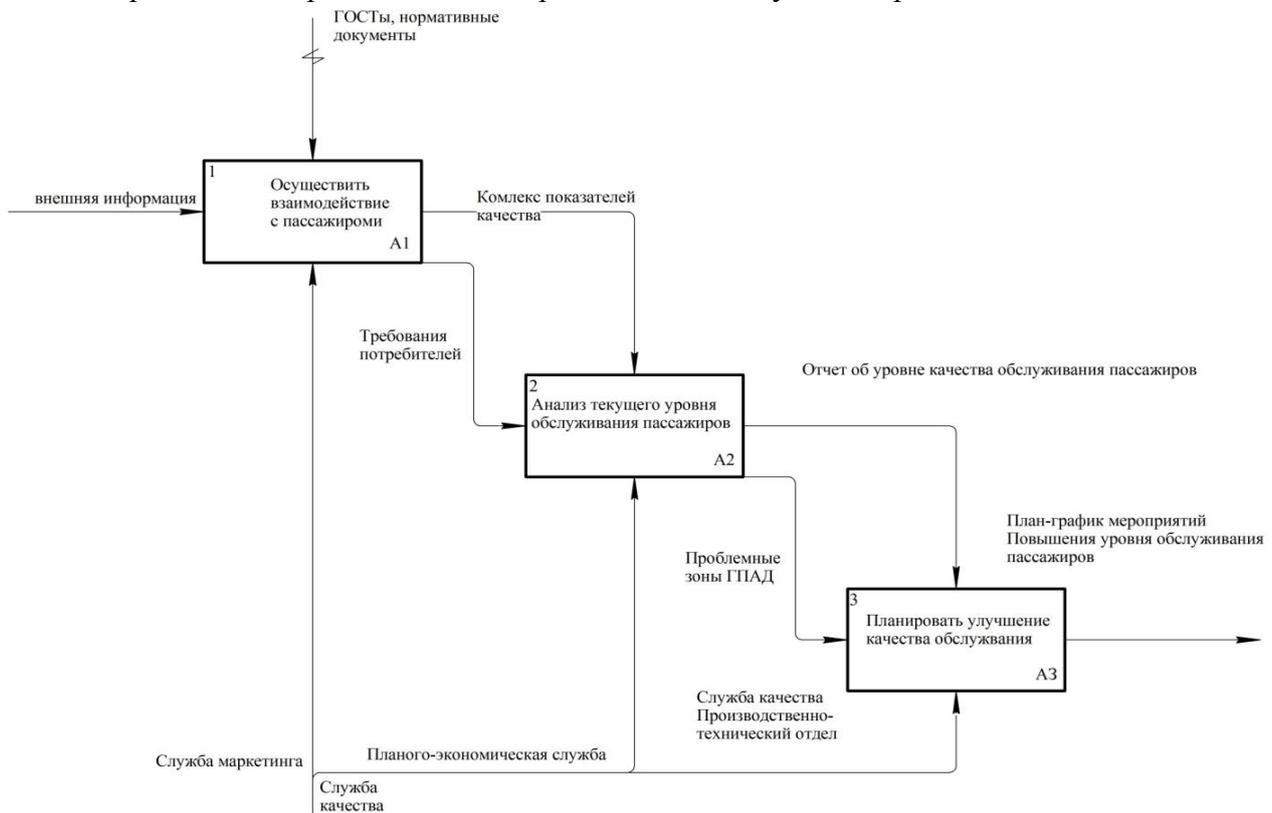


Рисунок 2 - Декомпозиция процесса «Повысить качество перевозок в системе ГПАТ»

1. Анализировать требования обеспечения качества перевозок пассажирским городским автомобильным транспортом согласно ГОСТам и другим нормативным документам и на выходе получить комплекс требований по качеству перевозок.

2. Разработать анкеты для опроса пассажиров, используя комплекс требований. На выходе получить анкету для опроса пассажиров часто пользующихся ГПАТ.

3. Организовать анкетирование - опрос пассажиров. В ходе общения с пассажирами необходимо точнее узнать имеющиеся у них претензии и предложения по улучшению уровня качества обслуживания на ГПАТ. Опрос пассажиров производится на промышленных предприятиях, вузах, организациях и непосредственно в транспорте. Обоснованная выборка должна отражать мнение различных социальных слоев населения, пользующихся общественным транспортом.

4. Обработать результаты опроса с применением статистических методов и на выходе получить информацию об удовлетворенности пассажиров качеством перевозок.

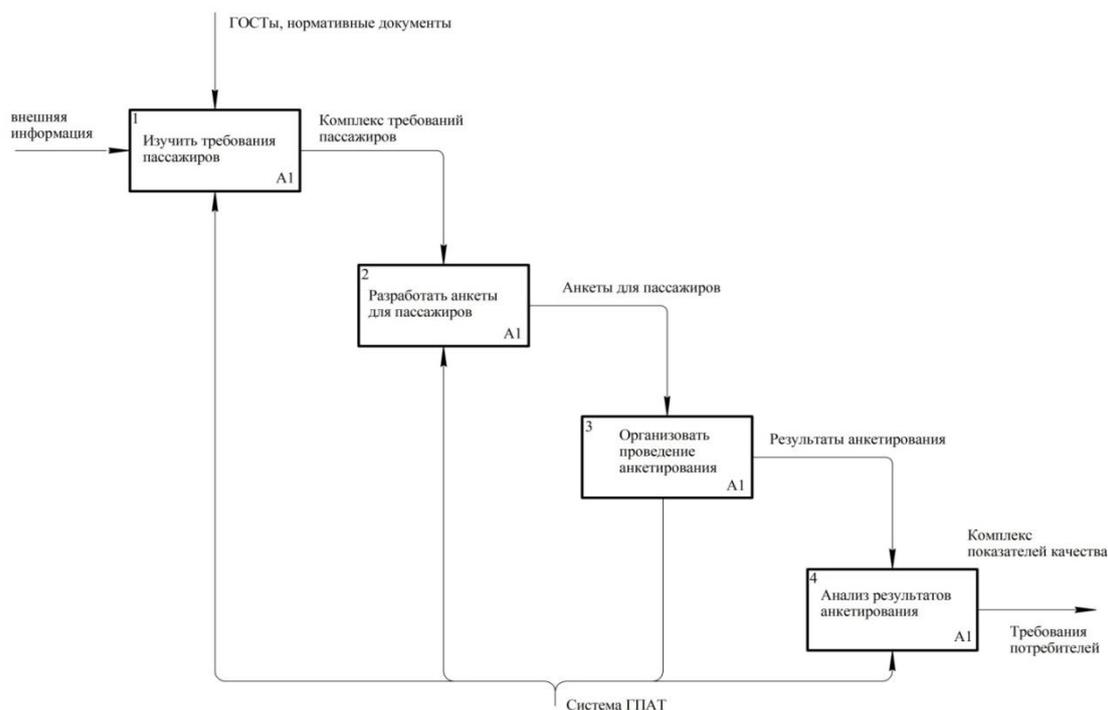


Рисунок 3 - Декомпозиция процесса «Осуществить взаимодействие с пассажирами»

Декомпозиция A2 «Анализировать текущий уровень качества перевозок в системе ГПАТ» включает процессы численной оценки показателей качества пассажирских перевозок (рис. 4).

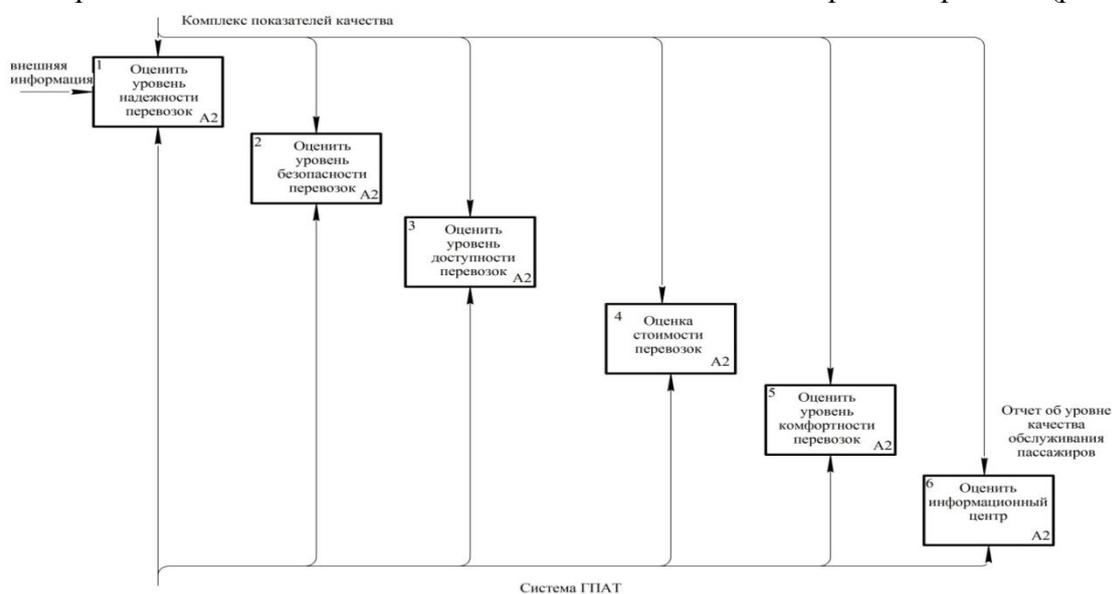


Рисунок 4 - Декомпозиция процесса «Анализировать текущий уровень качества перевозок в системе ГПАТ»

В рамках данной декомпозиции необходимо:

1. Обосновать комплекс показателей качества пассажирских перевозок.
2. Оценить уровень качества по каждому показателю отдельно.
3. Разработать и рассчитать комплексный показатель качества пассажирских перевозок (на примере г. Ульяновска). На выходе получить отчет по текущему уровню качества обслуживания пассажиров.

В декомпозиции A3 «Планировать улучшение качества перевозок в системе ГПАТ» реализуются следующие процессы (рис. 5):

1. Исследовать проблемные зоны обслуживания пассажиров по показателям качества.

2. Выявить приоритетные показатели качества обслуживания пассажиров и разработать рекомендации по улучшению каждого из них.

3. Разработать план мероприятий повышения уровня качества обслуживания пассажиров ГПАТ и график их внедрения (на примере г. Ульяновска).

Таким образом, на основе функционального моделирования IDEF0 исследован процесс улучшения качества обслуживания пассажиров ГПАТ. Данный подход позволил установить взаимосвязь между требованиями потребителей (пассажирами) и системой параметров функционирования ГПАТ.

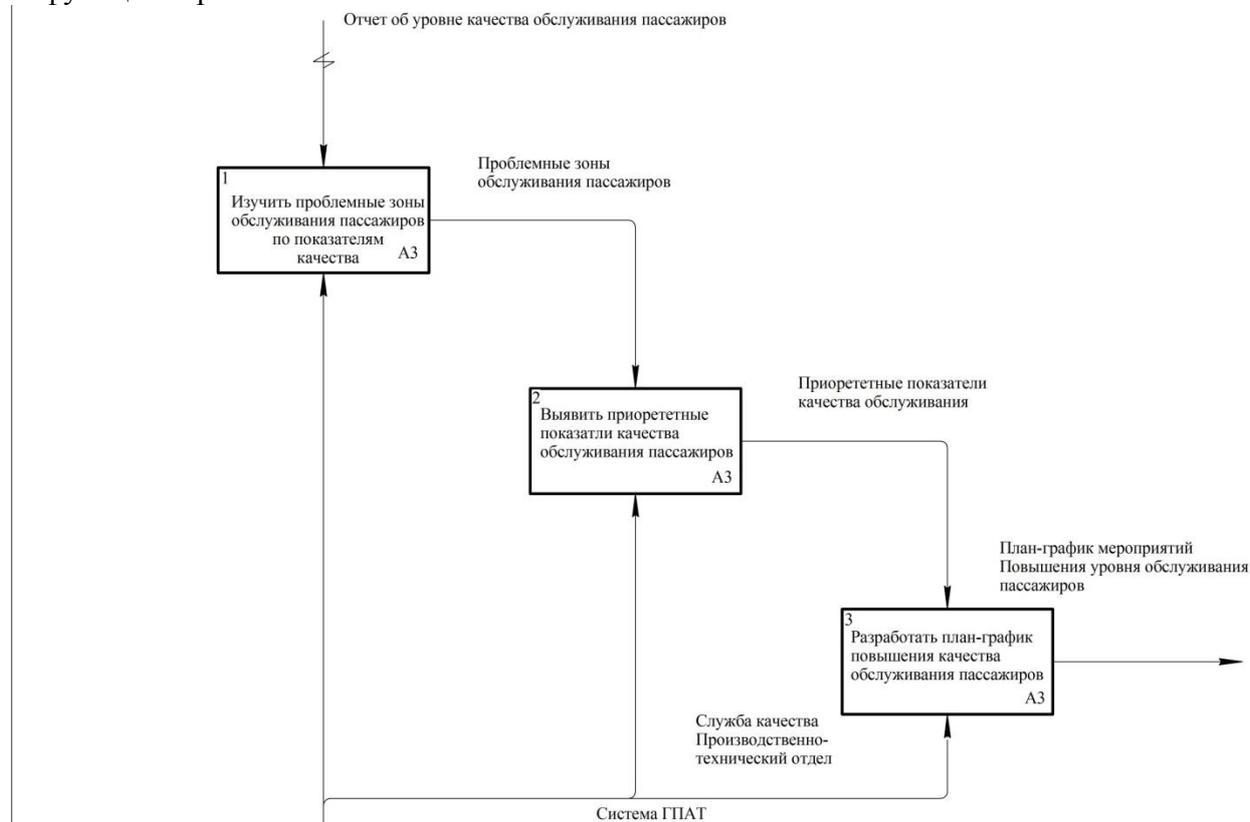


Рисунок 5 - Декомпозиция процесса «Планировать улучшение качества перевозок в системе ГПАТ»

В ходе реализации процессов «Осуществить взаимодействие с пассажирами» и «Обработать результаты опроса с применением статистических методов» декомпозиции А1 нами разработана анкета, включающая 40 вопросов, выполнен анкетный опрос пассажиров, который производился на промышленных предприятиях, вузах, организациях и непосредственно в транспорте г. Ульяновска. Всего опрошено 1320 человек. Приведем ряд результатов опроса пассажиров обслуживаемых общественным транспортом г. Ульяновска [18].

Обработка результатов анкетирования выполнена с применением программного продукта «STATISTICA».

В анкетном опросе приняли участие 44 % мужчин и 56 % женщин; возрастом (18 - 30) лет - 35%, (30 - 40) лет - 22%, (40 - 55) лет - 25%, свыше 55 лет - 18%; с высшим профессиональным образованием - 46%, средним профессиональным образованием - 30%, средним образованием - 24%.

По результатам анкетирования на прямой вопрос о качестве перевозок установлено, что уровнем качества пассажирских автомобильных перевозок в г. Ульяновске удовлетворены 19 %, частично удовлетворены - 28% и не удовлетворены - 53%.

Основным видом автомобильного общественного транспорта является маршрутное такси, на котором перемещаются 95% опрошенных пассажиров.

Около 60% пассажиров желают и в будущем пользоваться услугами маршрутного такси, 37% предпочли бы автобусы средней вместимости, и только 7% хотят добираться до необходимого места в автобусах большой и особо большой вместимости.

Это можно объяснить тем, что в течение последних 20 лет пассажиры перемещаются в основном на маршрутных такси. В качестве преимущества маршрутных такси отмечается удобство перемещения от пункта отправления до пункта назначения (почти 70% опрошенных). С другой стороны, большое количество маршрутных такси создает серьезную нагрузку на транспортную систему города. Очевидно, что необходимо сбалансированное применение в городе подвижного состава разной вместимости, причем преимущество должно быть отдано автобусам средней, большой и особо большой вместимости.

Общее отношение людей к сложившейся ситуации в городе с пассажирскими перевозками удовлетворительное, но есть и достаточно много претензии. Множество претензий у пассажиров вызывает внешний вид транспортного средства. Автомобили часто грязные как снаружи, так и в салоне. Почти 90% пассажиров не чувствуют должного комфорта при перемещении в маршрутном такси: отмечают низкий потолок в подвижном составе, салон часто не оборудован необходимыми поручнями, недостаточно места для перемещения внутри при посадке и высадке. Особое недовольство пассажиров вызывают «Газели», оборудованные на 15 посадочных мест, вместо 13. Кроме того салон транспортного средства стеснен газовым оборудованием, запасным колесом и др.

Комфортабельностью перевозок в целом удовлетворены 22% пассажиров, частично удовлетворены 27% и не удовлетворены 51%. Уровень комфортности салона подвижного состава (сиденья, температура, освещенность, шум) устраивает и частично устраивает только 47% опрошенных. Достаточно много претензий к водителям маршрутных такси из-за недопустимо низкого уровня культуры поведения многих водителей, об этом заявляют 70% респондентов.

Из всех опрошенных 44% не удовлетворены состоянием остановочного пункта, в тоже время примерно 90% пассажиров тратят всего около 5 минут или меньше на переход до остановочного пункта, т.е. удовлетворены его расположением.

Почти 100% отмечают отсутствие технических средств в салоне для пассажиров с ограниченными возможностями.

Достаточно много нареканий у пассажиров вызывает режим работы подвижного состава на маршрутах (68%). На многих маршрутах практически невозможно уехать после 21 часа.

Часто не выполняется расписание движения автобусов особо малой вместимости по маршруту (43% респондентов). 53% пассажиров утверждают, что в основном в летнее время, маршрутное такси приходится ждать около 12 минут и редко пропускают транспортное средство из-за загруженности его салона. 36% пассажиров ожидают транспорт в течении 20 минут. Однако, в зимнее время интервал движения существенно возрастает и резко возрастают проблемы с перевозками в часы пик. Интервалом движения подвижного состава в целом удовлетворены 58% пассажиров, а в часы «пик» 42%. Редко требуется пересадка с одного маршрута на другой. 90% участников опроса устраивают маршруты, которыми они пользуются чаще всего. Многие пассажиры отмечают критическое наполнение салона подвижного состава в часы «пик». Из-за этого 55% пассажиров пропускают прибывшее на остановочный пункт маршрутное такси.

По продолжительности одной поездки получены следующие данные: до 20 мин. - 22%, до 30 мин. - 31%, до 40 мин. - 34%, до 60 мин. - 10%, свыше 60 мин. - 3%.

У большинства пассажиров (66%) нет чувства безопасности в поездке. По мнению опрошенных, это связано в первую очередь с отрицательным состоянием дорожного полотна (38%), многократными случаями нарушения правил дорожного движения и недостаточным опытом водителей (42%) и не удовлетворительным состоянием подвижного состава (20%).

Большинство пассажиров (75%) информацию о маршруте находят при помощи специально оборудованных надписей в транспортных средствах, что не очень удобно. Около 30% сталкиваются с трудностями получения информации о маршрутах, 80% отмечают отсутствие информации о режиме движения подвижного состава на маршрутах. Очевидно, что на остановках должна быть размещена информация о маршрутах, расписании и интервалах движения, и желательно в виде электронных табло.

Один из главных параметров перевозок - стоимость проезда больше половины опрошенных пассажиров оценивают как дорого (55%), а 43% - доступно. Примерно 60% считают, что нужны изменения в форме оплаты за проезд. Оплата за наличный расчет в маршрутных такси увеличивает нагрузку на водителя и снижает безопасность движения. В качестве оплаты за проезд могут быть внедрены электронные карты. 33 % пассажиров не устраивает система льгот, имеющихся в системе ГПАТ.

По мнению подавляющего большинства опрошенных руководство по транспортным перевозкам и руководство города делают недостаточно для улучшения ситуации с пассажирским транспортом. Это можно объяснить тем, что 90% опрошенных вообще не знают о реформах транспорта, проводимых в г. Ульяновске.

Для реализации процессов декомпозиции А2 оценим качество перевозок с помощью комплексного показателя уровня качества пассажирского сервиса S [19].

Комплексный показатель S определили на основе ранжированных оценок ответов пассажиров на соответствующие вопросы анкеты как среднее арифметическое следующих показателей качества:

S_1 - надежность перемещения точно по расписанию (регулярность движения);

S_2 - доступность (частота движения общественного транспорта);

S_3 - безопасность общественного транспорта;

S_4 - комфортность (качество поездки);

S_5 - стоимостной показатель - величина транспортного тарифа;

S_6 - показатель информационного сервиса (уровень информационного обеспечения).

В результате расчетов показатель S для ГПАТ г. Ульяновска равен 0,6. Исходя из того, что в идеале комплексный показатель равен $S=1$, то можно сделать вывод, что уровень качества перевозок пассажиров в городе Ульяновске достаточно низкий.

Реализация процессов декомпозиции А3 «Планирование улучшения качества обслуживания пассажиров на ГПАТ» заключалась в исследовании проблемных зон в обеспечении качества перевозок с применением диаграммы Исикавы и разработке комплекса мероприятий по совершенствованию управления качеством в системе ГПАТ и повышения эффективности перевозок по четырем основным направлениям: социальным, техническим; экономическим; организационным [20]. Данные мероприятия вошли в программу совершенствования транспортного обслуживания населения города Ульяновска городским общественным пассажирским транспортом общего пользования, принятую и реализуемую Департаментом транспорта Ульяновской области.

Таким образом, на основе функционального моделирования IDEF0 исследован процесс улучшения качества обслуживания пассажиров ГПАТ. Данный подход позволил установить взаимосвязь между требованиями потребителей (пассажирами) и системой параметров функционирования ГПАТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов, Н. Опыт реформирования и оптимизации городского пассажирского транспорта в Воронеже [Текст] / Н. Борисов // Грузовое и пассажирское автохозяйство. - 2014. - № 3. - С. 28-34.
2. Гудков, В.А. Оценка пассажиров работы городского общественного транспорта (на примере г. Ханой) [Текст] / В.А. Гудков, Н.В. Дулина, П.А. Мильников, Нгуен Тхи Тху Хьюнг // Грузовое и пассажирское автохозяйство. - 2013. - № 6. - С. 16 - 21.
3. Вельможин, А.В. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта [Текст] / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, А.В. Куликов, А.А. Сериков. - Волгоград: Старая башня, 2002. - 246 с.
4. Герами, В.Д. Методология формирования системы городского пассажирского общественного транспорта [Текст] / В.Д. Герами. - М.: Формат МАДИ (ТУ), 2001. - 312 с.
5. Якунин, Н.Н. Модель организации транспортного обслуживания населения автомобильным транспортом по маршрутам регулярных перевозок [Текст] / Н.Н. Якунин, Н.В. Якунина, А.В. Смирнов // Грузовое и пассажирское автохозяйство. - 2013. - № 3. - С. 31-36.
6. Ясенов, В.В. Современные проблемы муниципальных пассажирских автотранспортных предприятий [Текст] / В.В. Ясенов // Автотранспортное предприятие. - № 5. - 2014. С 28-32.
7. Друкер, П.Ф. Задачи менеджмента в XXI веке [Текст] / П.Ф. Друкер. - М.: Вильямс, 2000. - 315 с.

8. Версан, В. Стандарты ИСО 9000: закономерности развития [Текст] / В. Версан // Стандарты и качество. - 2008. - № 1. - С. 56 - 59.
9. Федоров, В.А. Научный подход к проблеме развития систем городского пассажирского транспорта [Текст] / В. А. Федоров // Молодой ученый. - 2014. - №8. - С. 624-628.
10. Тюрин, А.С. Оценка удовлетворенности пассажиров качеством перевозок в системе ГПАТ [Текст] / А.С. Тюрин, В.В. Епифанов // Грузовое и пассажирское автохозяйство. - 2015. - № 9. - С. 34-37.
11. Кравченко, Е.А. Стратегия повышения качества перевозок населения [Текст] / Е.А. Кравченко, Е.Е. Кравченко // Грузовое и пассажирское автохозяйство. - № 3. - 2008. - С. 41-44.
12. Гудков, В.А. Использование методов социологии для оценки качества пассажирских перевозок [Текст] / В.А. Гудков, Н.В. Дулина, П.А. Мильников // Грузовое и пассажирское автохозяйство. - № 6. - 2012. - С. 66-70.
13. Загорский, И.О. Эффективность организации регулярных перевозок пассажирским автомобильным транспортом [Текст] / И. О. Загорский, П. П. Володькин. - Хабаровск: Тихоокеанский гос. ун-т, 2012. - 154 с.
14. Тюрин, А.С. Совершенствование управления качеством в системе городского пассажирского автомобильного транспорта [Текст]: материалы международной науч. - практ. конф. / А.С. Тюрин, В.В. Епифанов, М.Ю. Обшивалкин // Информационные технологии и инновации на транспорте. - Орел: Госуниверситет-УНПК. - 2015. - С. 10-14.
15. Голенков, В.А. Комплексное обследование улично-дорожной сети города Орла (на примере ул. Наугорское шоссе) [Текст] / В.А. Голенков, А.Н. Новиков, А.А. Катунин, Ю.Н. Баранов, Д.Д. Матназаров [Текст] // Мир транспорта и технологических машин. - Орел: Госуниверситет-УНПК. - 2014. - № 1. - С. 90-99.
16. РД IDEF0 - 2001. Методология функционального моделирования IDEF0: Руководящий документ [Текст]. - М.: Госстандарт России, 2001. - 74 с.
17. Тюрин, А.С. Анализ качества перевозок на городском пассажирском автомобильном транспорте [Текст] / А.С. Тюрин, В.В. Епифанов // Автотранспортное предприятие. - 2013. - № 9. - С. 31-32.
18. Тюрин, А.С. Разработка комплексного показателя качества пассажирских городских автомобильных перевозок [Текст] / А.С. Тюрин, В.В. Епифанов, И.И. Исаевич // Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования. - Воронеж: ВГЛА, - 2014. - С. 199-200.
19. Трясцин, А.П. Теоретические подходы к стратегии подготовки водителей транспортных средств [Текст] / А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов, А.П. Лапин, А.А. Катунин // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 2. - С. 123-127.
20. Епифанов, В.В. Разработка мероприятий по повышению качества перевозок на городском пассажирском автомобильном транспорте [Текст] / В.В. Епифанов, А.С. Тюрин // Политранспортные системы. - Новосибирск: СГУПС. - С. 101-104.
21. Новиков, А.Н. Управление качеством акустической среды в зоне влияния автомобильных дорог на основе автоматизированной системы экологического мониторинга [Текст] / А.Н. Новиков, О.А. Иващук, В.В. Васильева // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). - № 4. - 2007. - С. 90-97.
22. Новиков, А.Н. Комплексный подход к оценке персонала автосервисных предприятий [Текст] / А.Н. Новиков, А.А. Катунин, Д.О. Ломакин, А.В. Мавлюбердинова // Автотранспортное предприятие. - 2015. - № 1. - С. 45-49.
23. Букалова, Г.В. Нормирование результата образования технического профиля [Текст]: материалы 3-ей Международной научно-практической конференции / Г.В. Букалова, А.Н. Новиков; под общей редакцией А.Н. Новикова // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса. - 2013. - С. 94-98.
24. Вережкин, Н.И. Производственно-техническая инфраструктура сервисного обслуживания автомобилей [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (автомобильный транспорт)» направления подготовки «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования» / Н.И. Вережкин, А.Н. Новиков, Н.А. Давыдов, А.Л. Севостьянов, Н.В. Бакаева; под редакцией Н.А. Давыдова. - Москва, 2013.

Тюрин Андрей Сергеевич

ФБГОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет»

Адрес: 432027, Россия, г.Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

Аспирант кафедры «Автомобили»

E-mail: minprom@ulgov.ru

Епифанов Вячеслав Викторович

ФБГОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет»

Адрес: 432027, Россия, г.Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

Д-р техн. наук, профессор кафедры «Автомобили»

E-mail: v.epifanov73@mail.ru

Обшивалкин Михаил Юрьевич

ФБГОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет»

Адрес: 432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

Канд. техн. наук, зав. кафедрой «Автомобили»

E-mail: .muo@ulstu.ru

Луконькина Кристина Александровна

ФБГОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет»

Адрес: 432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

Аспирант кафедры «Автомобили»

E-mail: luconina@mail.ru

A.S. TYURIN, V.V. EPIPHANES, M.Yu. OBSHIVALKIN, K.A. LUKONKINA

IMPROVING QUALITY MANAGEMENT IMC NETWORK ROAD PASSENGER TRANSPORT ON THE BASIS OF ASSESSMENT OF CONSUMER SATISFACTION

The article made functional modeling of the process of quality control of road passenger transportations with application of IDEF0 methodology. To study internal structure of the main process used mechanism of decomposition and using software BP-Win-built chart-child. The results of the statistical analysis of the questionnaire passenger satisfaction with the quality of passenger road transport, in Ulyanovsk.

Keywords: management, quality, transportation, function, modeling.

BIBLIOGRAPHY

1. Borisov, N. Opyt reformirovaniya i optimizatsii gorodskogo passazhirskogo transporta v Voronezhe [Tekst] / N. Borisov // Gruzovoe i passazhirskoe avtokhozyaystvo. - 2014. - № 3. - S. 28-34.
2. Gudkov, V.A. Otsenka passazhirov raboty gorodskogo obshchestvennogo transporta (na primere g. Hanoy) [Tekst] / V.A. Gudkov, N.V. Dulina, P.A. Myl'nikov, Nguen Tkhi Tkhu H`yung // Gruzovoe i passazhirskoe avtokhozyaystvo. - 2013. - № 6. - S. 16 - 21.
3. Vel'mozhin, A.V. Effektivnost` gorodskogo passazhirskogo obshchestvennogo transporta [Tekst] / A.V. Vel'mozhin, V.A. Gudkov, A.V. Kulikov, A.A. Serikov. - Volgograd: Staraya bashnya, 2002. - 246 s.
4. Gerami, V.D. Metodologiya formirovaniya sistemy gorodskogo passazhirskogo obshchestvennogo transporta [Tekst] / V.D. Gerami. - M.: Format MADI (TU), 2001. - 312 s.
5. YAkunin, N.N. Model` organizatsii transportnogo obsluzhivaniya naseleniya avtomobil`nym transportom po marshrutam regulyarnykh perezovok [Tekst] / N.N. YAkunin, N.V. YAkunina, A.V. Smirnov // Gruzovoe i passazhirskoe avtokhozyaystvo. - 2013. - № 3. - S. 31-36.
6. YAsenov, V.V. Sovremennye problemy munitsipal`nykh passazhirskikh avtotransportnykh predpriyatiy [Tekst] / V.V. YAsenov // Avtotransportnoe predpriyatie. - № 5. - 2014. S 28-32.
7. Druker, P.F. Zadachi menedzhmenta v XXI veke [Tekst] / P.F. Druker. - M.: Vil'yams, 2000. - 315 s.
8. Versan, V. Standarty ISO 9000: zakonornosti razvitiya [Tekst] / V. Versan // Standarty i kachestvo. - 2008. - № 1. - S. 56 - 59.
9. Fedorov, V.A. Nauchnyy podkhod k probleme razvitiya sistem gorodskogo passazhirskogo transporta [Tekst] / V. A. Fedorov // Molodoy uchenyy. - 2014. - №8. - S. 624-628.
10. Tyurin, A.S. Otsenka udovletvorennosti passazhirov kachestvom perezovok v sisteme GPAT [Tekst] / A.S. Tyurin, V.V. Epifanov // Gruzovoe i passazhirskoe avtokhozyaystvo. - 2015. - № 9. - S. 34-37.
11. Kravchenko, E.A. Strategiya povysheniya kachestva perezovok naseleniya [Tekst] / E.A. Kravchenko, E.E. Kravchenko // Gruzovoe i passazhirskoe avtokhozyaystvo. - № 3. - 2008. - S. 41-44.
12. Gudkov, V.A. Ispol`zovanie metodov sotsiologii dlya otsenki kachestva passazhirskikh perezovok [Tekst] / V.A. Gudkov, N.V. Dulina, P.A. Myl'nikov // Gruzovoe i passazhirskoe avtokhozyaystvo. - № 6. - 2012. - S. 66-70.
13. Zagorskiy, I.O. Effektivnost` organizatsii regulyarnykh perezovok passazhirskim avtomobil`nym transportom [Tekst] / I. O. Zagorskiy, P. P. Volod`kin. - Habarovsk: Tikhookeanskiy gos. un-t, 2012. - 154 s.
14. Tyurin, A.S. Sovershenstvovanie upravleniya kachestvom v sisteme gorodskogo passazhirskogo avtomobil`nogo transporta [Tekst]: materialy mezhdunarodnoy nauch. - prakt. konf. / A.S. Tyurin, V.V. Epifanov, M.YU. Obshivalkin // Informatsionnye tekhnologii i innovatsii na transporte. - Orel: Gosuniversitet-UNPK. - 2015. - S. 10-14.

15. Golenkov, V.A. Kompleksnoe obsledovanie ulichno-dorozhnoy seti goroda Orla (na primere ul. Naugorskoye shosse) [Tekst] / V.A. Golenkov, A.N. Novikov, A.A. Katunin, YU.N. Baranov, D.D. Matnazarov [Tekst] // *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin.* - Orel: Gosuniversitet-UNPK. - 2014. - № 1. - S. 90-99.
16. RD IDEF0 - 2001. Metodologiya funktsional'nogo modelirovaniya IDEF0: Rukovodyashchiy dokument [Tekst]. - M.: Gosstandart Rossii, 2001. - 74 s.
17. Tyurin, A.S. Analiz kachestva perevozok na gorodskom passazhirskom avtomobil'nom transporte [Tekst] / A.S. Tyurin, V.V. Epifanov // *Avtotransportnoe predpriyatie.* - 2013. - № 9. - S. 31-32.
18. Tyurin, A.S. Razrabotka kompleksnogo pokazatelya kachestva passazhirskikh gorodskikh avtomobil'nykh perevozok [Tekst] / A.S. Tyurin, V.V. Epifanov, I.I. Isaevich // *Alternativnye istochniki energii na avtomobil'nom transporte: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya.* - Voronezh: VGLA, - 2014. - S. 199-200.
19. Tryastin, A.P. Teoreticheskie podkhody k strategii podgotovki voditeley transportnykh sredstv [Tekst] / A.P. Tryastin, YU.N. Baranov, A.P. Lapin, A.A. Katunin // *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin.* - 2012. - № 2. - S. 123-127.
20. Epifanov, V.V. Razrabotka meropriyatiy po povysheniyu kachestva perevozok na gorodskom passazhirskom avtomobil'nom transporte [Tekst] / V.V. Epifanov, A.S. Tyurin // *Politransportnye sistemy.* - Novosibirsk: SGUPS. - S. 101-104.
21. Novikov, A.N. Upravlenie kachestvom akusticheskoy sredy v zone vliyaniya avtomobil'nykh dorog na osnove avtomatizirovannoy sistemy ekologicheskogo monitoringa [Tekst] / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk, V.V. Vasil'eva // *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI).* - № 4. - 2007. - S. 90-97.
22. Novikov, A.N. Kompleksnyy podkhod k otsenke personala avtoservisnykh predpriyatiy [Tekst] / A.N. Novikov, A.A. Katunin, D.O. Lomakin, A.V. Mavlyuberdinova // *Avtotransportnoe predpriyatie.* - 2015. - № 1. - S. 45-49.
23. Bukalova, G.V. Normirovanie rezul'tata obrazovaniya tekhnicheskogo profilya [Tekst]: materialy 3-ey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / G.V. Bukalova, A.N. Novikov; pod obshchey redaktsiyey A.N. Novikova // *Aktual'nye voprosy innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa.* - 2013. - S. 94-98.
24. Verevkin, N.I. Proizvodstvenno-tekhnicheskaya infrastruktura servisnogo obsluzhivaniya avtomobiley [Tekst]: uchebnoe posobie dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti «Servis transportnykh i tekhnologicheskikh mashin i oborudovaniya (avtomobil'nyy transport)» napravleniya podgotovki «Ekspluatatsiya nazemnogo transporta i transportnogo oborudovaniya» / N.I. Verevkin, A.N. Novikov, N.A. Davydov, A.L. Sevost'yanov, N.V. Bakaeva; pod redaktsiyey N.A. Davydova. - Moskva, 2013.

Tyurin Andrey Sergeevich

FGBOU VPO «Ulyanovsk state technical University»
Address: 432027, Russia, Ulyanovsk, street Northern Crown, 32
Postgraduate student of the Department «Cars»
E-mail: minprom@ulgov.ru

Epifanov Vyacheslav Viktorovich

FGBOU VPO «Ulyanovsk state technical University»
Address: 432027, Russia, Ulyanovsk, street Northern Crown, 32
Dr. tech. sci. Sciences, Professor of the chair «Cars»
E-mail: v.epifanov73@mail.ru

Obryvalin Mikhail Yur'evich

FGBOU VPO «Ulyanovsk state technical University»
Address: 432027, Russia, Ulyanovsk, street Northern Crown, 32
Candidate. tech. Sciences, head. the Department of «Cars»
E-mail: .muo@ulstu.ru

Lukon'kina Kristina Aleksandrovna

FGBOU VPO «Ulyanovsk state technical University»
Address: 432027, Russia, Ulyanovsk, street Northern Crown, 32
Postgraduate student of the Department «Cars»
E-mail: luconina@mail.ru

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Определены предпосылки и основные аспекты рассмотрения функционального подхода к комплексной технологической безопасности автотранспортных систем. Предложены функциональные технологические блоки для анализ комплексной технологической безопасности автотранспортных систем.

Ключевые слова: комплексная технологическая безопасность, автотранспортные системы, обеспечение безопасности.

При функциональном подходе под технологической безопасностью понимается система, контролирующая опасности и угрозы, предотвращающая или минимизирующая риски с целью сохранения жизненно важных свойств автотранспортной системы: целостности, стабильности, устойчивости, независимости и способности к развитию.

Технологический процесс в рамках функционирования автотранспортных систем можно охарактеризовать как способ реализации конкретного перевозочного процесса, путем его расчленения на систему последовательных и взаимосвязанных операций и этапов, которые однозначно выполняются и делают его целенаправленным. В рамках рассмотрения безопасности автотранспортного технологического процесса следует определиться такими понятиями как этап и операция. Операцию можно определить как однородную, логически неделимую часть перевозочного процесса, направленную на достижение определенной цели. В свою очередь этап следует определить, как совокупность последовательно выполняемых однородных операций, определяющих конкретный транспортный процесс.

Технологию перевозочного процесса характеризуют четыре принципа:

- расчленение;
- координация;
- этапность;
- однозначность действий.

Расчленение процесса на этапы позволяет определить границы имманентных требований к субъекту, который будет работать по данной технологии. Любая операция должна обеспечивать приближение объекта управления к поставленной цели и обеспечивать переход одной операции в другую. Разработанная технология должна представлять единую систему оптимизированных связей между технологиями всех этапов. Координация и поэтапность действий должна базироваться на внутренней логике функционирования и развития перевозочного процесса. Каждая технология должна предусматривать однозначность выполнения включенных в нее этапов и операций.

С точки зрения формирования технологической безопасности автотранспортных систем, эти принципы должны быть направлены не только на повышение эффективности, но и однозначно учитывать безопасность транспортного процесса. Таким образом, аспект безопасности, должен учитываться ещё на стадии формирования принципов построения технологического процесса. В этой связи, представляется целесообразным применить функциональный подход к технологической безопасности автотранспортных систем.

Функциональный подход к раскрытию содержания технологической безопасности в отличие от содержательного предполагает существование самостоятельной системы безопасности, целью функционирования которой является поддержание и сохранение жизненно важных свойств автотранспортной системы - целостности, способности к саморазвитию и стабильности.

Основными функциями технологической безопасности являются:

- определение состава внутренних и внешних угроз безопасности автотранспортной системы;

- определение качественных индикаторов и количественных показателей состояния автотранспортной системы, при которых она может быть признана безопасной с точки зрения протекающих в ней технологических процессов;

- разработка и применение инструментов и способов обеспечения технологической безопасности автотранспортной системы.

Для определения понятия «безопасность автотранспортной системы» необходимо дать ответ на следующие вопросы: что является объектом безопасности автотранспортного процесса; на какой элемент объекта распространяется рассматриваемое определение; каков специфический вид противостоящего объекту воздействия; в каком значении следует применять понятие «безопасность» в рассматриваемом словосочетании.

Объект - это то, на что направлена деятельность человека любого характера: познавательная, исследовательская, практическая. Объектом могут выступать как предметы, существующие независимо от сознания человека, так и созданные им. В силу того, что безопасность имеет конкретный предметный характер, т.е. безопасность кого-либо или чего-либо, объектом безопасности является все то, что подвержено угрозам различного вида. К объектам безопасности относится то, по отношению к чему человек применяет специальные механизмы для предотвращения угроз или обеспечения его безопасности. Поэтому можно говорить, что объект безопасности определяет содержание инструментов, обеспечивающих его безопасность, что имеет важное значение в организации деятельности соответствующих служб. Объектами безопасности являются предметы, их свойства, функции, выполняемые предметами, процессы, интересы субъектов.

В нашем случае объектом безопасности выступает автотранспортная система, которая представляет собой совокупность элементов, выполняющих различные функции, взаимно дополняющие друг друга. В свою очередь результатом функционирования транспортной системы является автотранспортный (перевозочный) процесс.

Все множество объектов безопасности может быть разделено на классы в соответствии с двумя классификационными критериями: во-первых, в соответствии с принадлежностью субъекта к структурному уровню, его масштабом, и, во-вторых, в соответствии с видами опасности. Безопасность транспортной системы может быть рассмотрена трех уровнях: мега - страны; макро - региона; микро - хозяйствующего субъекта. Подходы к безопасности транспортной системы на различных уровнях взаимосвязаны и взаимообусловлены и в то же время иногда противоречивы.

Объект системы обеспечения технологической безопасности транспортных систем неразрывно связан с субъектом. Под субъектом в широком смысле понимается лицо либо группа лиц, осуществляющих предметно-практическую деятельность, направленную на объект. При осуществлении деятельности субъект принимает решения относительно объекта, совершает конкретные действия и несет за них ответственность.

Говоря о системном анализе безопасности, транспортный процесс представляется целесообразным рассмотреть в рамках системы «Человек - Машина - Среда - Груз», которая является сложно структурированной, и зависящей от множества факторов [1, 2, 5].

Современной тенденцией развития транспортно-логистических систем является интегрированный подход к управлению безопасностью перевозок, который предполагает определенные действия с целью снижения уровня существующих рисков.

На определенном уровне должны устанавливаться допустимые уровни безопасности в пределах цепочки поставок и в дальнейшем принимать сбалансированные, основанные на информации о рисках решения. Необходимо также учитывать степень воздействия инцидентов, возникающих при транспортировке, что означает отклонения от нормального уровня функционирования процесса транспортировки и срочность инцидента, т. е. приемлемую задержку разрешения инцидента.

Транспорт в целом, и автомобильный транспорт в частности являются уникальной отраслью экономики с точки зрения присущих ему опасностей, а следовательно и необходимости организации работы по обеспечению безопасности. Основываясь на анализе многообра-

зия опасностей технологического характера, возникающих в автотранспортных системах, а так же традиционно сложившейся практической деятельности, по их предупреждению и снижению тяжести последствий, подкрепленных системой нормативно-правового регулирования, представляется целесообразным выделить следующие направления безопасности:

- безопасность дорожного движения;
- охрана труда;
- транспортная безопасность;
- экологическая безопасность;
- технологическая безопасность;
- перевозка опасных грузов автомобильным транспортом.

Выделенные направления являются традиционными для автотранспортной отрасли, и их реализация регламентирована федеральными и региональными законами и иными документами нормативно-правового и технического регулирования [1, 2, 5].

Комплексная технологическая безопасность транспортного процесса должна обеспечивать нахождение системы в таком состоянии, которое обеспечивает возможность ее функционирования с заданными параметрами, т.е. допустимым уровнем риска в системе в рамках выделенных направлений [1, 2, 3, 4, 5].

Большинство аналитиков риска рассматривают «допустимый риск» как главную проблему всей области знаний о риске, которая связывает измерение риска и его управление, технологию и общество. «Допустимый риск» - это тот предел, за который не может заходить ни одно действие по управлению, не нарушая установленного баланса безопасности.

В рамках функционального подхода к комплексной технологической безопасности автотранспортных систем предлагаем следующую структурную схему (рис. 1).

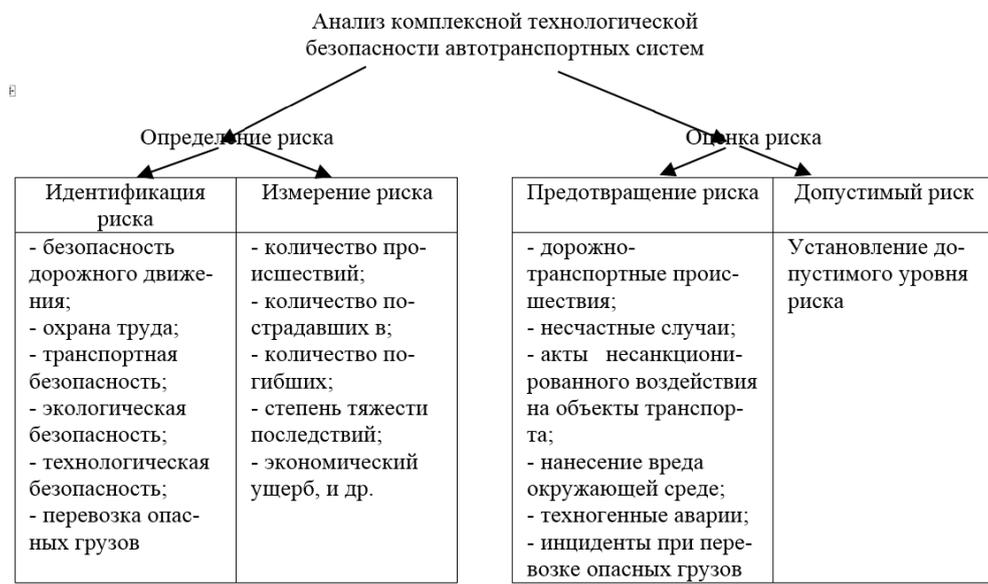


Рисунок 1 - Анализ комплексной технологической безопасности автотранспортных систем

Как показали проведенные исследования, необходимость рассмотрения технологической безопасности автотранспортной системы комплексно, обусловлена тем, что существующая на сегодняшний день практика самостоятельного рассмотрения вопросов по различным направлениям безопасности не оправдана как с точки зрения технологии транспортного процесса, оптимизации управления, в том числе управления рисками, кадрового обеспечения, так и с точки зрения экономической целесообразности.

Особенностью функционального подхода к комплексной технологической безопасности автотранспортных систем является отсутствие четко выраженных, постоянных по времени и месту проведения технологических операций. В этих условиях обеспечение безопасности всей системы представляется сложной, а зачастую невыполнимой задачей. В свою очередь любой технологический процесс можно представить в виде отдельных, функциональ-

ных технологических блоков, которые предлагаем рассматривать как основной элемент системного анализа [1, 2, 3, 6, 7, 8].

Под «функциональным технологическим блоком» (ФТБ) следует понимать совокупность технологических операций, объединенных единством выполняемой части технологического процесса, общими целями и направленностью, общей информационной средой, обладающих признаками самостоятельного процесса и имеющих одну или несколько доминирующих (базовых) опасностей.

В качестве основного признака функционального технологического блока предлагаем использовать доминирующую опасность. Установлено, что в рамках ФТБ можно выделить ряд опасностей, являющихся доминирующими. На основании вышеизложенного можно выдвинуть гипотезу, что доминирующей опасности соответствует несколько технологий, обеспечивающих максимальную безопасность. При этом рационально выделить одну - базовую технологию, которая в наибольшей степени отвечает конкретным условиям безопасности и реализуется при минимальных затратах.

После выявления доминирующей опасности на основании выдвинутой гипотезы решается задача выбора базовой технологии в зависимости от основных параметров, характеризующих опасные свойства системы. При решении этой задачи множество источников опасности заключенных в системе разбивалось на некоторое число непересекающихся множеств. Технологические процессы характеризуются совокупностью значений параметров различных элементов структуры ФТБ.

Общая целевая задача сводится к определению степени соответствия технологии базовой безопасности. При решении задачи определяется некоторая функция, отражающая степень принадлежности анализируемой опасности к заданным классам технологических процессов, причем сумма величин функций, характеризующих степень принадлежности к каждому классу технологий, равна 1. Таким образом, происходит ранжирование технологических процессов в зависимости от степени их применимости для конкретного вида опасности.

Постановка задачи сводится к нахождению функции f_i , характеризующей степень принадлежности базовой опасности $q \in G$ к классу G_i , определенному конкретной технологией.

$$f_i : X_1 X_2 \times \dots \times X_m \rightarrow [0,1] \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{i=k} f_i(x_1, x_2, \dots, x_m) = 1 \quad (2)$$

где X_m - множество значений определяющих i -й параметр базовой опасности;

x_m - значения параметров безопасности.

При нахождении функции степени принадлежности определяется «расстояние» ρ от исследуемой базовой опасности до множества опасностей, принадлежащих G_i классу технологических процессов.

$$\rho = \min \sum \sigma_i(x_i - x_{i,k}) \quad (3)$$

Коэффициент σ_i обеспечивает приведение параметров (x_i) к единому, условному масштабу. Значимость параметров определяется уровнем опасности соответствующих параметров.

Определенную сложность представляет выявление доминирующей опасности в ФТБ, при этом нельзя для каждого блока рекомендовать некие универсальные методы. Анализ существующих подходов позволяет предложить четыре наиболее приемлемых метода: анализ статистический метод; энергетический метод; количественный анализ опасности; метод экспертных оценок (рис. 2).

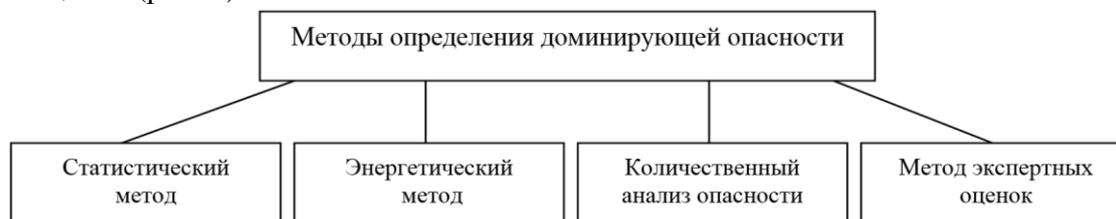


Рисунок 2 - Методы определения доминирующей опасности

Наиболее объективным методом, позволяющим выявить доминирующую опасность, является анализ статистических данных по соответствующим рискам. Данный метод базируется на статистических данных об источниках и причинах происшествий за определенный период, соответствующих технологическому процессу ФТБ. Недостатками метода является сложность сбора и обработки статистической базы, а также невозможность его использования для вновь разрабатываемых технологий.

Энергетический метод основан на выявлении максимального количества энергии, заключенного в системе, при высвобождении которой можно ожидать максимальной тяжести последствий. Этот метод применим для технологических процессов, в которых можно однозначно определить количество заключенной в системе различных видов энергии (кинетическая, тепловая, электрическая, химическая, энергия взрыва и др.).

Количественный метод анализа опасностей включает в себя предварительный анализ, анализ последствий отказов, анализ опасностей с помощью дерева причин, анализ опасностей методом потенциальных отклонений, анализ ошибок персонала, причинно-следственный анализ. Количественный метод анализа опасностей позволяет достаточно точно определить опасности, выявить их причины и последствия, но при этом остается самым трудоемким и мало приемлемым для ФТБ, имеющих сложную многоуровневую структуру.

Метод экспертных оценок находит достаточно широкое распространение благодаря его относительной простоте и доступности. Основным недостатком метода является субъективный подход экспертов, что при анализе опасностей часто недопустимо. Метод экспертных оценок может быть использован совместно с другими методами при недостаточной информационной базе.

Транспортный технологический процесс может быть представлен в виде последовательно или параллельно протекающих «функциональных технологических блоков», каждый из которых характеризуется доминирующей опасностью (рис. 3).

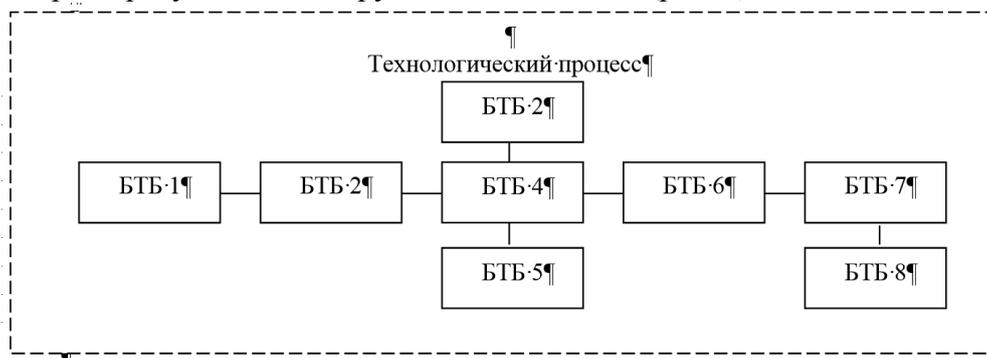


Рисунок 3 - Пример технологического процесса, состоящего из «функциональных технологических блоков»

При рассмотрении взаимодействия технологических блоков большое значение имеет характер их взаимодействия. Так, последовательное взаимодействие блоков соответствует поочередно выполняемым действиям. ФТБ как правило в этом случае совместимы без доработки или с минимальной доработкой. Определенную сложность представляет обеспечение взаимодействия параллельно протекающих ФТБ. Такое соединение соответствует технологическим процессам, усугубленным дополнительными опасностями (например, перевозка опасных, крупногабаритных, тяжеловесных грузов и т.п.). Для таких ФТБ обычно требуется существенная доработка или разработка нового ФТБ, обобщающего параметры исходных блоков. Процесс разработки схемы взаимодействия блоков представлен в виде алгоритма (рис. 4).

После того как ФТБ будут объединены в законченный технологический процесс, следует разработать мероприятия, направленные на устранение опасностей, не являющихся доминирующими.

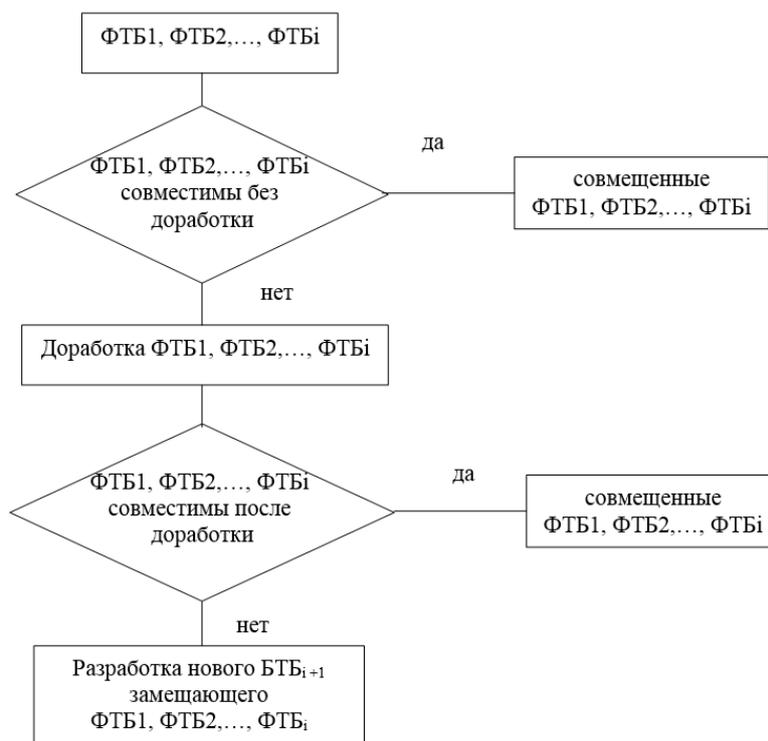


Рисунок 4 - Алгоритм разработки схемы взаимодействия ФТБ в технологическом процессе

В предложенной схеме, функциональный технологический блок является основным элементом системного анализа комплексной безопасности автотранспортных систем. Обеспечение безопасности каждого отдельно взятого блока позволит добиться максимальной безопасности всего технологического процесса. Предложенная методика разработки технологического процесса позволяет выработать универсальные подходы к обеспечению комплексной технологической безопасности автотранспортных систем, обосновать требования к подвижному составу, обеспечить подготовку персонала в рамках функциональных технологических блоков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трясцин, А.П. Формирование комплексной технологической безопасности автотранспортных систем [Текст] / А.П. Трясцин // Мир транспорта и технологических машин». - 2013. - №3 (42). - С. 89-95.
2. Трясцин, А.П. Теоретические подходы к стратегии подготовки водителей транспортных средств [Текст] / А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов, А.П. Лапин, А.А. Кагунин // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 2 (42). - С. 123-128.
3. Трясцин, А.П. Обеспечение системного подхода к технологической безопасности мобильных самоходных машин путем разработки базовых технологических блоков [Текст] / А.П. Трясцин А.П. // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. - 2006. - № 3-4. - С. 102-105.
4. Трясцин, А.П. Методологические аспекты системного анализа опасностей при эксплуатации мобильных самоходных машин сельскохозяйственного назначения [Текст] / А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов, О.Н. Данилина // Верхневолжья: Вестник АПК Верхневолжья. - 2009. - № 3. - С. 77-80.
5. Трясцин, А.П. Анализ и оценка риска при перевозке опасных грузов автомобильным транспортом в АПК [Текст] / Ю.Н. Баранов, А.П. Трясцин // Орел: Вестник Орловского государственного аграрного университета. - 2010. - Т. 26. - № 5. - С. 29-32.
6. Баранов, Ю.Н. Математическая модель построения алгоритма на основе структурного подхода при создании транспортных интеллектуальных систем [Текст] / Ю.Н. Баранов, Н.А. Загородних, А.П. Трясцин, А.С. Бодров // Мир транспорта и технологических машин. - 2015. - № 3 (50). - С. 96-102.
7. Кондратов, С.В. Анализ и оценка риска при перевозке опасных грузов [Текст] / С.В. Кондратов, А.Н. Новиков, А.П. Трясцин // Мир транспорта и технологических машин. - 2016. - № 1 (52). - С. 87-94.
8. Трясцин, А.П. Улучшение условий и охраны труда водителей, занятых перевозкой опасных грузов в агропромышленном комплексе путем разработки и внедрения инженерно-технических предложений и организационных мероприятий [Текст]: дис. ... канд. техн. наук. - Орел, 2006.
9. Кондратов, С.В. Комплексная безопасность при перевозке опасных грузов [Текст]: материалы 5-ей Международной научно-практической интернет-конференции / С.В. Кондратов, А.Н. Новиков, А.П. Трясцин;

под общей редакцией А.Н. Новикова // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса. - 2016. - С. 266-271.

10. Кондратов, С.В. О безопасности перевозки опасных грузов с использованием ГНСС [Текст] / С.В. Кондратов, А.С. Новиков, А.П. Трясцин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. - 2015. - Т. 3. - № 4-1. - (15-1). - С. 335-338.

11. Новиков, А.Н. Повышение безопасности перевозки опасных грузов на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем [Текст]: материалы международной научно-практической конференции / А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, С.В. Кондратов; под общей редакцией А.Н. Новикова // Информационные технологии и инновации на транспорте. - 2015. - С. 52-57.

12. Новиков, А.Н. Анализ влияния технических неисправностей транспортных средств на уровень дорожной безопасности [Текст] / А.Н.Новиков, М.В. Кулев, А.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин. Орел: ОрелГТУ. - 2010. - № 1 (28). - С. 008-011.

13. Жанказиев, С.В. Научные подходы к формированию концепции построения ИТС в России [Текст] / С.В. Жанказиев, А.М. Иванов, В.М. Власов // Автотранспортное предприятие. - 2010. - № 4. - С. 2-8.

14. Трясцин, А.П. Теоретические подходы к стратегии подготовки водителей транспортных средств [Текст] / А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов, А.П. Лапин, А.А. Катунин // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 2. - С. 123-127.

15. Новиков, А.Н. Сравнение систем определения местоположения и их применение в интеллектуальных транспортных системах [Текст] / А.Н. Новиков, А.А. Катунин, А.В. Кулев, М.В. Пешехонов // Мир транспорта и технологических машин. - 2013. - № 2 (41). - С. 109-113.

16. Новиков, А.Н. Повышение безопасности перевозки опасных грузов на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем [Текст]: материалы международной научно-практической конференции / А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, С.В. Кондратов; под общей редакцией А.Н. Новикова // Информационные технологии и инновации на транспорте. - 2015. - С. 52-57.

17. Васильева, В.В. Математическая оценка экологической нагрузки на акустическую среду от автотранспорта / В.В. Васильева, В.А. Голенков, А.Н. Новиков / в сборнике: Прогрессивные технологии и процессы. Сборник научных статей 2-й Международной молодежной научно-практической конференции: в 3-х томах / Ответственный редактор: Горохов А.А.. 2015. С. 195-199.

18. Новиков, А.Н. Использование математических методов в системе мониторинга акустической среды г. Орла [Текст]: сборник научных статей международной научно-практической конференции / А.Н. Новиков, О.А.Ивашук, В.В. Васильева; под ред. А.Н. Новикова; сост. А.В. Севостьянихина / Актуальные вопросы подготовки специалистов по направлению «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования» в условиях рыночной экономики. - 2006. - С. 148-151.

19. Кочерга, В.Г. Планирование и организация грузовых автомобильных перевозок на улично-дорожной сети мегаполисов [Текст] / В.Г. Кочерга, В.В. Зырянов, А.В. Хачатурян // Инженерный вестник Дона. - 2012. - Т. 20. - № 2. - С. 737-741.

20. Жанказиев, С.В. Научные подходы к формированию концепции построения интеллектуальных транспортных систем в России [Текст] / С.В. Жанказиев // Вестник ГЛОНАСС. - 2012. - № 1. - С. 29.

Трясцин Антон Павлович

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»

Адрес: 302020, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

E-mail: srmostu@mail.ru

A.P. TRYASTSIN

FUNCTIONAL APPROACH TO THE COMPLEX PLANT SAFETY MOTOR SYSTEM

The preconditions and the basic aspects of the review of the functional ap yes to a complex technological safety of motor systems. Proposed functional technological units for the analysis of complex technological safe-sti motor systems.

Keywords: *complex technological safety, road si-tem security.*

BIBLIOGRAPHY

1. Tryastsin, A.P. Formirovanie kompleksnoy tekhnologicheskoy bezopasnosti avtotransportnykh si-stem [Tekst] / A.P. Tryastsin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin». - 2013. - №3 (42). - S. 89-95.

2. Tryastsin, A.P. Teoreticheskie podkhody k strategii podgotovki voditeley transportnykh sredstv [Tekst] / A.P. Tryastsin, YU.N. Baranov, A.P. Lapin, A.A. Katunin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - № 2 (42). - S. 123-128.

3. Tryastin, A.P. Obespechenie sistemnogo podkhoda k tekhnologicheskoy bezopasnosti mobil`nykh samokhodnykh mashin putem razrabrtki bazovykh tekhnologicheskikh blokov [Tekst] / A.P. Tryastin A.P. // Izvestiya Orlovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i transport. - 2006. - № 3-4. - S. 102-105.
4. Tryastin, A.P. Metodologicheskie aspekty sistemnogo analiza opasnostey pri ekspluatatsii mo-bil`nykh samokhodnykh mashin sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya [Tekst] / A.P. Tryastin, YU.N. Baranov, O.N. Danilina // Verkhnevolzh`ya: Vestnik APK Verkhnevolzh`ya. - 2009. - № 3. - S. 77-80.
5. Tryastin, A.P. Analiz i otsenka riska pri perezovzke opasnykh gruzov avtomobil`nym transportom v APK [Tekst] / YU.N. Baranov, A.P. Tryastin // Orel: Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universi-teta. - 2010. - T. 26. - № 5. - S. 29-32.
6. Baranov, YU.N. Matematicheskaya model` postroeniya algoritma na osnove strukturnogo podkhoda pri sozdaniy transportnykh intellektual`nykh sistem [Tekst] / YU.N. Baranov, N.A. Zagorodnikh, A.P. Tryastin, A.S. Bodrov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2015. - № 3 (50). - S. 96-102.
7. Kondratov, S.V. Analiz i otsenka riska pri perezovzke opasnykh gruzov [Tekst] / S.V. Kondratov, A.N. Novikov, A.P. Tryastin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2016. - № 1 (52). - S. 87-94.
8. Tryastin, A.P. Uluchshenie usloviy i okhrany truda voditeley, zanyatykh perezovzkoy opasnykh gruzov v agropromyshlennom komplekse putem razrabotki i vnedreniya inzhenerno-tekhnicheskikh predlozheniy i organizatsionnykh meropriyatiy [Tekst]: dis. ... kand. tekhn. nauk. - Orel, 2006.
9. Kondratov, S.V. Kompleksnaya bezopasnost` pri perezovzke opasnykh gruzov [Tekst]: materialy 5-ey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii / S.V. Kondratov, A.N. Novikov, A.P. Tryastin; pod obschey redaktsiyey A.N. Novikova // Aktual`nye voprosy innovatsionnogo razvitiya transportnogo kom-pleksa. - 2016. - S. 266-271.
10. Kondratov, S.V. O bezopasnosti perezovzki opasnykh gruzov s ispol`zovaniem GNSS [Tekst] / S.V. Kondratov, A.S. Novikov, A.P. Tryastin // Aktual`nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. - 2015. - T. 3. - № 4-1. - (15-1). - S. 335-338.
11. Novikov, A.N. Povyshenie bezopasnosti perezovzki opasnykh gruzov na osnove ispol`zovaniya glo-bal`nykh navigatsionnykh sputnikovykh sistem [Tekst]: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy kon-ferentsii / A.N. Novikov, A.P. Tryastin, S.V. Kondratov; pod obschey redaktsiyey A.N. Novikova // Informatsion-nye tekhnologii i innovatsii na transporte. - 2015. - S. 52-57.
12. Novikov, A.N. Analiz vliyaniya tekhnicheskikh neispravnostey transportnykh sredstv na uroven` dorozhnoy bezopasnosti [Tekst] / A.N. Novikov, M.V. Kulev, A.V. Kulev // Mir transporta i tekhnologicheskikh ma-shin. Orel: OrelGTU. - 2010. - № 1 (28). - S. 008-011.
13. ZHankaziev, S.V. Nauchnye podkhody k formirovaniyu kontseptsii postroeniya ITS v Rossii [Tekst] / S.V. ZHankaziev, A.M. Ivanov, V.M. Vlasov // Avtotransportnoe predpriyatie. - 2010. - № 4. - S. 2-8.
14. Tryastin, A.P. Teoreticheskie podkhody k strategii podgotovki voditeley transportnykh sredstv [Tekst] / A.P. Tryastin, YU.N. Baranov, A.P. Lapin, A.A. Katunin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - № 2. - S. 123-127.
15. Novikov, A.N. Sravnenie sistem opredeleniya mestopolozheniya i ikh primenenie v intellektual`nykh transportnykh sistemakh [Tekst] / A.N. Novikov, A.A. Katunin, A.V. Kulev, M.V. Peshekhonov // Mir trans-porta i tekhnologicheskikh mashin. - 2013. - № 2 (41). - S. 109-113.
16. Novikov, A.N. Povyshenie bezopasnosti perezovzki opasnykh gruzov na osnove ispol`zovaniya glo-bal`nykh navigatsionnykh sputnikovykh sistem [Tekst]: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy kon-ferentsii / A.N. Novikov, A.P. Tryastin, S.V. Kondratov; pod obschey redaktsiyey A.N. Novikova // Informatsion-nye tekhnologii i innovatsii na transporte. - 2015. - S. 52-57.
17. Vasil`eva, V.V. Matematicheskaya otsenka ekologicheskoy nagruzki na akusticheskuyu sredu ot avto-transporta / V.V. Vasil`eva, V.A. Golenkov, A.N. Novikov / v sbornike: Progressivnye tekhnologii i protsessy. Sbornik nauchnykh statey 2-y Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 3-kh tomakh / Otvetstven-nyy redaktor: Gorokhov A.A.. 2015. S. 195-199.
18. Novikov, A.N. Ispol`zovanie matematicheskikh metodov v sisteme monitoringa akusticheskoy sredy g. Or-la [Tekst]: sbornik nauchnykh statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk, V.V. Vasil`eva; pod red. A.N. Novikova; sost. A.V. Sevost`yanikhina / Aktual`nye voprosy podgo-tovki spetsialistov po napravleniyu «Ekspluatatsiya nazemnogo transporta i transportnogo oborudovaniya» v usloviyakh rynochnoy ekonomiki. - 2006. - S. 148-151.
19. Kocherga, V.G. Planirovanie i organizatsiya gruzovykh avtomobil`nykh perezovok na ulichno-dorozhnoy seti megapolisov [Tekst] / V.G. Kocherga, V.V. Zyryanov, A.V. Hachaturyan // Inzhenernyy vestnik Dona. - 2012. - T. 20. - № 2. - S. 737-741.
20. ZHankaziev, S.V. Nauchnye podkhody k formirovaniyu kontseptsii postroeniya intellektual`nykh transportnykh sistem v Rossii [Tekst] / S.V. ZHankaziev // Vestnik GLONASS. - 2012. - № 1. - S. 29.

Tryastin Anton Pavlovich

FGBOU VO «OSU named IS Turgenev»

Address: 302020, Russia, Orel, st. Moscow, 77

Kand. those. Sciences, Associate Professor of «Service and repair of vehicles»

E-mail: srmostu@mail.ru

С.А. ЕВТЮКОВ, Н.В. ЧУДАКОВА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕЛИЧИНУ УСТАНОВИВШЕГОСЯ ЗАМЕДЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА КАТЕГОРИИ М1

В данной статье рассмотрена актуальная проблема при реконструкции и экспертизе ДТП, связанная с тормозной динамикой автомобиля. Авторским коллективом проведены экспериментальные исследования установившегося замедления и времени его нарастания, а также проведен анализ дополнительных факторов, влияющих на величину замедления автомобиля при эксплуатации шин разной сезонности. Произведена корректировка нормативных (осредненных) значений установившегося замедления, позволяющая уточнить методику реконструкции ДТП в зависимости от вида сезонности шины, величины массы ТС, состояния дорожного покрытия и наличия АБС.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, автотехническая экспертиза, замедление автомобиля, сезонность шины, тормозная динамика автомобиля, деселерометр.

Теоретическое исследование установившегося замедления транспортного средства в экспертной практике в большинстве случаев является исследованием экстренного торможения и сводится к определению скорости автомобиля и остановочного пути. Замедление транспортного средства представляет собой процесс торможения с момента окончания его нарастания до момента прекращения торможения, до начала растормаживания или остановки транспортного средства. Величина замедления зависит от многих объективных факторов, в том числе от дорожных, погодных условий на месте ДТП, а также от связующего элемента между автомобилем и дорожным покрытием - шины [7].

Немаловажное значение здесь играет роль сезонности шины, которая эксплуатировалась водителем на момент ДТП, так как сцепление шин с дорожным покрытием является решающим фактором безопасности дорожного движения и технической возможностью транспортного средства предотвратить ДТП [1].

Величина установившееся замедления транспортного средства играет важную роль в экспертной практике, так как позволяет произвести расчет, определяющий тормозной путь автомобиля (1) и в дальнейшем сделать обоснованный вывод о возможности предотвращения ДТП [8]:

$$S_T = \sum S = (t_2 + 0,5t_3 \cdot K_{t3}) V_a / 3,6 + V_a^2 \cdot K_s \cdot K_{jy} / 25,92 \cdot \varphi(\cos \alpha \pm : \quad (1)$$

где t_2 - время срабатывания тормозного привода [2];

t_3 - время нарастания замедления а/м [2];

V_a - скорость движения а/м, км/ч;

K_{t3} - корректирующий коэффициент, формирующий величину времени нарастания замедления а/м до установившегося значения;

K_{jy} - корректирующий коэффициент, формирующий величину установившегося замедления а/м;

K_s - коэффициент эффективности торможения [2].

Наиболее достоверную величину коэффициента установившегося замедления конкретного транспортного средства можно установить с помощью экспериментального исследования в дорожных условиях аналогичных ДТП.

В реальном времени, после ДТП (при отсутствия инструментария), не всегда возможно определить замедление автомобиля и время его нарастания и, как следствие, эксперт определяет данную величину либо расчетным методом по известным в экспертной практике форму-

лам, либо по справочно-нормативным (усредненным) данным (САТЭ), либо принята как нормативная, установленная Правилами дорожного движения РФ, согласно ГОСТ 51709-2001 [2].

Погрешность нормативных значений установившегося замедления и времени его нарастания состоит в том, что ранее не учитывались такие факторы, как система ABS, тип сезонности шины, установленной на автомобиле, а также при каких погодных условиях данную шину используют. Все эти дополнительные факторы, несомненно, влияют на расчеты при реконструкции и экспертизе ДТП, а соответственно и на объективность выводов эксперта [8].

В СПбГАСУ, авторами были проведены экспериментальные исследования установившегося замедления автомобиля и времени его нарастания автомобилей категории М1 с учетом эксплуатации шин разным типом сезонности на различных состояниях дорожного покрытия [8].

В эксперименте были использованы автомобили с технически исправной тормозной системой: Mercedes ML350 и BMW 520i с системой ABS, VAZ 2105 и VAZ 2112, не имеющих антиблокировочную систему со следующими типами сезонности шин: зимняя шипованная и фрикционная.

Эксперимент проводился на участке дороги общего пользования длиной около 1 км, наклоном не более 1,5% в черте города Санкт-Петербург при температуре воздуха окружающей среды от +5 до +7°C на сухом и мокром асфальте в марте месяце.

Автомобиль на данном участке дороги разгонялся до 40 км/час в соответствии с требованиями ГОСТ 51709-2001 и, когда достигал необходимой скорости, производил экстренное торможение [9].

Для фиксации величины установившегося замедления и времени его нарастания использовали деселерометр модели «LWS-2МС» (Польша), который позволил получить тормозные диаграммы автомобиля, осуществлявшего экстренное торможение [9].

При выполнении измерений датчик деселерометра был строго зафиксирован в горизонтальном положении и на момент эксперимента отклонение не превышало - 0,03 м/с².

При торможении прибор зафиксировал необходимые нам величины, в виде тормозной диаграммы, проиллюстрированной на рисунке 1.

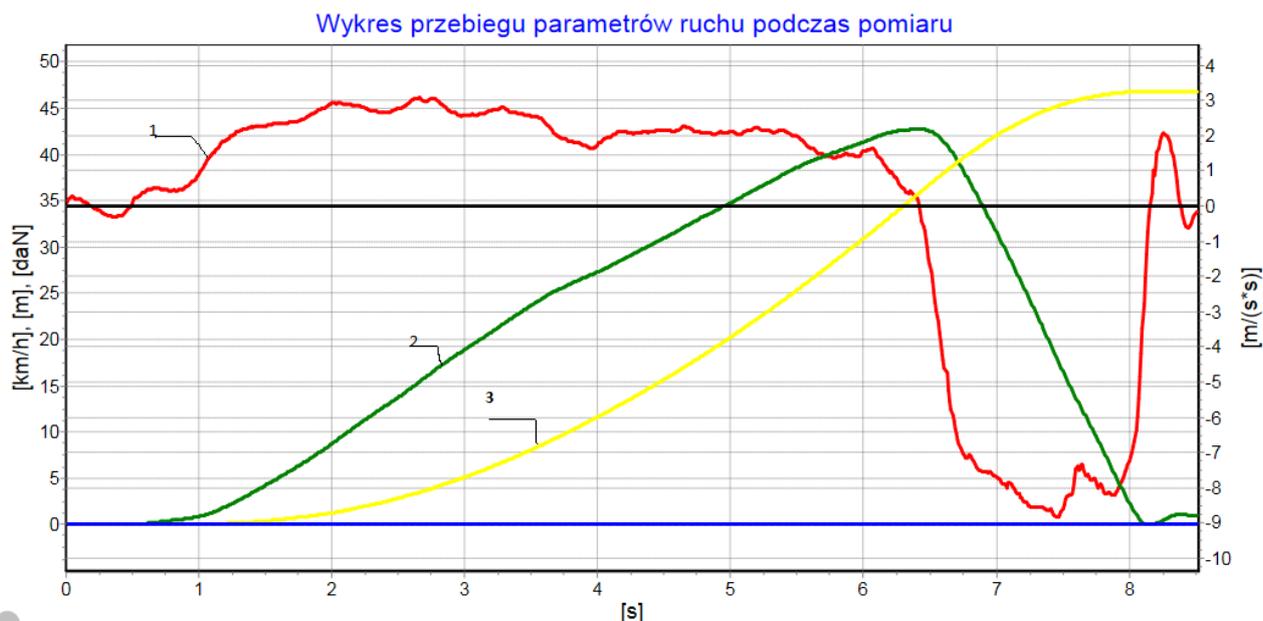


Рисунок 1 - Образец записи результатов измерения прибора «LWS-2МС»:

1 - замедление автомобиля, м/с²; 2 - скорость автомобиля, км/ч; 3 - пройденный путь автомобиля, м

Таблица 1 - Экспериментальные результаты величин установившегося замедления и времени его нарастания на асфальте сухом/ $\phi = 0,75$ при $T = +7^\circ C$

Марка а/м	Наличие ABS	Типсезонности шины	Нагрузка а/м, %	t_3 , с	J_y , м/с ²
MercedesML350	да	фрикционная	25	0,32	6,85
	-//-	-//-	50	0,34	6,73
	-//-	-//-	75	0,34	6,65
	-//-	-//-	100	0,35	6,58
BA3 2105	нет	фрикционная	25	0,35	6,13
	-//-	-//-	50	0,36	5,91
	-//-	-//-	75	0,36	5,66
	-//-	-//-	100	0,36	5,42
BMW 520i	да	зимняя шипованная	25	0,35	6,57
	-//-	-//-	50	0,36	5,99
	-//-	-//-	75	0,36	5,69
	-//-	-//-	100	0,36	5,04
BA3 2112	нет	зимняя шипованная	25	0,35	5,73
	-//-	-//-	50	0,36	5,38
	-//-	-//-	75	0,36	5,03
	-//-	-//-	100	0,37	4,68

Таблица 2 - Экспериментальные результаты величин установившегося замедления и времени его нарастания на асфальте мокро/ $\phi = 0,45$ при $T = +5^\circ C$

Марка а/м	Наличие ABS	Типсезонности шины	Нагрузка а/м, %	t_3 , с	J_y , м/с ²
MercedesML350	да	фрикционная	25	0,25	6,78
	-//-	-//-	50	0,27	6,23
	-//-	-//-	75	0,27	6,16
	-//-	-//-	100	0,27	6,08
BA3 2105	нет	фрикционная	25	0,25	5,63
	-//-	-//-	50	0,26	5,41
	-//-	-//-	75	0,26	5,16
	-//-	-//-	100	0,26	4,92
BMW 520i	да	зимняя шипованная	25	0,27	6,07
	-//-	-//-	50	0,28	5,49
	-//-	-//-	75	0,28	5,19
	-//-	-//-	100	0,28	4,89
BA3 2112	нет	зимняя шипованная	25	0,25	5,23
	-//-	-//-	50	0,25	4,88
	-//-	-//-	75	0,26	4,53
	-//-	-//-	100	0,26	4,18

где J_y - установившееся замедление ТС, указанное прибором после замера, м/с²;

ϕ - коэффициент сцепления шины с дорожным покрытием[2];

t_3 - время нарастания замедления, указанное прибором после замера, сек.

Из экспериментальных результатов, представленных в таблиц 1, 2 следует, что фактическая величина установившегося замедления при коэффициенте сцепления $\phi = 0,75$ и $0,45$ в снаряженном состоянии автомобиля с ABS выше нормативных (табличных) значений в среднем на 20 %, без ABS на 25%.

Из анализа полученных экспериментальных значений установившегося замедления и времени его нарастания, обоснована целесообразность введения корректирующего коэффициента K_{jy} , учитывающего тип сезонности шины, переменную степень нагрузки на автомобиль, наличия ABS и состояния дорожного покрытия. Пример усредненного корректирующего коэффициента K_{jy} приведен в таблицах 3, 4. Пример корректирующего коэффициента времени нарастания замедления K_{t3} приведен в таблицах 5, 6.

Таблица 3 - Коэффициент K_{jy} , корректирующий значение установившегося замедления автомобиля с ABS

φ	K_{jy}			
	нагрузка на а/м, %			
	25	50	75	100
	фрикционная шина			
0,75	1,0	1,0	1,0	1,04
0,45	1,7	1,6	1,6	1,5
	зимняя шипованная			
0,75	0,96	0,90	0,86	0,8
0,45	1,5	1,4	1,3	1,25

Таблица 4 - Коэффициент K_{jy} , корректирующий значение установившегося замедления ТС без ABS

φ	K_{jy}			
	нагрузка на а/м, %			
	25	50	75	100
	фрикционная шина			
0,75	0,9	0,9	0,9	0,86
0,45	1,4	1,35	1,3	1,25
	зимняя шипованная			
0,75	0,8	0,8	0,8	0,7
0,45	1,3	1,25	1,2	1,1

Таблица 5 - Коэффициент K_{t3} , корректирующий значение времени нарастания замедления ТС с ABS

φ	K_{t3}			
	нагрузка на а/м, %			
	25	50	75	100
	фрикционная шина			
0,75	0,91	0,97	0,97	1,0
0,45	1,25	1,08	1,08	1,35
	зимняя шипованная			
0,75	1,02	1,02	1,02	1,0
0,45	1,35	1,12	1,12	1,4

Таблица 6 - Коэффициент K_{t3} , корректирующий значение времени нарастания замедления ТС без ABS

φ	K_{t3}			
	нагрузка на а/м, %			
	25	50	75	100
	фрикционная шина			
0,75	1,0	1,02	1,02	1,0
0,45	1,25	1,04	1,04	1,3
	зимняя шипованная			
0,75	1,0	1,02	1,02	1,05
0,45	1,25	1,0	1,04	1,3

По расчетам автотехнических экспертиз на базе ИБДД СПбГАСУ, учитывающих установившееся замедление транспортного средства категории М1, формирующееся в зависимости от типа и состояния дорожного покрытия, его нагрузки, вида шины по сезонности и наличия антиблокировочной системы, было замечено, что в ДТП, которые связаны с наездом на пешехода или столкновением с другим транспортным средством, около 55 % случаев имеют связь между превышением скорости ТС и наличием технической возможности у водителя предотвратить ДТП, в случае соблюдения им скоростного режима. Более того, в расчетах с использованием экспериментальных значений установившегося замедления ТС и времени его нарастания, примерно в 45% случаев, ДТП имеют абсолютно противоположное экспертное заключение, в сравнении с нормативными (усредненными) значениями, что подтверждает актуальность данного исследования.

В этой связи, авторы, считают наиболее целесообразно использовать корректирующий коэффициент замедления K_{jy} транспортного средства, т.к. это ведет к более объективному расследованию дорожно-транспортных ситуаций и достоверному экспертному заключению при реконструкции и экспертизе ДТП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровский, Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта [Текст] / Б.Е. Боровский. - Л.: Лениздат, 1984. - 304 с.
2. Евтюков, С.А. Реконструкция и экспертиза ДТП в примерах [Текст] / С.А. Евтюков, Я.В. Васильев. - СПб.: Петрополис, 2012. - 324 с.
3. Евтюков, С.А. Экспертиза ДТП [Текст]: справочник / С.А. Евтюков, Я.В. Васильев. - СПб: ДНК, 2015. - 536 с.
4. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки [Текст].
5. Григорян, В.Г. Применение в экспертной практике параметров торможения автотранспортных средств [Текст]: методические рекомендации для экспертов / В.Г.Григорян. - М.: ВНИИСЭ, 1995. - 10 с.
6. Гуслицер, Р.Л. Шина и автомобиль [Текст] / Р.Л. Гуслицер. - М.: Научно-технический центр «НИИШП», 2007. - 283 с.
7. Добромиров, В.Н. Амортизаторы. Конструкция, расчет, испытания [Текст] / В.Н. Добромиров, 2006. - 239 с.

8. Куракина, Е.В. Влияние параметров дороги на определение скорости движения при экспертном исследовании ДТП [Текст] / Е.В. Куракина, С.С. Евтюков // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ. - №1 (42). - 2014. - С.103-109.
9. Использование в экспертной практике экспериментально-расчетных значений параметров торможения колесных тракторов [Текст]: методические рекомендации для экспертов. - М.: ВНИИСЭ, 1989. - 6 с.
10. Паршин, М.А. Сцепление колеса автомобиля с дорожным покрытием и безопасность движения [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук / Паршин М.А. - М.: МАДИ, 1967. - 31 с.
11. Пучкин, В.А. Актуальные проблемы судебной автотехнической экспертизы [Текст] / В.А. Пучкин. - Ростов н/Д.: Юж. регион. центр судебной экспертизы, 2001. - 80 с.
12. Пучкин, В.А. Справочно-нормативные материалы для эксперта автотехника [Текст] / В.А. Пучкин, В.И. Лозовой. - Новочеркасск: ЮРГТУ, 2002. - 172 с.
13. Пучкин, В.А. Судебная автотехническая экспертиза. Анализ ДТП [Текст]: научно-практическое пособие / В.А. Пучкин. - Ростов н/Д: Профпресс, 2015. - 360 с.
14. Судебная автотехническая экспертиза [Текст]: пособие для экспертов-автотехников, следователей и судей / Под ред. В.А. Иларионова, 1980. - Ч.2. - М.: ВНИИСЭ, 1980. - 491 с.
15. Туренок, А.Н. Исследование тормозной динамики автомобиля при анализе ДТП [Текст] / А.Н. Туренок, В.И. Клименко, А.В. Сараев, А.О. Малявин // Автомобильный транспорт. - 2010. - Вып. № 26. - С. 17-22.
16. Чудакова, Н.В. Влияние шин с учетом их сезонности и степенью износа на установившееся замедление автомобиля [Текст] / Н.В. Чудакова // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ. - 2016. - Вып. № 1(54). - 2016. - С. 141-145.
17. Новиков, А.Н. Сравнение систем определения местоположения и их применение в интеллектуальных транспортных системах [Текст] / А.Н. Новиков, А.А. Катунин, А.В. Кулев, М.В. Пешехонов // Мир транспорта и технологических машин. - Орел: ОрелГТУ. - 2013. - № 2 (41). - С. 109-113.
18. Новиков, А.Н. Управление качеством окружающей среды региона при воздействии автотранспорта (на примере Орловской области) [Текст]: сборник докладов международной научно-технической конференции / А.Н. Новиков, О.А. Иващук // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин. - Тюмень. - 2006. - С. 146-148.
19. Чудакова, Н.В. Экспериментальное исследование установившегося замедления при эксплуатации зимних шин разного типа [Текст] / Н.В. Чудакова // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ. - 2016. - Вып. № 2 (55).
20. Чудакова, Н.В. Применение установившегося замедления транспортного средства в экспертной практике [Текст] / Н.В. Чудакова, С.С. Евтюков // Инновации на транспорте в машиностроении. - СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». - 2016. - С. 41-45.
21. Douglas C. Montgomery Design and analysis of experiments. 5th edition - Wiley, 2001. - 699 с.
22. Wypadydrog - element analizy technicznej i opinowania. WKL. Warszawa - 1985. - 240 с.

Евтюков Сергей Аркадьевич

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
Адрес: 190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4
Д-р техн. наук, зав. кафедрой «Наземные транспортно-технологические машины»
E-mail: s.a.evt@mail.ru

Чудакова Наталья Вячеславовна

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
Адрес: 190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4
Ассистент кафедры «Наземные транспортно-технологические машины»
E-mail: chudakova00@gmail.com

S.A. EVTYUKOV, N.V. CHUDAKOVA

EXPERIMENTAL STUDY OF THE FACTORS AFFECTING ON SIZE STEADY-STATE DECELERATION OF THE VEHICLE CATEGORIES M1

In the actual problem in the reconstruction and examination of traffic accidents related to brake the vehicle dynamics. A group of authors conducted experimental studies of steady deceleration and the time of its growth, as well as an analysis of additional factors that affect the value of the vehicle deceleration in the operation of tires different seasons. Produced regulatory adjustment (averaged) steady deceleration, allowing the reconstruction of the accident to clarify the methods, depending on the seasonality of the tire, the value of the vehicle mass, road conditions and the availability of ABS.

Keywords: traffic accident, auto-technical examination of the car slowing, seasonal tires, braking dynamics of the vehicle, decelerometr.

BIBLIOGRAPHY

1. Borovskiy, B.E. Bezopasnost' dvizheniya avtomobil'nogo transporta [Tekst] / B.E. Borovskiy. - L.: Lenizdat, 1984. - 304 s.
2. Evtyukov, S.A. Rekonstruktsiya i ekspertiza DTP v primerakh [Tekst] / S.A. Evtyukov, YA.V. Vasil'ev. - SPb.: Petropolis, 2012. - 324 s.
3. Evtyukov, S.A. Ekspertiza DTP [Tekst]: spravochnik / S.A. Evtyukov, YA.V. Vasil'ev. - SPb: DNK, 2015. - 536 s.
4. GOST R 51709-2001. Avtotransportnye sredstva. Trebovaniya bezopasnosti k tekhnicheskomu sostoyaniyu i metody proverki [Tekst].
5. Grigoryan, V.G. Primenenie v ekspertnoy praktike parametrov tormozheniya avtotransportnykh sredstv [Tekst]: metodicheskie rekomendatsii dlya ekspertov / V.G. Grigoryan. - M.: VNIISE, 1995. - 10 c.
6. Guslitser, R.L. Shina i avtomobil' [Tekst] / R.L. Guslitser. - M.: Nauchno-tekhnicheskiiy tsentr «NIISHP», 2007. - 283 s.
7. Dobromirov, V.N. Amortizatory. Konstruktsiya, raschet, ispytaniya [Tekst] / V.N. Dobromirov, 2006. - 239 s.
8. Kurakina, E.V. Vliyanie parametrov dorogi na opredelenie skorosti dvizheniya pri ekspertnom is-sledovanii DTP [Tekst] / E.V. Kurakina, S.S. Evtyukov // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov SPbGASU. - №1 (42). - 2014. - S.103-109.
9. Ispol'zovanie v ekspertnoy praktike eksperimental'no-raschetnykh znacheniy parametrov tormozheniya kolesnykh traktorov [Tekst]: metodicheskie rekomendatsii dlya ekspertov. - M.: VNIISE, 1989. - 6 s.
10. Parshin, M.A. Stseplenie koleasa avtomobilya s dorozhnym pokrytiem i bezopasnost' dvizheniya [Tekst]: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk / Parshin M.A. - M.: MADI, 1967. - 31 s.
11. Puchkin, V.A. Aktual'nye problemy sudebnoy avtotekhnicheskoy ekspertizy [Tekst] / V.A. Puchkin. - Rostov n/D.: YUzh. region. tsentr sudebnoy ekspertizy, 2001. - 80 s.
12. Puchkin, V.A. Spravochno-normativnye materialy dlya eksperta avtotekhnika [Tekst] / V.A. Puchkin, V.I. Lozovoy. - Novocherkassk: YURGTU, 2002. - 172 s.
13. Puchkin, V.A. Sudebnaya avtotekhnicheskaya ekspertiza. Analiz DTP [Tekst]: nauchno-prakticheskoe posobie / V.A. Puchkin. - Rostov n/D: Profpress, 2015. - 360 s.
14. Sudebnaya avtotekhnicheskaya ekspertiza [Tekst]: posobie dlya ekspertov-avtotekhnikov, sledovateley i sudey / Pod red. V.A. Ilarionova, 1980. - CH.2. - M.: VNIISE, 1980. - 491 s.
15. Turenok, A.N. Issledovanie tormoznoy dinamiki avtomobilya pri analize DTP [Tekst] / A.N. Turenok, V.I. Klimenko, A.V. Saraev, A.O. Malyavin // Avtomobil'nyy transport. - 2010. - Vyp. № 26. - S. 17-22.
16. Chudakova, N.V. Vliyanie shin s uchetom ikh sezonnosti i stepen'yu iznosa na ustanovivsheesya zamedlenie avtomobilya [Tekst] / N.V. Chudakova // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov SPbGASU. - 2016. - Vyp. № 1(54). - 2016. - S. 141-145.
17. Novikov, A.N. Sravnenie sistem opredeleniya mestopolozheniya i ikh primenenie v intellektual'nykh transportnykh sistemakh [Tekst] / A.N. Novikov, A.A. Katunin, A.V. Kulev, M.V. Peshekhonov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel: OrelGTU. - 2013. - № 2 (41). - S. 109-113.
18. Novikov, A.N. Upravlenie kachestvom okruzhayushchey sredy regiona pri vozdeystvii avtotransporta (na primere Orlovskoy oblasti) [Tekst]: sbornik dokladov mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk // Problemy ekspluatatsii i obsluzhivaniya transportno-tekhnologicheskikh mashin. -Tyumen'. - 2006. - S. 146-148.
19. Chudakova, N.V. Eksperimental'noe issledovanie ustanovivshegosya zamedleniya pri ekspluatatsii zimnikh shin raznogo tipa [Tekst] / N.V. Chudakova // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov SPbGASU. - 2016. - Vyp. № 2 (55).
20. Chudakova, N.V. Primenenie ustanovivshegosya zamedleniya transportnogo sredstva v ekspertnoy praktike [Tekst] / N.V. Chudakova, S.S. Evtyukov // Innovatsii na transporte v mashinostroenii. - SPb.: Natsional'nyy mineral'no-syr'evoy universitet «Gornyy». - 2016. - S. 41-45.
21. Douglas C. Montgomery Design and analysis of experiments. 5th edition - Wiley, 2001. - 699 s.
22. Wypadhydrogow - element analizytechniczney I opiniowania. WKL. Warszawa - 1985. - 240 c.

Evtyukov Sergei Arkad'evich

FGBOU VO «Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering»

Address: 190005, Russia, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya St., 4

Dr. Sc. Sciences, Head. the department «Land transport and technological machines»

E-mail: s.a.evt@mail.ru

Chudakova Natalia Vyacheslavovna

FGBOU VO «Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering»

Address: 190005, Russia, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya St., 4

Assistant of the Department «Land transport and technological machines»

E-mail: chudakova00@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ПОВЫШЕНИЯ ТОРМОЗНОЙ ДИНАМИЧНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В статье рассмотрены вопросы решения проблемы снижения аварийности на дорогах Российской Федерации, связанные с неудовлетворительными тормозными качествами автотранспортных средств, которые не удовлетворяют современным требованиям безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: автотранспортные средства, тормозная динамичность, тормозной момент, замедление, тормоз, антиблокировочная система, механический датчик антиблокировочной системы.

Согласно данным Управления ГИБДД УМВД по Орловской области в 2015 году в области зарегистрировано 1180 дорожно-транспортных происшествий (ДТП), что на 16,8% ниже, чем в 2014 году и на 13,9% чем в 2013 году. В результате ДТП погибло 147 человек, что на 16% меньше чем в 2014 году и на 4,3% больше чем 2013 году. При этом 1552 человека получили ранения ((– 15,7% (2014 г.), -13,3% (2013 г.)) [1].

Значительную долю в общем объеме ДТП составляют ДТП, обусловленные неудовлетворительным техническим состоянием транспортных средств. Так, согласно официальной статистике эта цифра находится в пределах от 8 до 15% (Германия - 8%, Великобритания - 9,5%, Россия - 15%) [2].

Основной процент неисправностей при ДТП по техническим причинам имеет нижеследующую статистику: 40% ДТП – увеличенный тормозной путь; 32% ДТП – неравномерность торможения на одной оси; 12% ДТП – износ и повреждение резины; 11 % ДТП – отрыв колес; 7% ДТП – недостаточность обзора; 5% ДТП – увеличенный люфт в рулевом управлении; 4% ДТП – ослепление водителя [2].

На основании представленных данных следует отметить, что важным элементом, способствующим повышению безопасности дорожного движения, является тормозная динамичность автотранспортных средств (АТС).

Повышению показателей тормозной динамичности АТС способствует применение различных способов торможения: плавный, резкий, прерывистый, ступенчатый и вариативный [3].

Проведенные экспериментальные исследования применения различных способов торможения показали следующее. Значения эффективности торможения, выраженные через величину тормозного пути, полученные экспериментальным путем на автодроме, на участке дороги с коэффициентом сцепления 0,5. Исследования проводились на легковом автомобиле марки ГАЗ, полученные результаты представлены в таблице 1.

Торможение проводилось каждым способом от 20 до 30 раз применения, при различных скоростях, затем полученные результаты суммировались, в таблице представлены средние значения величин.

Приведенные в таблице 1 значения полученного тормозного пути соответствуют для навыков «среднего» водителя. Водители, в совершенстве владеющие различными приемами торможения, смогут снизить показатели на 25%. Однако хочется отметить, что в совершенстве владеть данными способами торможения непосредственно на дороге, смогут только опытные водители.

Обеспечить более эффективное торможение АТС смогут быстродействующие тормозные гидроприводы, гидроусилители, специальные тормозные механизмы, рисунки протектора, обеспечивающие наибольшее сцепление колеса с дорогой.

Наиболее перспективным решением является решение использовать на АТС антиблокировочную систему (АБС), которая позволяет улучшить характеристики активной безопасности, особенно для автопоездов. АБС позволяет сохранить оптимальные показатели устой-

чивости и управляемости в опасных ситуациях при торможении, обеспечить эффективный тормозной путь сложных климатических условиях.

Таблица 1 – Величина тормозного пути при различных способах торможения

Способ торможения	Тормозной путь, м, при разной скорости, км/ч, в момент торможения				
	30	45	60	75	90
Плавное	29	59	115	170	240
Резкое	28	57	112	162	228
Прерывистое	24	50	142	142	206
Ступенчатое	25	46	137	137	200

В настоящее время ABS остается наиболее перспективной системой, которая автоматически устраняет блокировку затормаживаемых колес, предотвращая юз. Отсутствие юза позволяет водителю останавливать автомобиль на кратчайшем пути без заноса, то есть ABS обеспечивает степень проскальзывания колеса по дорожному покрытию близкой к оптимальному ($\lambda_{гр}$), при этом, коэффициент сцепления имеет максимальное значение (φ_x).

Конструкции ABS разнообразны, однако в любом из них используется зависимость коэффициента сцепления φ_x от степени проскальзывания λ колеса, определяемой по формуле:

$$\lambda = \frac{v_k - \omega_k r}{v_k},$$

где v_k – линейная скорость центра, м/с;

ω_k – угловая скорость колеса, c^{-1} .

Экспериментальная зависимость $\varphi = \varphi(\lambda)$ представлена на рисунке 1.

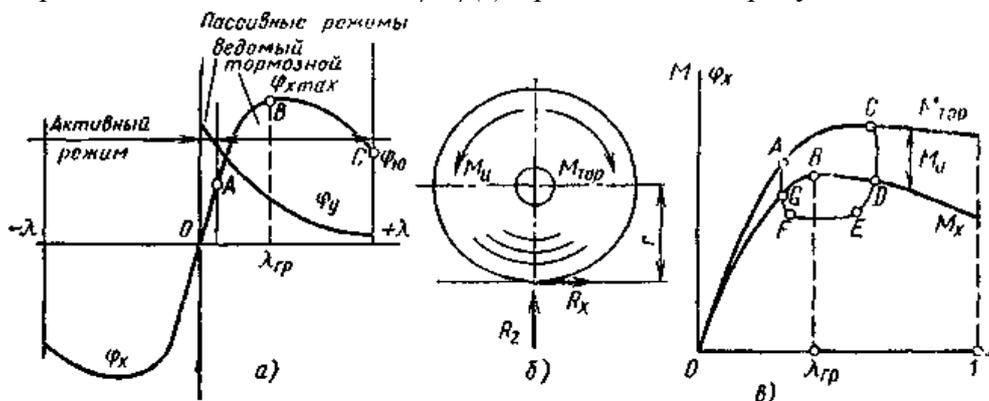


Рисунок 1 – Схема распределения параметров работы ABS: а) – зависимость коэффициента сцепления φ_x и φ_y от степени проскальзывания; б) – моменты, действующие на тормозное колесо; в) – изменение моментов $M_{тор}$, M_u , M_x от степени проскальзывания λ

В антиблокировочной системе применяются механические и электронные датчики. На рисунке 2а показан механический датчик, 2б электронный.

При движении автомобиля, оборудованного антиблокировочной системой, по дороге с сухим покрытием тормозной путь в среднем уменьшается от 15 до 20%, а по дороге с мокрым покрытием от 30 до 40%.

Рассмотрим ограничения, связанные с моментом торможения колеса. Момент, создаваемый тормозом, препятствующий вращению, можно считать пропорциональным давлению торможения: $M_{тор} = k p_{тор}$ (рис. 3).

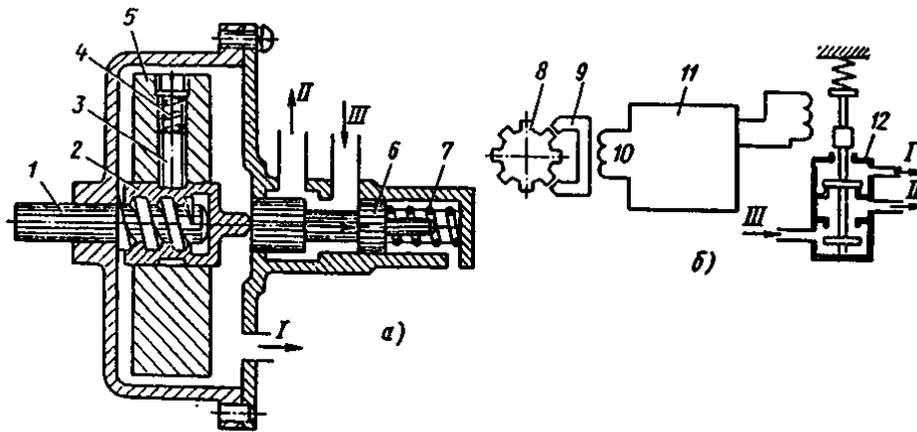


Рисунок 2 – Схемы датчиков антиблокировочной системы:
а) механический; б) электронный

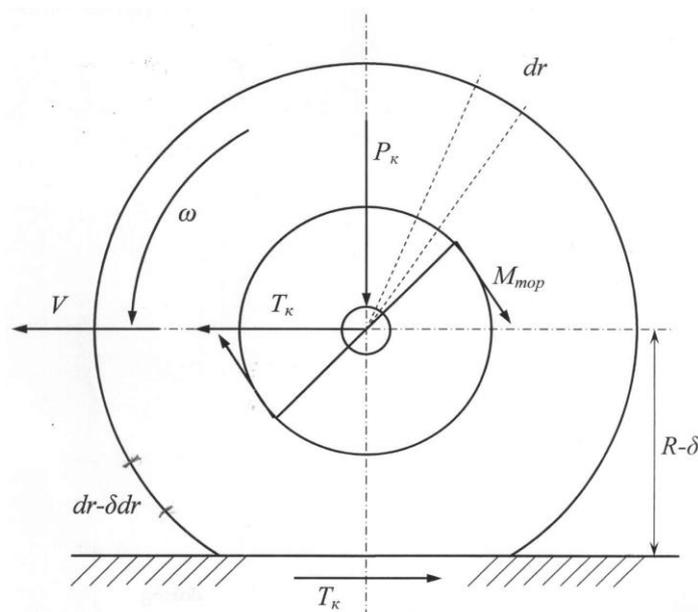


Рисунок 3 – Распределение сил и моментов при торможении

Максимальный момент получается при максимальном давлении $M_{TOP}^{max} = k_T P_{TOP}^{max}$. При торможении катящегося колеса, на контакте, возникает сила T_K , создающая совместно с силой, приложенной к оси колеса, уравновешивающий момент $M_K = T_K (R - \delta) = M_{TOP}$.

Пока соблюдается это равенство, качение колеса происходит без проскальзывания контакта относительно грунта. Угловая скорость колеса $\omega = V / R_{КАЧ}$ уменьшается при увеличении M_{TOP} , (рис. 4) так как пневматическая шина растягивается перед контактом в окружном направлении и увеличивается путь, проходимый колесом за один оборот (растет радиус $R_{КАЧ}$), который при незаторможенном колесе равен:

$$R_{КАЧ} = \left(R_0 - \frac{1}{3} \delta \right),$$

где R_0 – радиус колеса, м;

δ – величина обжатия колеса на стоянке, м.

Сила контакта T_K ограничена по своей величине $T_K^{MAX} = \mu_{TP} P_K$, следовательно, ограничен и максимальный момент $M_K^{MAX} = \mu_{TP} P_K (R - \delta)$ создаваемый колесом. Величина M_K^{MAX} может меняться при эксплуатации транспортного средства в очень широких пределах как за счет изменения коэффициента μ_{TP} , зависящего от состояния дорожного покрытия и скорости

движения транспортного средства, так и за счет силы P_K , зависящей от массы транспортного средства. В начале движения T_K^{MAX} и M_K^{MAX} могут быть в несколько раз меньше, чем в конце.

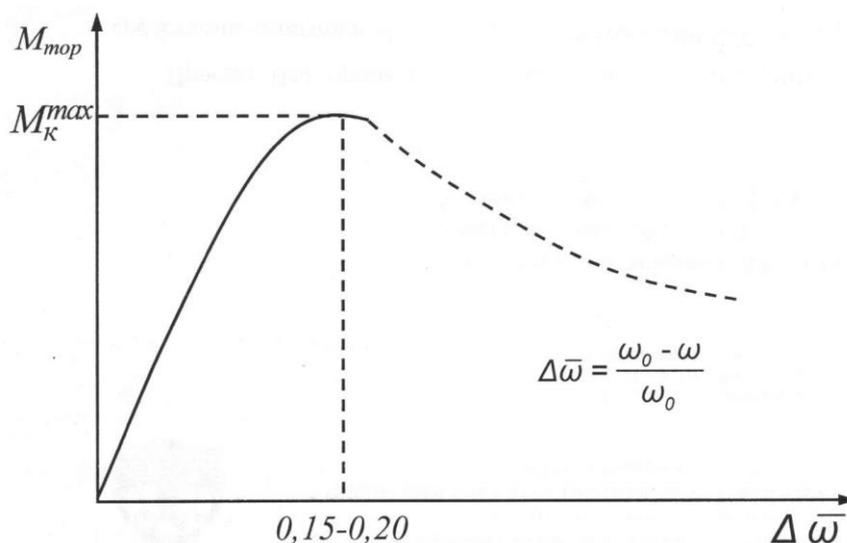


Рисунок 4 – Изменение момента торможения от величины угловой скорости

Обозначим давление торможения, при котором $M_{TOP} = M_K^{MAX}$, через p_{TOP}^{OPT} . При торможении $p_{TOP}^1 > p_{TOP}^{OPT}$ момент, создаваемый тормозом, становится больше M_K^{MAX} . Возникающий избыточный момент $\Delta M = M_{TOP} - M_K^{MAX} = \varepsilon_K I_K$, вызывает угловое замедление колеса, угловая скорость которого ω уменьшается и появляется проскальзывание контактной площадки колеса со скоростью:

$$V_{СК} = V - \omega R_{КАЧ}^{MAX} = \int_0^t \varepsilon R_{КАЧ}^{MAX} dt,$$

где $R_{КАЧ}^{MAX}$ – радиус качения при $M_{TOP} = M_K^{MAX}$.

При качении колеса с проскальзыванием (при юзе) работа $dA_{ИЗ} = T_K V_{СК} dt$ производит износ шины, а работа $dA_{ТОР} = T_K (V - V_{СК}) dt$ производит нагрев тормоза. Поэтому с увеличением проскальзывания возрастает износ шины (возрастает доля кинетической энергии транспортного средства, затрачиваемая на износ). Полностью заторможенное колесо скользит по дорожному покрытию одной точкой (юз). Коэффициент $\mu_{ТР}$ и T_K^{MAX} при юзе несколько уменьшаются. При торможении $M_{TOP} < M_K^{MAX}$ и сила $T_{TOP} < T_K^{MAX}$. Для большинства колес из-за ограниченных возможностей размещения тормоза внутри барабана максимальный момент, который они в состоянии создать при p_{TOP}^{MAX} , равен: $M_{TOP}^{MAX} = (0,35 \dots 0,40) P_K^{CT} (R - \delta)$.

Из-за переменности величины M_K^{MAX} водитель оказывается не в состоянии выдерживать все время нужное давление торможения, поэтому выполнение этой задачи возлагают на специальное устройство, антиблокировочную систему (АБС).

Предлагается АБС, разработанная авторами, принципиальная схема которой, представлена на рисунке 5. АБС состоит из двух контуров: I – й – пневматический контур; II – электрический.

Система работает следующим образом. При включении выключателя 5 электрическая система АБС включается в систему электрообеспечения транспортного средства. После запуска двигателя компрессор 1 начинает нагнетать сжатый воздух в пневматическую систему транспортного средства. Через фильтр 2 и редуктор 3 воздух под давлением накапливается в ресивере и дежурит у тормозного крана. При нажатии на педаль управления тормозной системой, сжатый воздух подается в тормозную систему, включается выключатель 4, при этом

запитываются электрической энергией электромагнитные клапаны 9 и инерционные датчики 10 – электрический контур антиблокировочной системы готов к работе.

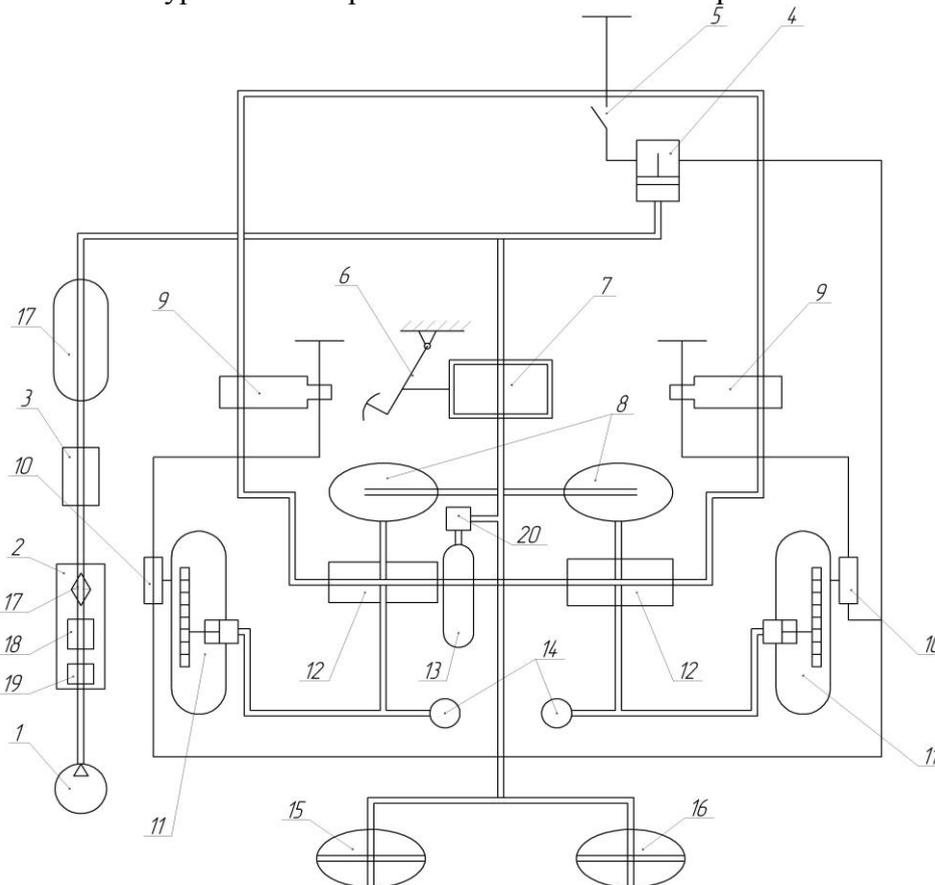


Рисунок 5 – Схема антиблокировочной системы:

1 – компрессор; 2 – воздушный фильтр; 3 – редуктор давления; 4,5 – включатели; 6 – педаль управления тормозами; 7 – тормозной кран; 8 – тормозные камеры передних колес; 9 – электромагнитные клапана (в соответствии с числом колес.), 10 – инерционный датчик (в соответствии с числом колес), 11 – тормоз колеса; 12 – переключатели; 13 – пневмоаккумулятор; 14 – датчик давления в тормозной системе; 15,16 – тормозные камеры задних колес; 17 – ресивер; 18 – ускоритель

Воздух также через ускоритель 18 запитывает пневмоаккумулятор 13, через переключатели 12 подается к тормозам 11, колеса затормаживаются. При появлении блокировки колес (юз) на любом из колес срабатывает инерционный датчик 10 данного колеса, при этом замыкаются электрические контакты инерционного датчика 10, которые подают электрический сигнал на электромагнитный клапан 9. Электромагнитный клапан срабатывает, сжатый воздух стравливается из тормозной системы, давление в тормозе данного колеса уменьшается, юз прекращается, система ABS колеса возвращается в исходное рабочее состояние. В случае отказа основного тормозного контура давление воздуха, находящегося в пневмоаккумуляторе, через переключатели 11 поступает в тормоз колеса, колесо затормаживается.

Главным элементом системы ABS является датчик, (рис. б). Датчик инерционного типа, реагирующий на угловое замедление колеса ε_k , возникающее при появлении избыточного момента торможения (при появлении проскальзывания). Рассмотрим работу датчика.

Валик датчика 3 находится в зацеплении с зубчатым венцом, укрепленным на барабане колеса, и вращается с угловой скоростью $\omega_d = n_d \omega_k$, пропорциональной угловой скорости колеса ω_k , (n_d – передаточное число). Соответственно $\varepsilon_d = n_d \varepsilon_k$. На валике установлен маховик 12 с моментом инерции I_d , для проворачивания которого относительно валика необходимо преодолеть момент трения M_f величина которого определяется специально тарированной пружиной 11. Если инерционный момент маховика $M_d = I_d \varepsilon_d$, возникающий

при угловом замедлении вращения колеса, становится равным $M_d = M_1$, маховик проворачивается на валике вместе со втулкой 4, скосы которой выдвигают толкатель – лопатку 5, нажимающий на коромысло 6, подающее через контакт 9 сигнал электрическому клапану на растормаживание колеса, стравливание давления из тормоза. Момент M_{TOP} уменьшается, и под действием силы T_K^{MAX} , которая действует до тех пор, пока имеется проскальзывание, возникает угловое ускорение колеса, оно набирает угловую скорость, и возникший инерционный момент маховика обратного знака возвращает его в исходное положение.

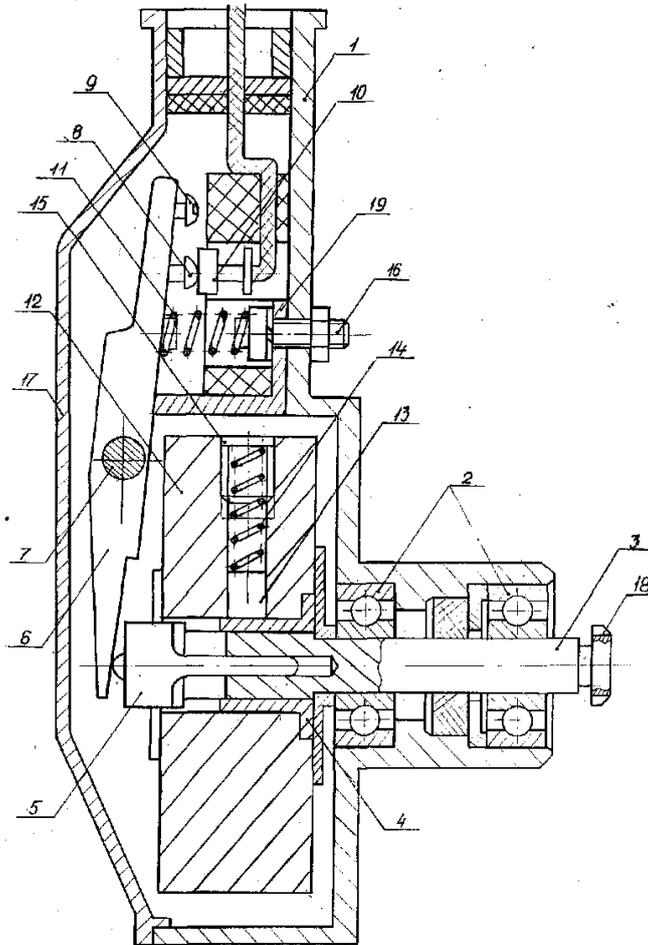


Рисунок 6 – Датчик антиблокировочной системы:

1 – корпус; 2 – шарикоподшипники; 3 – фасонный валик; 4 – фасонная втулка; 5 – толкатель – лопатка; 6 – коромысло; 7 – ось; 8,9 – винт; 10 – контакт выключателя; 11 – пружина; 12 – маховик; 13 – башмак; 14 – пружина; 15 – заглушка; 16 – винт; 17 – крышка; 18 – шестерня; 19 – кронштейн

Рассмотренный инерционный датчик торможения не гарантирует полного отсутствия проскальзывания и износа пневматической шины, которые могут особенно возрасти при торможении с давлением p_{TOP} , значительно большим p_{TOP}^{OPT} ($M_{TOP} \gg M_K^{MAX}$). Это объясняется в основном малой чувствительностью датчика и наличием инерционности системы растормаживания. Во время пробега возникает ряд угловых замедлений колеса, на которые инерционный датчик не должен реагировать: замедление $\varepsilon_V = \frac{dV}{dt} \frac{1}{R_{MAX}}$, возникающее за счет

уменьшения скорости движения транспортного средства V и замедление $\varepsilon_M = \frac{d\omega}{dM_{TOP}} \frac{dM_{TOP}}{dt}$,

возникающее за счет роста R_{MAX} при увеличении тормозного момента. Поэтому водитель делается реагирующим (включающим растормаживание) только на большие угловые замедле-

ния. При малых значениях избыточного тормозного момента, а, следовательно, и малых значениях ε_d датчик может не среагировать и растормаживания не произойдет.

Для предотвращения такого случая, в систему торможения, устанавливается параллельно с инерционным, обычный центробежный датчик, независимо включающий растормаживание колеса при уменьшении скорости вращения до определенной установленной величины. Он же может использоваться для предотвращения возможности начала торможения при скорости АТС, большей оговоренной.

Инерционность системы торможения (растормаживания) проявляется в том, что между моментом создания M_{TOP} и моментом начала раскрутки колеса ($\varepsilon_k > 0$) проходит некоторый период времени $\Delta t_{3АП}$. За это время под действием момента ΔM угловая скорость колеса ω_k уменьшается и возникает проскальзывание. Чем больше избыточный момент ΔM , тем больше потеря скорости ω_k и износ шины. Избыточный момент $\Delta M = 0,2 \dots 0,3 M_{TOP}^{MAX}$ способен за десятые доли секунды полностью остановить вращение колеса. Поэтому, несмотря на наличие автомата, недопустимо торможение колеса моментом M_{TOP} , значительно превосходящим величину M_k^{MAX} .

При правильном режиме торможения за время движения должны быть единичные срабатывания автомата торможения. Частое его срабатывание указывает водителю на то, что торможение производится с излишне большим давлением p_{TOP} и вызывает повышенный износ шин.

Повышенный износ будет также наблюдаться при наличии на дорожном участке обледенелых участков, на которых за счет резкого уменьшения M_k^{MAX} возникает большой момент ΔM и происходит резкое торможение колеса, которое выкатывается далее на чистую полосу с большой скоростью проскальзывания.

Указанные недостатки заставляют искать новые принципы построения автоматов торможения, в частности базирующихся на непосредственном замере и поддержании максимального значения T_k в каждый момент движения транспортного средства.

Датчик был изготовлен и прошел испытания на работоспособность. Основные технические данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические данные датчика

Напряжение питания, В	24 ±10%
Угловое замедление колеса на которое реагирует датчик, рад/с ²	450 ±50
Продолжительность электрического импульса при резкой остановке валика, с	0,55

Практическое применение АБС с тормозными устройствами позволяет улучшить характеристики устойчивости и управляемости АТС при торможении. Снизить тормозной путь, в сложных погодных условиях до 20%, при этом исключить занос и опрокидывание АТС при торможении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru/stat/> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 15.07.2016).
2. ГИБДД назвала самую популярную причину ДТП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://auto.mail.ru/article/56192-gibdd_nazvala_samuyu_populyarnuyu_prichinu_dtp/ – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 15.07.2016).
3. Ломакин, Д.О. Программно-целевые подходы к управлению качеством автосервисных услуг [Текст] / А.С. Бодров, Д.О. Ломакин // Мир транспорта и технологических машин. – Орел: ОрелГТУ. - 2009. -№2.
4. Сакович, Н.Е. Обеспечение безопасности транспортных работ в сельскохозяйственном производстве за счет снижения аварийности сельскохозяйственной транспортной техники [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук. – Москва, 2012. – 397 с.

5. Баранов, Ю.Н. Расчет вероятностных показателей безопасности дорожного движения методом моделей марковских процессов [Текст] / Ю.Н. Баранов, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, А.М. Никитин // Мир транспорта и технологических машин. – Орел: Госуниверситет-УНПК. - 2014. - № 4 (47). - С. 115-124.
6. Баранов, Ю.Н. Математическая модель построения алгоритма на основе структурного подхода при создании транспортных интеллектуальных систем [Текст] / Ю.Н. Баранов, Н.А. Загородних, А.П. Трясцин, А.С. Бодров // Мир транспорта и технологических машин. Орел: ПГУ. - № 3(50). - 2015. - С. 96-103.
7. Христофоров, Е.Н. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в АПК [Текст]: монография / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, В.С. Шкрабак. – Брянск.: БГСХА, 2008. – 282 с.
8. Христофоров, Е.Н. Системный анализ и моделирование проблем обеспечения безопасности транспортно – технологических процессов в агропромышленном производстве [Текст]: монография/ Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, А.М. Гринь, В.И. Самусенко, и др.; под общ. ред. Е.Н. Христофорова. – Брянск: ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ». – 509 с.
9. Христофоров, Е.Н. Обеспечение торможения сельскохозяйственных транспортных средств [Текст] / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, В.И. Самусенко // Техника в сельском хозяйстве. – №3. - 2007. – С. 14-16.
10. Пат. 2308384 Российская Федерация. Датчик антиблокировочной системы автомобиля [Текст] / Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. и др.; опубл. БИ № 29, 2007.
11. Пат. 78744 Российская Федерация. Антиблокировочная система автомобиля [Текст] / Самусенко В.И., Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. и др.; опубл. БИ № 34, 2008.
12. Новиков, А.Н. Применение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) для повышения эффективности функционирования городского общественного транспорта [Текст] / А.Н. Новиков, А.Л. Севостьянов, А.А. Катунин, А.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин. – Орел: ОрелГТУ. - 2013. - № 1 (40). - С. 85-90.
13. Новиков, А.Н. Модернизация улично-дорожной сети города орла (на примере Наугорского шоссе) [Текст] / А.Н. Новиков, Ю.Н. Баранов, А.А. Катунин, Д.Д. Матназаров // Мир транспорта и технологических машин. – Орел: ПГУ. - 2014. - № 2 (45). - С. 86-96.
14. Новиков, А.Н. Совершенствование дорожной сети для повышения их пропускной способности с использованием средств транспортной телематики [Текст] / А.Н. Новиков, В.А. Голенков, Ю.Н. Баранов, А.А. Катунин, А.С. Бодров // Тула: Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2014. - № 6. - С. 128-139.
15. Новиков, А.Н. Сравнение систем определения местоположения и их применение в интеллектуальных транспортных системах [Текст] / А.Н. Новиков, А.А. Катунин, А.В. Кулев, М.В. Пешехонов // Мир транспорта и технологических машин. – Орел: ОрелГТУ. - 2013. - № 2 (41). - С. 109-113.
16. Новиков, А.Н. Управление перевозками грузов автомобильным транспортом в современных условиях [Текст]: материалы международной научно-практической конференции / А.Н. Новиков, А.А. Катунин, А.Н. Семкин; под общей редакцией А.Н. Новикова // Информационные технологии и инновации на транспорте. - 2015. - С. 247-252.
17. Голенков, В.А. Оптимизация организации движения на основе имитационного моделирования [Текст] / В.А. Голенков, А.Н. Новиков, А.А. Катунин, Ю.Н. Баранов, Д.Д. Матназаров // Наука и техника в дорожной отрасли. - 2015. - № 3 (73). - С. 5-7.
18. Кондратов, С.В. Повышение безопасности перевозок опасных грузов при помощи выбора оптимального маршрута [Текст] / С.В. Кондратов, А.Н. Новиков // Современные материалы, техника и технологии. - 2015. - № 3 (3). - С. 128-132.
19. Новиков, А.Н. Применение компьютерного моделирования при решении проблем акустической экологии городской среды (на примере г. Орла) [Текст]: доклады международной научно-технической конференции / А.Н. Новиков, О.А. Ивашук, В.В. Васильева // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин. - 2006. - С. 148-152.
20. Жанказиев, С.В. Научные подходы к формированию концепции построения интеллектуальных транспортных систем в России [Текст] / С.В. Жанказиев // Вестник ГЛОНАСС. - 2012. - № 1. - С. 29.

Христофоров Евгений Николаевич

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Адрес: 243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а
Д-р техн. наук, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности»
E-mail: en-x@bk.ru

Сакович Наталия Евгениевна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Адрес: 243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а
Д-р техн. наук, доцент кафедры «Информатика и прикладная математика»
E-mail: nasa2610@mail.ru

Баранов Юрий Николаевич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.Тургенева»

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д.77

Д-р техн. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

E-mail: bar20062@yandex.ru

Гринь Александр Михайлович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Адрес: 243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а

Канд. эконом. наук, доцент, заведующий кафедрой «Технические системы в агробизнесе, природообустройство и дорожном строительстве»

E-mail: nasa2610@mail.ru

Бодров Андрей Сергеевич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.Тургенева»

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д.77

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

E-mail: bodrov57@gmail.com

E.N. HRISTOFOROV, N.E. SAKOVICH, YU.N. BARANOV, A.M. GRIN', A.S. BODROV

THE STUDY OF SYSTEMS OF INCREASING BRAKE DYNAMIC MOTOR VEHICLES

The article considers the issues of reducing accidents on the roads of the Russian Federation related to poor braking qualities of motor vehicles that do not meet modern safety requirements of traffic.

Keywords: *vehicle, brake dynamics, brake torque, deceleration, brake, anti-lock braking system, automatic sensor anti-lock braking system.*

BIBLIOGRAPHY

1. Svedeniya o pokazatelyakh sostoyaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.gibdd.ru/stat/> - Zaglavie s ekrana. - (Data obrashcheniya: 15.07.2016).
2. GIBDD nazvala samuyu populyarnuyu prichinu DTP [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <https://auto.mail.ru/article/56192-gibdd-nazvala-samuyu-populyarnuyu-prichinu-dtp/> - Zaglavie s ekrana. - (Data obrashcheniya: 15.07.2016).
3. Lomakin, D.O. Programmno-tselevye podkhody k upravleniyu kachestvom avtoservisnykh uslug [Tekst] / A.S. Bodrov, D.O. Lomakin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin . - Orel: OrelGTU. - 2009. - №2.
4. Sakovich, N.E. Obespechenie bezopasnosti transportnykh rabot v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve za schet snizheniya avariynosti sel'skokhozyaystvennoy transportnoy tekhniki [Tekst]: dis. ... d-ra tekhn. nauk. - Moskva, 2012. - 397 s.
5. Baranov, YU.N. Raschet veroyatnostnykh pokazateley bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya metodom modeley markovskikh protsessov [Tekst] / YU.N. Baranov, E.N. Hristoforov, N.E. Sakovich, A.M. Nikitin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel: Gosuniversitet-UNPK. - 2014. - № 4 (47). - S. 115-124.
6. Baranov, YU.N. Matematicheskaya model' postroyeniya algoritma na osnove strukturnogo podkhoda pri sozdanii transportnykh intellektual'nykh sistem [Tekst] / YU.N. Baranov, N.A. Zagorodnikh, A.P. Tryastsin, A.S. Bodrov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. Orel: PGU. - № 3(50). - 2015. - S. 96-103.
7. Hristoforov, E.N. Teoriya i praktika obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v APK [Tekst]: monografiya / E.N. Hristoforov, N.E. Sakovich, V.S. SHkrabak. - Bryansk.: BGSMA, 2008. - 282 s.
8. Hristoforov, E.N. Sistemnyy analiz i modelirovanie problem obespecheniya bezopasnosti transportno-tekhnologicheskikh protsessov v agropromyshlennom proizvodstve [Tekst]: monografiyam/ E.N. Hristoforov, N.E. Sakovich, A.M. Grin', V.I. Samusenko, i dr.; pod obshch. red. E.N. Hristoforova. - Bryansk: FGBOU VO «Bryanskiy GAU». - 509 s.
9. Hristoforov, E.N. Obespechenie tormozheniya sel'skokhozyaystvennykh transportnykh sredstv [Tekst] / E.N. Hristoforov, N.E. Sakovich, V.I. Samusenko // Tekhnika v sel'skom khozyaystve. - №3. - 2007. - S. 14-16.
10. Pat. 2308384 Rossiyskaya Federatsiya. Datchik antiblokirovnochnoy sistemy avtomobilya [Tekst] / Hristoforov E.N., Sakovich N.E. i dr.; opubl. BI № 29, 2007.
11. Pat. 78744 Rossiyskaya Federatsiya. Antiblokirovnochnaya sistema avtomobilya [Tekst] / Samusenko V.I., Hristoforov E.N., Sakovich N.E. i dr.; opubl. BI № 34, 2008.

12. Novikov, A.N. Primenenie intellektual`nykh transportnykh sistem (ITS) dlya povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya gorodskogo obshchestvennogo transporta [Tekst] / A.N. Novikov, A.L. Sevost`yanov, A.A. Katunin, A.V. Kulev // *Мир транспорта и технологических машин*. - Orel: OrelGTU. - 2013. - № 1 (40). - S. 85-90.
13. Novikov, A.N. Modernizatsiya ulichno-dorozhnoy seti goroda orla (na primere Naugorskogo shos-se) [Tekst] / A.N. Novikov, YU.N. Baranov, A.A. Katunin, D.D. Matnazarov // *Мир транспорта и технологических машин*. - Orel: PGU. - 2014. - № 2 (45). - S. 86-96.
14. Novikov, A.N. Sovershenstvovanie dorozhnoy seti dlya povysheniya ikh propusknoy sposobnosti s ispol`zovaniem sredstv transportnoy telematiki [Tekst] / A.N. Novikov, V.A. Golenkov, YU.N. Baranov, A.A. Katunin, A.S. Bodrov // *Tula: Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*. - 2014. - № 6. - S. 128-139.
15. Novikov, A.N. Sravnenie sistem opredeleniya mestopolozheniya i ikh primeneniye v intellektual`nykh transportnykh sistemakh [Tekst] / A.N. Novikov, A.A. Katunin, A.V. Kulev, M.V. Peshekhonov // *Мир транспорта и технологических машин*. - Orel: OrelGTU. - 2013. - № 2 (41). - S. 109-113.
16. Novikov, A.N. Upravleniye perevozkami gruzov avtomobil`nym transportom v sovremennykh uslo-viyakh [Tekst]: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / A.N. Novikov, A.A. Katunin, A.N. Semkin; pod obshchey redaktsiyei A.N. Novikova // *Informatsionnye tekhnologii i innovatsii na transporte*. - 2015. - S. 247-252.
17. Golenkov, V.A. Optimizatsiya organizatsii dvizheniya na osnove imitatsionnogo modelirovaniya [Tekst] / V.A. Golenkov, A.N. Novikov, A.A. Katunin, YU.N. Baranov, D.D. Matnazarov // *Nauka i tekhnika v do-rozhnoy ot-rasli*. - 2015. - № 3 (73). - S. 5-7.
18. Kondratov, S.V. Povysheniye bezopasnosti perevozek opasnykh gruzov pri pomoshchi vybora optimal'nogo marshruta [Tekst] / S.V. Kondratov, A.N. Novikov // *Sovremennyye materialy, tekhnika i tekhnologii*. - 2015. - № 3 (3). - S. 128-132.
19. Novikov, A.N. Primeneniye komp`yuternogo modelirovaniya pri reshenii problem akusticheskoy ekologii gorodskoy sredy (na primere g. Orla) [Tekst]: doklady mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konfe-rentsii / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk, V.V. Vasil`eva // *Problemy ekspluatatsii i obsluzhivaniya transportno-tekhnologicheskikh mashin*. - 2006. - S. 148-152.
20. ZHankaziev, S.V. Nauchnye podkhody k formirovaniyu kontseptsii postroeniya intellektual`nykh transportnykh sistem v Rossii [Tekst] / S.V. ZHankaziev // *Vestnik GLONASS*. - 2012. - № 1. - S. 29.

Khristophorov Evgeny Nikolaevich

FGBOU VO «Bryansk State Agricultural University»
Address: 243365, Bryansk, Vygonichsky district, with.. Kokino, ul. Soviet 2a
Dr. Sc. Sciences, Professor of the Department «Life Safety»
E-mail: en-x@bk.ru

Natalya Sakovich Evgenievna

FGBOU VO «Bryansk State Agricultural University»
Address: 243365, Bryansk, Vygonichsky district, with.. Kokino, ul. Soviet 2a
Dr. Sc. Sciences, associate professor of «Informatics and Applied Mathematics»
E-mail: nasa2610@mail.ru

Baranov Yuri Nikolaevich

FGBOU VO «OSU named Ivan Turgenev»
Address: 302030, Russia, Orel, st. Moscow, d.77
Dr. Sc. Sciences, Associate Professor of «Service and repair of vehicles»
E-mail: bar20062@yandex.ru

Grin' Alexander Mihailovich

FGBOU VO «Bryansk State Agricultural University»
Address: 243365, Bryansk, Vygonichsky district, with.. Kokino, ul. Soviet 2a
Kand. Economy. , Associate Professor, Head of the Department «Technical systems in agribusiness, prirodoobu-disorders and road construction»
E-mail: nasa2610@mail.ru

Bodrov Andrey Sergeevich

FGBOU VO «OSU named Ivan Turgenev»
Address: 302030, Russia, Orel, st. Moscow, d.77
Kand. tehn. Sciences, Associate Professor of «Service and repair of vehicles»
E-mail: bodrov57@gmail.com

дения) утром с 8.00-12.00, днем с 12.00-16.00 и вечером с 16.00-20.00. Затем рассчитывается приведенная интенсивность на данном пересечении, которая осуществляется по формуле (2):

$$G_k = \sum_{i=1}^n G_i \cdot K_{npi}, \text{ авт./ч,} \quad (1)$$

где G_i - интенсивность движения АТС i -го типа, авт./ч;

K_{npi} - коэффициенты приведения для i -й группы автомобилей;

n - число исследуемых типов автомобилей.

Вторым этапом - является расчет массы выбросов загрязняющих веществ (всего было рассмотрено 5 веществ): CO, CH, NO, SO, сажа в зоне регулируемого перекрестка по формуле (2):

$$M_{\Pi i} = \frac{P}{60} \cdot \sum_{n=1}^{N_{Ц}} \sum_{k=1}^{N_{гр}} (M'_{\Pi i, k} \cdot G_{k, n}), \text{ Г,} \quad (2)$$

где P - продолжительность действия запрещающего сигнала светофора, включая желтый цвет, мин;

$N_{Ц}$ - количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20-минутный период времени;

$N_{гр}$ - количество групп автомобилей;

$M'_{\Pi i, k}$ - удельный выброс i -го загрязняющего вещества автомобилями, г/мин, k -ой группы, находящихся в «очереди» у запрещающего сигнала светофора;

$G_{k, n}$ - количество автомобилей k группы, находящихся в «очереди» в зоне перекрестка в конце n - го цикла запрещающего сигнала светофора.

Полученные значения заносятся в таблице 1.

Таблица 1 - Масса выбросов загрязняющих веществ

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
X	33,7	34,2	34,3	33,2	32,9	32,5	32,3	30,2	32,4	33,4	32,8	31,5	31,7	33,8	33,9	34,7	35,2	34,5	33,4	32,7	32,3

Третий этап исследования - определение кривой нормального распределения [1].

1. По выборке объема $n = 21$ (табл.1) определяются числовые характеристики случайной величины (где X - суммарная масса выбросов пяти видов загрязняющих веществ).

Сначала определяется количество интервалов

$$k = 1 + 3,2 \cdot \lg(n) . \quad (3)$$

Поскольку эта величина может быть только целым значением, она округляется до ближайшего целого значения.

Далее определяется длина интервала

$$h = (x_{\max} - x_{\min}) / k. \quad (4)$$

По исходным данным и результатам расчетов заполняется таблица 2.

Таблица 2 - Результаты расчетов по выборке объема

Максимальное значение	35,2
Минимальное значение	30,2
Количество значений	21
Количество интервалов, k	5
Длина интервала, h	1

После этого вычисляются границы классов:

для 1-го - $x_{\min} \dots x_{\min} + h$;

для 2-го - $x_{\min} + h \dots x_{\min} + 2 \cdot h$;

...

для n -го - $x_{\min} + h(n-1) \dots x_{\min} + n \cdot h$.

Для первого класса нижняя граница будет равна минимальному значению случайной величины - 30,2, а верхняя будет $30,2 + 1 = 31,2$. Для следующего класса нижняя граница будет равна 31,2, а верхняя $31,2 + 1 = 32,2$. Аналогично рассчитываются границы остальных классов $x_i = (x_{i-1} + x_i) / 2$, $i = 1, 2, \dots, k$, то есть для первого класса середина будет равна $(30,2 + 31,2) / 2 = 30,7$. Результаты данных вычислений заносятся в таблицу 3.

Таблица 3 - Результаты расчетов классов

№ класса	Границы класса	Середина класса (x_i)	Частоты (n_i)	$x_i \cdot n_i$	$x_i^2 \cdot n_i$
1	30,2-31,2	30,7	1	30,7	942,49
2	31,2-32,2	31,7	2	63,4	2009,78
3	32,2-33,2	32,7	7	228,9	7485,03
4	33,2-34,2	33,7	6	202,2	6814,14
5	34,2-35,2	34,7	5	173,5	6020,45
		Сумма	21	698,7	23271,9

Основные числовые характеристики:

2. Выборочная средняя

$$\bar{x}_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \cdot n_i ; (\bar{x}_e \approx M(X)). \quad (5)$$

3. Выборочная дисперсия

$$D_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot n_i - (\bar{x}_e)^2. \quad (6)$$

4. Выборочное среднее квадратичное отклонение

$$\sigma_e = \sqrt{D_e}. \quad (7)$$

5. Исправленное выборочное среднее квадратичное отклонение

$$S = \sqrt{\frac{n}{n-1} \cdot D_e} ; (S \approx \sigma(X)). \quad (8)$$

6. Коэффициент вариации

$$V = \frac{\sigma_e}{\bar{x}_e} \cdot 100 \% . \quad (9)$$

7. По эмпирическим данным строится кривая нормального распределения.

Так как есть основания предположить, что случайная величина X , характеризующая выбросы загрязняющих веществ, распределена нормально, то выравнивающие частоты находятся по формуле:

$$n' = \frac{n \cdot h}{S} \cdot \phi(t_i), \quad (10)$$

где $t_i = \frac{x_i - \bar{x}_e}{S}$ (x_i - середина i -го частичного интервала);

$\phi(t_i)$ - значение функции, которые находятся по таблице [1].

Результаты статистических расчетов сведены в таблицы 4 и 5.

Таблица 4 - Результаты расчетов числовых характеристик

\bar{x}_e	D_e	σ_e	S	$V, \%$	n'
33,27	1,1972	1,09	1,12	3,2	19,75

Таблица 5 - Результаты расчетов выравнивающих частот

№ класса	x_i	n_i	$x_i \cdot \bar{x}_e$	$t_i = \frac{x_i - \bar{x}_e}{s}$	$\varphi(t_i)$	$n' = \frac{n \cdot h}{s} \cdot \varphi(t_i)$
1	10,601	1	-2,629	-2,32	0,027	1
2	11,623	2	1,607	-1,42	0,1456	3
3	12,645	7	0,585	-0,52	0,3485	7
4	13,667	6	0,437	0,39	0,3698	7
5	14,689	5	1,459	1,29	0,1736	3
		21				

Второй и последний столбцы таблицы 5 дают координаты точек (x_i, n_i) , по которым строится кривая нормального распределения случайной величины, показанная на рисунке 2.



Рисунок 2 - График кривых нормального распределения

На рисунке 2 построены нормальная (теоретическая) кривая по выравнивающим частотам (x_i, n_i) и полигон наблюдаемых частот (эмпирическая) (x_i, n_i) . Сравнение графиков наглядно показывает, что построенная теоретическая кривая удовлетворительно отражает данные наблюдения [1].

Четвертым этапом исследования является проверка гипотезы о законе распределения по Пирсону.

Алгоритм проверки гипотезы о предполагаемом законе распределения реализуется следующим образом:

- 1) выбирается закон распределения случайной величины;
- 2) вычисляется выравнивание частоты n' ;
- 3) находится наблюдаемое значение критерия $\chi^2_{набл}$;

$$\chi^2_{набл} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}; \tag{11}$$

- 4) определяется число степеней свободы

$$m = k - 1 - r, \tag{12}$$

где k - число частичных интервалов выборки;

r - число параметров предполагаемого распределения.

Для нормального закона число степеней свободы

$$m = k - 3 \tag{13}$$

Результаты вычислений заносятся в таблице 6.

Таблица 6 - Результаты расчетов частичных интервалов выборки k и наблюдаемого значения $\chi^2_{набл}$

k	$\chi^2_{набл}$
1	0
2	0,333
3	0
4	0,14286
5	1,333
$\chi^2_{набл} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$	1,81

Далее находится критическая величина

$$\chi^2_{кр} = \chi^2(\alpha; m), \quad (14)$$

где α - заданный уровень значимости (табличная величина).

Получается $\chi^2_{кр} = \chi^2(0,05; 2) = 6$.

Если $\chi^2_{набл} < \chi^2_{кр}$, то закон теоретического распределения не противоречит опытным данным, и нет оснований отвергать гипотезу о выбранном законе распределения.

В данном случае $6 > 1,81$, поэтому нет оснований отвергать гипотезу о нормальном законе распределения.

Анализируя полученные значения можно сделать вывод о достоверности экспериментальных данных, поскольку:

1. Коэффициент вариации $V = 3,2\%$, а экспериментальные данные считаются достоверными, если коэффициент вариации не превышает 10%.

2. На рисунке 2 построена нормальная (теоретическая) кривая по выравнивающим частотам и полигон наблюдаемых частот. Сравнение графиков показывает, что построенная теоретическая кривая удовлетворительно отражает данные наблюдений.

Близость теоретических и эмпирических частот свидетельствует в пользу предположения о нормальном законе распределения распространения массы выбросов загрязняющих веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сапронов, И.В. Прикладная математика: лабораторный практикум [Текст] / И.В. Сапронов, С.С. Веневитина, Е.О.Уточкина // Воронеж: ВГЛТУ. - В 2 ч. - Ч. 1. - 2015. - 107 с.
2. Кораблев, Р.А. Экологические проблемы автомобильного транспорта [Текст]: метод. указания к выполнению лаб. и практ. работ по направлению подготовки бакалавра 190700.62 - Технология транспортных процессов / Р.А. Кораблев, В.А. Зеликов, А.Ю. Артемов, Н.И. Бойко, Ю.И. Трофимов // Воронеж: ВГЛТА. - 2013.
3. Волков, В.С. Влияние автомобильного транспорта на состояние городской окружающей среды [Текст]: сб. науч. трудов по материалам Международной науч.-практ. конф. / В.С. Волков, Е.В. Тарасова; под общ. ред. А. И. Новикова // Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования. - Воронеж: ВГЛТА. - В 2 т. - Т. 1. - 2014. - С. 45-49.
4. Волков, В.С. Уровень развития и перспективы использования альтернативных источников энергии на автомобильном транспорте [Текст]: сб. науч. трудов по материалам Международной науч.-практ. конф. / В.С. Волков, Е.В. Тарасова; под общ. ред. А. И. Новикова // Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования. - Воронеж: ВГЛТА. - В 2 т. - Т. 1. - 2014. - С. 50-53.
5. Оруджов, Э.С. К вопросу использования биогаза в автомобильных энергетических установках [Текст]: сб. науч. трудов по материалам Международной науч.-практ. конф. / Э.С. Оруджов, А.И. Новиков, В.С. Волков, М.А. Сериков; под общ. ред. А. И. Новикова // Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования. - Воронеж: ВГЛТА. - 2014. - В 2 т. - Т. 1. - С. 104-107.
6. Волков, В.С. Использование альтернативных топлив на автомобильном транспорте [Текст]: сб. науч. трудов по Материалам X международной заочной научно-технической конференции / В.С. Волков, А.А. Тюрина; под общ. ред. Э.Р. Домке // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: эксплуатация и развитие автомобильного транспорта. - Пенза: ПГУАС. - В 2 т. - Т. 2. - 2013. - С. 38-42.
7. Тарасова, Е. В. Расчет суммарного выброса загрязняющих веществ в зависимости от удаленности от дороги [Текст] / Е. В. Тарасова, В. С. Волков; отв. ред. канд. техн. наук А.И. Новиков. // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. - Воронеж: ВГЛТА. - 2014. - Вып. 1. - С. 291-293.

8. Волков, В.С. Расчёт токсичных компонентов отработавших газов двигателей внутреннего сгорания [Текст]: материалы международной заочной научно-практической конференции / В.С. Волков, В.П. Харин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Автомобильный транспорт сегодня: проблемы и перспективы. - Воронеж: ВГЛТУ. - С.171-176.
9. Волков, В.С. О снижении токсичности отработавших газов автомобильного транспорта [Текст]: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции / В.С. Волков, А.И. Новиков, М.В. Колупаев, В.А. Чалик // Актуальные научные вопросы и современные образовательные технологии. - Тамбов: ТРОО «Бизнес-Наука-Общество». - 2013. - В 7 ч. - Ч. 7. - С. 34-36.
10. Волков, В.С. Проблемы гибридных автомобилей в условиях Российских дорог [Текст] / В.С. Волков, Г.М. Филатов // Моделирование систем и процессов. - 2012. - № 2. - С. 34-36.
11. Волков, В.С. Анализ результатов исследования биодизельного топлива [Текст]: материалы 13-ой научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии» / В.С. Волков, И.Г. Павлов, Я.Ю. Таможников // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. - Воронеж: ВГАСУ. - 2010. - С. 190-194.
12. Волков, В.С. Мониторинг городской окружающей среды с учётом деятельности автомобильного транспорта [Электронный ресурс] / В.С. Волков, Е.В. Тарасова // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12341>.
13. Павлова, Е.И. Экология транспорта [Текст]: учебник для бакалавров / Е.И. Павлова. - М.: Юрайт, 2016. - 479 с.
14. Корчагин, В.А. Экологическая безопасность социоприродоэкономических транспортных систем в свете целостности [Текст] / В.А. Корчагин, Л.П. Станкевич, А.А. Турсунов, Ю.Н. Ризаева // Душанбе: Вестник ТТУ. - 2013. - № 2. - С. 155-160.
15. Корчагин, В.А. Современная экология [Текст]: учебное пособие / В.А. Корчагин. - Липецк: ЛГТУ. - Ч. 1, 2011. - 160 с.
16. Корчагин, В.А. Экономическая новая экономика [Текст]: монография / В.А. Корчагин. - Липецк: ЛГТУ, 2006. - 200 с.
17. Брума, Е.В. К расчёту параметра биосферной совместимости урбанизированной территории [Текст] / С.Г. Емельянов, Е.В. Брума // Биосферная совместимость: человек, регионы, технологии. - 2013. - № 3. - С. 3-11.
18. Волков, В.С. Методика оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта по концентрации СО [Текст]: сборник научных трудов / В.С. Волков, Е.В. Тарасова // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. - Воронеж: ВГЛТУ. - Том 2. - Выпуск № 1. - 2015. - С. 170-173.
19. Юдина, Н.Ю. Статистическое исследование выбросов загрязняющих веществ автотранспортом [Текст]: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции «Молодежный форум: технические и математические науки» / Н.Ю. Юдина, С.С. Веневитина, Р.А. Кораблев, Е.В. Тарасова, Н.В. Хальзев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. - Воронеж: ВГЛТУ. - 2015. - Том 3. - Выпуск № 7. - Ч. 3 (18-3). - С. 435-438.
20. Тарасова, Е.В. Методика определения концентрации загрязняющих веществ движущимся автотранспортным потоком и её реализация на примере г. Воронежа [Текст]: сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы эксплуатации автомобильного транспорта и пути их решения на основе современных информационно-коммуникационных технологий» / Е.В. Тарасова, Р.А. Кораблев, П.В. Мещеряков, Н.В. Хальзев / Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. - 2015. - Воронеж: ВГЛТУ. - Том 3. - Выпуск № 5. - Ч. 3. - С. 250-254.
21. Тарасова, Е.В. Расчет параметров организации дорожного движения на перекрестке [Текст]: материалы международной заочной научно-практической конференции «Автомобильный транспорт сегодня: проблемы и перспективы» / Е.В. Тарасова, С.В. Дорохин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. - 2015. - Воронеж: ВГЛТУ. - Том 3. - Выпуск №4. - Ч. 1. - С. 299-302.
22. Ивашук, О.А. Мониторинговый анализ воздействия автотранспорта на окружающую среду региона (на примере г. Орла) [Текст] / О.А. Ивашук, Л.Ф. Ставчикова, В.В. Васильева // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2006. - № 4. - С. 29-32.
23. Новиков, А.Н. Управление воздействием потоков автотранспорта на качество акустической среды города на основе информационных технологий [Текст] / А.Н. Новиков, О.А. Ивашук, В.В. Васильева // Известия Орловского государственного технического университета. - Серия: Строительство и транспорт. - 2007. - № 4-16. - С. 226-232.
24. Новиков, А.Н. Оценка акустической эффективности шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах города [Текст] / А.Н. Новиков, В.В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. - Орел: ПГУ. - 2016. - № 1 (52). - С. 124-131.
25. Васильева, В.В. Анализ техногенного воздействия автотранспорта на акустическую среду города [Текст] / В.В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. - Орел: ОрелГТУ. - 2010. - № 4 (31). - С. 93-98.

Волков Владимир Сергеевич

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Адрес: 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Автомобили и сервис»

E-mail: auto@vglta.vrn.ru

Веневитина Светлана Семёновна

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Адрес: 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

Канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Математика»

E-mail: vglta311@mail.ru

Тарасова Елена Вячеславовна

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Адрес: 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

Студент-магистр первого курса заочного факультета

E-mail: akwamarins@mail.ru

V.S. VOLKOV, S.S. VENEVITINA, E.V. TARASOVA

CALCULATION OF THE MASS EMISSIONS BY ROAD IN THE ZONE CONTROLLED JUNCTIONS

The mathematical model of the spread of pollutants mass emissions of substances by road of various groups in the area controlled intersection. A payment method that allows you to determine the amount of emissions in the zone controlled intersection, and the distribution of emissions themselves at the intersection. The calculation takes into account the intensity of movement of motor transport on the intersecting direction. Determined mass fractions of emissions of pollutants components in the zone controlled junction. The comparison of the calculation results with the experimental data.

Keywords : road transport , pollutants , mathematical model , the intensity of the movement.

BIBLIOGRAPHY

1. Sapronov, I.V. Prikladnaya matematika: laboratornyy praktikum [Tekst] / I.V. Sapronov, S.S. Venevitina, E.O.Utochkina // Voronezh: VGLTU. - V 2 ch. - CH. 1. - 2015. - 107 s.
2. Korablev, R.A. Ekologicheskie problemy avtomobil'nogo transporta [Tekst]: metod. ukazaniya k vypolneniyu lab. i prakt. rabot po napravleniyu podgotovki bakalavra 190700.62 - Tekhnologiya transportnykh protsessov / R.A. Korablev, V.A. Zelikov, A.YU. Artemov, N.I. Boyko, YU.I. Trofimov // Voronezh: VGLTA. - 2013.
3. Volkov, V.S. Vliyaniye avtomobil'nogo transporta na sostoyaniye gorodskoy okruzhayushchey sredy [Tekst]: sb. nauch. trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf. / V.S. Volkov, E.V. Tarasova; pod obshch. red. A. I. Novikova // Al'ternativnye istochniki energii na avtomobil'nom transporte: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya. - Voronezh: VGLTA. - V 2 t. - T. 1. - 2014. - S. 45-49.
4. Volkov, V.S. Uroven' razvitiya i perspektivy ispol'zovaniya al'ternativnykh istochnikov energii na avtomobil'nom transporte [Tekst]: sb. nauch. trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf. / V.S. Volkov, E.V. Tarasova; pod obshch. red. A. I. Novikova // Al'ternativnye istochniki energii na avtomobil'nom transporte: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya. - Voronezh: VGLTA. - V 2 t. - T. 1. - 2014. - S. 50-53.
5. Orudzhov, E.S. K voprosu ispol'zovaniya biogaza v avtomobil'nykh energeticheskikh ustanovkakh [Tekst]: sb. nauch. trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf. / E.S. Orudzhov, A.I. Novikov, V.S. Volkov, M.A. Serikov; pod obshch. red. A. I. Novikova // Al'ternativnye istochniki energii na avtomobil'nom transporte: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya. - Voronezh: VGLTA. - 2014. - V 2 t. - T. 1. - S. 104-107.
6. Volkov, V.S. Ispol'zovanie al'ternativnykh topliv na avtomobil'nom transporte [Tekst]: sb. nauch. trudov po Materialam H mezhdunarodnoy zaочноy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / V.S. Volkov, A.A. Tyuri-na; pod obshch. red. E.R. Domke // Problemy avtomobil'no-dorozhnogo kompleksa Rossii: ekspluatatsiya i razvi-tie avtomobil'nogo transporta. - Penza: PGUAS. - V 2 t. - T. 2. - 2013. - S. 38-42.
7. Tarasova, E. V. Raschet summarnogo vybrosa zagryaznyayushchikh veshchestv v zavisimosti ot udalennosti ot dorogi [Tekst] / E. V. Tarasova, V. S. Volkov; otv. red. kand. tekhn. nauk A.I. Novikov. // Al'ternativnye istochniki energii v transportno-tekhnologicheskoy komplekse: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya. - Voronezh: VGLTA. - 2014. - Vyp. 1. - S. 291-293.
8. Volkov, V.S. Raschiot toksichnykh komponentov otrabotavshikh gazov dvigateley vnutrennego sgoraniya [Tekst]: materialy mezhdunarodnoy zaочноy nauchno-prakticheskoy konferentsii / V.S. Volkov, V.P. Harin // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. Avtomobil'nyy transport se-godnya: problemy i perspektivy. - Voronezh: VGLTU. - S.171-176.
9. Volkov, V.S. O snizhenii toksichnosti otrabotashikh gazov avtomobil'nogo transporta [Tekst]: sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / V.S. Volkov, A.I. Novikov, M.V. Kolupaev, V.A. Chalik // Aktual'nye nauchnye voprosy i sovremennye obrazovatel'nye tekhnologii. - Tambov: TROO «Biznes-Nauka-Obshchestvo». - 2013. - V 7 ch. - CH. 7. - S. 34-36.
10. Volkov, V.S. Problemy gibridnykh avtomobiley v usloviyakh Rossiyskikh dorog [Tekst] / V.S. Volkov, G.M. Filatov // Modelirovanie sistem i protsessov. - 2012. - № 2. - S. 34-36.

11. Volkov, V.S. Analiz rezul'tatov issledovaniya biodizel'nogo topliva [Tekst]: materialy 13-oy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Vysokie tekhnologii v ekologii» / V.S. Volkov, I.G. Pavlov, YA.YU. Ta-mozhnikov // Nauchnyy vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. - Voronezh: VGASU. - 2010. - S. 190-194.
12. Volkov, V.S. Monitoring gorodskoy okruzhayushchey sredy s uchiyom deyatel'nosti avtomobil'nogo transporta [Elektronnyy resurs] / V.S. Volkov, E.V. Tarasova // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. - 2014. - № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12341>.
13. Pavlova, E.I. Ekologiya transporta [Tekst]: uchebnik dlya bakalavrov / E.I. Pavlova. - M.: YUrayt, 2016. - 479 s.
14. Korchagin, V.A. Ekologicheskaya bezopasnost' sotsioprirodooekonomicheskikh transportnykh sistem v svete tselostnosti [Tekst] / V.A. Korchagin, L.P. Stankevich, A.A. Tursunov, YU.N. Rizaeva // Dushanbe: Vestnik TTU. - 2013. - № 2. - S. 155-160.
15. Korchagin, V.A. Sovremennaya ekologiya [Tekst]: uchebnoe posobie / V.A. Korchagin. - Lipetsk: LGTU. - CH. 1, 2011. - 160 s.
16. Korchagin, V.A. Ekonravstvennaya novaya ekonomika [Tekst]: monografiya / V.A. Korchagin. - Lipetsk: LGTU, 2006. - 200 s.
17. Bruma, E.V. K raschiotu parametra biosfernoy sovmestimosti urbanizirovannoy territorii [Tekst] / S.G. Emel'yanov, E.V. Bruma // Biosfer'naya sovmestimost': chelovek, regiony, tekhnologii. - 2013. - № 3. - S. 3-11.
18. Volkov, V.S. Metodika otsenki urovnya zagryazneniya atmosfernogo vozdukhа otrabotannymi gazami avtotransporta po kontsentratsii SO [Tekst]: sbornik nauchnykh trudov / V.S. Volkov, E.V. Tarasova // Al'ter-nativnye istochniki energii v transportno-tekhnologicheskoy kompleksе: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya. - Voronezh: VGLTU. - Tom. 2. - Vypusk № 1. - 2015. - S. 170-173.
19. YUdina, N.YU. Statisticheskoe issledovanie vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv avtotransportom [Tekst]: sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Molodezhnyy forum: tekhnicheskije i matematicheskie nauki» / N.YU. YUdina, S.S. Venevitina, R.A. Korablev, E.V. Tarasova, N.V. Hal'zev // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. - Voronezh: VGLTU. - 2015. - Tom 3. - Vypusk № 7. - CH. 3 (18-3). - S. 435-438.
20. Tarasova, E.V. Metodika opredeleniya kontsentratsii zagryaznyayushchikh veshchestv dvizhushchimysya avto-transportnym potokom i eio realizatsiya na primere g. Voronezha [Tekst]: sbornik nauchnykh trudov po materialam Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Problemy ekspluatatsii avtomobil'nogo transporta i puti ikh resheniya na osnove sovremennykh informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologiy» / E.V. Tarasova, R.A. Korablev, P.V. Meshcheryakov, N.V. Hal'zev // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. - 2015. - Voronezh: VGLTU. - Tom 3. - Vypusk № 5. - CH. 3. - S. 250-254.
21. Tarasova, E.V. Raschet parametrov organizatsii dorozhnogo dvizheniya na perekrestke [Tekst]: materialy mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Avtomobil'nyy transport segodnya: problemy i perspektivy» / E.V. Tarasova, S.V. Dorokhin // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. - 2015. - Voronezh: VGLTU. - Tom 3. - Vypusk №4. - CH. - 1. - S. 299-302.
22. Ivashchuk, O.A. Monitoringovyy analiz vozdeystviya avtotransporta na okruzhayushchuyu sredyu regiona (na primere g. Orla) [Tekst] / O.A. Ivashchuk, L.F. Stavchikova, V.V. Vasil'eva // Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya. - 2006. - № 4. - S. 29-32.
23. Novikov, A.N. Upravlenie vozdeystviem potokov avtotransporta na kachestvo akusticheskoy sredy goroda na osnove informatsionnykh tekhnologiy [Tekst] / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk, V.V. Vasil'eva // Izvestiya Orlovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - Seriya: Stroitel'stvo i transport. - 2007. - № 4-16. - S. 226-232.
24. Novikov, A.N. Otsenka akusticheskoy effektivnosti shumozashchitnykh sooruzheniy na avtomobil'nykh dorogakh goroda [Tekst] / A.N. Novikov, V.V. Vasil'eva // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel: PGU. - 2016. - № 1 (52). - S. 124-131.
25. Vasil'eva, V.V. Analiz tekhnogennoy vozdeystviya avtotransporta na akusticheskuyu sredyu goroda [Tekst] / V.V. Vasil'eva // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel: OrelGTU. - 2010. - № 4 (31). - S. 93-98.

Volkov Vladimir Sergeevich

FGBOU VO «Voronezh State Forestry Engineering University of GF Morozova»
Address: 394087, Russia, Voronezh, Timirjazev str., 8
Dr. of Technical Sciences, Professor, Head. Chair of cars and service
E-mail: auto@vglta.vrn.ru

Venevitina Svetlana Semenovna

FGBOU VO «Voronezh State Forestry Engineering University of GF Morozova»
Address: 394087, Russia, Voronezh, Timirjazev str., 8
Kand. Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Mathematics
E-mail: vgta311@mail.ru

Tarasova Elena Vjacheslavovna

FGBOU VO «Voronezh State Forestry Engineering University of GF Morozova»
Address: 394087, Russia, Voronezh, Timirjazev str., 8
Master student of the first course of correspondence faculty
E-mail: akwamarins@mail.ru

С.Н. ГЛАГОЛЕВ, Л.Е. КУЩЕНКО, С.В. КУЩЕНКО, И.А. НОВИКОВ

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПОСРЕДСТВОМ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СВЕТОФОРНОГО ОБЪЕКТА

Рассмотрены вопросы влияния уровня автомобилизации на экологическую обстановку улично-дорожной сети. Выявлена взаимосвязь пропускной способности участка улично-дорожной сети и расхода топлива транспортных средств, а также установлено влияние дорожных заторов на экологическую обстановку.

Ключевые слова: транспортное средство, автомобилизация, затор, экология, годовая экономия топлива.

В современной жизни человека автомобильный транспорт является важнейшим звеном. Большинство отраслей не могут функционировать без использования транспортных средств. Сегодня автомобильные перевозки стали неотъемлемой частью транспортного процесса. Транспорт является мощной энергетической базой [1].

С каждым днем количество транспортных средств непрерывно увеличивается. Например, в Российской Федерации автомобильный парк насчитывал в 2010 году – 225 автомобилей на 1000 жителей, 2011 году – 231, 2012 году – 245, 2013 году – 257, 2014 году – 274, а в 2015 данный показатель достиг значения более 280.

Структура и состав мирового автомобильного парка существенно различается по странам, данные представлены в таблице 1. [2]

Таблица 1 – Структура автомобильного парка России и некоторых стран с развитой промышленностью

Страна	Общее количество автомобилей, млн	Состав парка, %		
		легковые	грузовые	автобусы
Россия	45	80,3	18,0	1,7
США	251	76,5	23,2	0,3
Япония	76-77	75,0	24,0	1,0
Германия	48-50	90,0	9,7	0,3
Франция	29-32	88,0	11,5	0,5
Финляндия	2,5-2,6	87,0	12,5	0,5

По данным отечественного и зарубежного опыта автомобилизация несет в себе как положительные факторы, так и отрицательные последствия. К отрицательным последствиям относятся дорожно-транспортные происшествия, заторы, влекущие за собой негативное воздействие на окружающую среду и т.д. [3, 4, 5, 8].

В процессе функционирования транспорта в атмосферу попадает огромное количество пыли, токсических веществ, содержащихся в отработавших газах силовых установок, создаются высокие уровни шума, загрязняются почва, водоемы в результате слива и пролива горюче-смазочных материалов, образуется много других вредных для человека и окружающей среды веществ. В итоге из-за роста транспортных средств в атмосферу попадает огромный выброс загрязняющих веществ. Проведенный анализ исследований свидетельствует о том, что на долю автотранспорта в ряде регионов приходится свыше 50% общего объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [6, 7, 9, 15].

При взаимодействии транспорта и окружающей среды возникает проблема, в которой выделяют два аспекта, одним из которых является потребление природных ресурсов, другим – загрязнение окружающей среды.

К показателям экологического состояния окружающей среды относят суммарное зна-

чение выбросов окислов азота и окиси углерода в единицу времени, а также уровень шумового загрязнения [17, 18, 19]. Допустимая концентрация токсичных веществ в воздухе (мг/м^3) определяется как разность предельно допустимой концентрацией и концентрацией токсичных веществ в воздухе.

По каждому из определенных токсичных компонентов необходимо выполнять оценку массовых выбросов по существующим стандартным методикам [13, 14, 16]. Они позволяют производить расчеты не только для перекрестков со светофорным регулированием, а также для перегонов УДС городов.

На сегодняшний день существуют несколько программ отечественного происхождения, позволяющих оценивать количество массовых выбросов вредных веществ в окружающую среду от транспортных средств на дорогах общего пользования, как в городских условиях, так и в загородных.

К расчетным программам относятся:

«МАГИСТРАЛЬ» – данная программа предназначена для определения количества выбросов вредных веществ (оксид углерода, азота, углеводороды, сажа, различные соединения свинца) автомобильным транспортом в условиях города (методика, принятая для г. Москва в 1997 г.);

«ЭКОЛОГ ПРО» – позволяет осуществлять оценку по значению концентрации вредных веществ на различном диапазоне высот от уровня поверхности земли; учитывать при расчетах классификацию типов источников выбросов, влияние застройки городов; осуществлять взаимосвязь с различными программами, позволяющими обеспечивать обработку статистических данных, вывод в виде графической части, создание базы данных, графических карт;

программный пакет «CREDO» – использует стандартные методики, позволяющие оценивать эмиссию вредных веществ отработавших газов транспортных средств, а также уровень концентрации вредных веществ в придорожном пространстве.

В нашей стране существуют различные методики и программы для определения уровня шума и проектирования шумозащитных сооружений [9, 20].

Таким образом, среди множества критериев оценки УДС наиболее эффективной считается методическое и программное обеспечение по оценке экологической безопасности.

С помощью программы имитационного моделирования Transyt-7FR, расход топлива определяется исходя из линейной комбинации полного пробега, задержек и остановок. Значение расхода топлива, полученное при расчете, включает в себя топливо, которое расходует-ся при движении, при работе двигателя на холостых оборотах, а также во время ускорения и торможения. Согласно исследователям Х. Лорикса, К. Вэлиса [10] математическая модель определения расхода топлива имеет вид:

$$F = K_{i1} \cdot TT + K_{i2} \cdot D + K_{i3} \cdot S, \quad (1)$$

где F – расход топлива, литр/ч;

TT – полный пробег в автомобиле – км/ч;

D – полная задержка, авт/ч;

S – полное количество остановок в час;

K_{ij} – коэффициенты модели, служащие функциями крейсерской скорости (V_i) на каждом сегменте i [11].

По каждому направлению на рассматриваемом участке УДС с помощью программы Transyt 7FR получены значения расхода топлива при существующем и новых режимах светофорного регулирования (табл. 2, рис. 1). Это позволило произвести сравнительный анализ результатов, а также определить экономический эффект за счет уменьшения расхода топлива на исследуемом пересечении УДС.

Положительный эффект от различных режимов светофорного регулирования представлен на графике в виде экономии топлива (рис. 1). Учитывая расход топлива при существующем и проектируемых режимах работы светофорного регулирования, наибольший по-

ложительный эффект достигается в середине недели.

Таблица 2 – Результаты в существующих и проектируемых условиях по расходу топлива за неделю на пересечении проспекта Ватутина и проезда Автомобилистов

Дни недели	Расход топлива, литр/час		
	При существующем режиме светофорного регулирования	При проектируемых режимах светофорного регулирования	Разница между существующими и проектируемыми условиями
1	2	3	4
Понедельник	1729,15	1363,92	365,23
Вторник	1714,31	1353,11	361,2
Среда	1735,62	1398,86	336,76
Четверг	1929,54	1608,40	321,14
Пятница	1701,05	1322,48	378,57
Суббота	1059,18	729,35	329,83
Воскресенье	809,21	628,69	180,52
Неделя	1525,44	1200,69	324,75

При внедрении адаптивного управления светофорными объектами в качестве положительного эффекта является экономия топлива за год марки бензина АИ-92. Цена одного литра бензина вышеуказанной марки на момент исследования принимается равной 34,70 руб.

По формуле (2) определена годовая экономия:

$$Э_{\text{топ}} = Э_{\text{топ}} \cdot C_{\text{АИ-92}} \cdot K_n \cdot D, \quad (2)$$

где $Э_{\text{топ}}$ – топливная экономичность, литр/час;

$C_{\text{АИ-92}}$ – цена за 1л топлива марки АИ-92, руб;

K_n – коэффициент неравномерности ТП, 0,1...0,36;

D – сумма дней в году [12].

По результатам натурных обследований коэффициент K_n имеет значение 0,25 [13].

Экономия топлива рассчитывалась по выражению (30):

$$Э_{\text{топ}} = PACX_{\text{сущ}} - PACX_{\text{оптим}} \quad (3)$$

где $PACX_{\text{сущ}}$ – средний расход топлива при существующих условиях организации движения, литр/час;

$PACX_{\text{оптим}}$ – средний расход топлива при проектируемых условиях организации движения, литр/час [14].

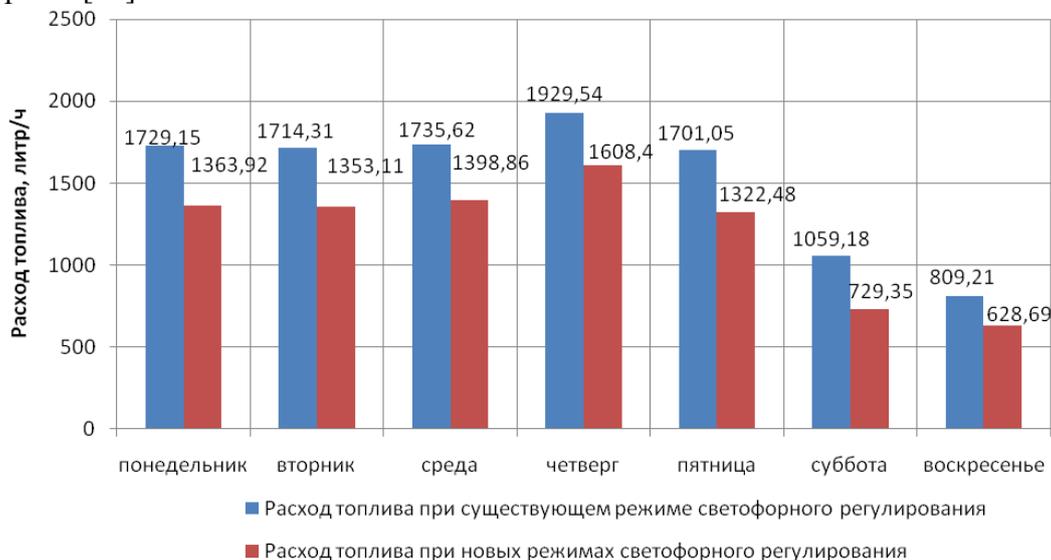


Рисунок 1 – График расхода топлива при существующем и проектируемых режимах светофорного регулирования на пересечении проспекта Ватутина и проезда Автомобилистов

В специализированном программном продукте TRANSYT – 7FR при полученных данных экономия топлива на пересечении проспекта Ватутина и проезда Автомобилистов составила:

$$Э_{\text{мон}} = 1525,44 - 1200,69 = 324,75 \text{ литр/час}$$

Годовая экономия от внедрения новых режимов работы светофорного регулирования на рассматриваемом перекрестке равна (2):

$$Э_{\text{год}} = 324,75 \cdot 34,70 \cdot 0,25 \cdot 365 = 1028280,28 \text{ руб.}$$

Существует целый ряд мероприятий по улучшению экологической обстановки на автомобильном транспорте. В последние годы мировые автопроизводители создают двигатели, выбросы которых содержат меньше вредных веществ, чем у предыдущих моделей и применяют более экологически чистые материалы при производстве автомобилей. Строительство объездных дорог вокруг городов позволяет значительно улучшить экологическую обстановку в центральной части города, а также применение адаптивного управления светофорными объектами, которое позволит снизить уровень загрузки УДС и, следовательно, будет способствовать сохранению окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения [Текст] / Г.И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 1992. – С. 207.
2. Кущенко, С.В. Комплексный подход к снижению воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду [Текст] / С.В. Кущенко, Л.Е. Кущенко, Т.А. Кайдалова // Инновационная наука. Уфа, 2015. – №6. С. 77-80.
3. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения [Текст]: учеб. для вузов / М.Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. доп. – М.: Транспорт, 2001. – С. 247.
4. Гай, Л.Е. Заторные явления. Возможности предупреждения [Текст] / Л.Е., Гай, А.И. Шутов, П.А. Воля, С.В. Кущенко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2013. - №3. - С. 166-168.
5. Гай, Л.Е. Заторы. Моделирование транспортных заторов с целью снижения дорожных заторов [Текст]: материалы междунар. научно-практ. конф. / Л.Е. Гай, И.А. Новиков, С.В. Кущенко, А.Н. Котухов // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса. – Орел: Госуниверситет – УНПК. - 2013. - С. 281-286.
6. Денисов, В.П. Негативное влияние загрязненности городской среды от автотранспорта на здоровье населения [Текст] / В.Н. Денисов, С.Д. Голощапов // СПб.: МАНЭБ, 2002. – С. 147.
7. Денисов, В.Н. Проблемы экологизации автомобильного транспорта [Текст] / В.Н. Денисов, В.А. Рогалев // СПб.: МАНЭБ, 2005. – С. 139.
8. Организация дорожного движения в городах [Текст] / под ред. Ю.Д. Шелкова. М.: НИЦ ГАИ МВД России, 1995. – С. 143.
9. Поспелов, П.И. Защита от шума при проектировании автомобильных дорог [Текст] / П.И. Поспелов, В.И. Пуркин. М.: МАДИ, 1985. – С. 119.
10. Пржибыл, П. Телематика на транспорте [Текст] / П. Пржибыл, М. Свитек // Перевод с чешского О. Бузека и В. Бузковой; под редакцией В. В. Сильянова. - М.: МАДИ (ГТУ), 2003. - С. 540.
11. Lorick, H.C. Analysis of Fuel Consumption and Platoon Dispersion Models /H.C. Lorick, C.E. Wallace, R.E. Jamagin // University of Florida Transportation Research Center, Report No. UF-TRC-U32-TR-02, 1980.
12. Рыбин, А.Л. Организация дорожного движения [Текст]: справочное пособие / А.Л. Рыбин, И.Ф. Живописцев, А.А. Шевяков, В.А. Аксенов; под общей ред. С.В. Федотова. - М.: ФГУП «РОСДОРНИИ», 2010. – С. 416.
13. Михайлов, А.Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожной сети городов [Текст] / А.Ю. Михайлов, И.М. Головных // Новосибирск: Наука, 2004. – С. 267.
14. Сильянов, В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения [Текст] / В.В. Сильянов // М.: Транспорт, 1977. – С. 303.
15. Болбас, М.М. Транспорт и окружающая среда [Текст] / М.М. Болбас // Минск. - 2003. - С. 54.
16. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов [Текст] / Автоплюс-плюс, 2008. – 78 с.
17. Котухов, А.Н. Экономика дорожного движения [Текст] / А.Н. Котухов, Е.А. Новописный // Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – С. 235.
18. Васильева, В.В. Математическая оценка экологической нагрузки на акустическую среду от автотранспорта [Текст]: сборник научных статей 2-й Международной молодежной научно-практической конференции / В.В. Васильева, В.А. Голенков, А.Н. Новиков; ответственный редактор Горохов А.А. // Прогрессивные технологии и процессы. - В 3-х томах. - 2015. - С. 195-199.
19. Новиков, А.Н. Использование математических методов в системе мониторинга акустической среды г. Орла [Текст]: сборник научных статей международной научно-практической конференции / А.Н. Новиков, О.А.Ивашук, В.В. Васильева; под ред. А.Н. Новикова; сост. А.В. Севостьянихина / Актуальные вопросы подго-

товки специалистов по направлению «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования» в условиях рыночной экономики. - 2006. - С. 148-151.

20. Новиков, А.Н. Применение компьютерного моделирования при решении проблем акустической экологии городской среды (на примере г. Орла) [Текст]: доклады международной научно-технической конференции / А.Н. Новиков, О.А. Иващук, В.В. Васильева // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин. - 2006. - С. 148-152.

21. Васильева, В.В. Анализ шумового воздействия транспорта на городскую среду и население [Текст]: материалы 2-ой Международной научно-практической конференции / В.В. Васильева // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса. - 2012. - С. 118-121.

22. Кущенко, Л.Е. Аналитическое решение вопроса заторообразования на основе нечеткой логики [Текст]: материалы междунар. научно-практ. конф. / Л.Е. Кущенко, И.А. Новиков // Прогрессивные технологии транспорта и безопасности дорожного движения. – Саратов. - 2015. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/95570.htm>.

23. Nagel, K. Still flowing / K. Nagel, R. Wagner, R. Woessler // Approaches to traffic flow and traffic jam modeling, January 2, – 2003.

24. Коноплянко, В.И. Организация и безопасность дорожного движения [Текст] / В.И. Коноплянко // М.: Транспорт, 1991. – С. 183.

Глаголев Сергей Николаевич

ФГБОУ ВО «Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова»

Адрес: 308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, дом 46, БГТУ им. В.Г. Шухова

Д-р эконом. наук, ректор

Новиков Иван Алексеевич

ФГБОУ ВО «Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова»

Адрес: 308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, дом 46, БГТУ им. В.Г. Шухова

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта»

Кущенко Сергей Викторович

ФГБОУ ВО «Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова»

Адрес: 308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, дом 46, БГТУ им. В.Г. Шухова

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта»

E-mail: serega_ku@mail.ru

Кущенко Лилия Евгеньевна

ФГБОУ ВО «Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова»

Адрес: 308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, дом 46, БГТУ им. В.Г. Шухова

Старший преподаватель кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта»

E-mail: lily-041288@mail.ru

S.N. GLAGOLEV, I.A. NOVIKOV, S.V. KUSHCHENKO, L.E. KUSHCHENKO

IMPROVING OF THE ENVIRONMENT BY OPERATING MODES OF TRAFFIC LIGHT OBJECT CHANGE

Influence of level of automobilization on an environment of a road network is considered. The interrelation of handling capacity of a road network and fuel consumption of vehicles is revealed, and also influence of traffic congestion on an environment is established.

Keywords: *vehicle, traffic congestion, automobilization, environment, annual fuel consumption.*

BIBLIOGRAPHY

1. Klinkovshiteyn, G.I. Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya [Tekst] / G.I. Klinkovshiteyn, M. B. Afanas`ev. - М.: Транспорт, 1992. - S. 207.
2. Kushchenko, S.V. Kompleksnyy podkhod k snizheniyu vozdeystviya avtomobil`nogo transporta na okruzhayushchuyu sredu [Tekst] / S.V. Kushchenko, L.E. Kushchenko, T.A. Kaydalova // Innovatsionnaya nauka. Ufa, 2015. - №6. S. 77-80.
3. Klinkovshiteyn, G.I. Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya [Tekst]: ucheb.dlya vuzov / M.B. Afanas`ev. - 5-e izd., pererab. dop. - М.: Транспорт, 2001. - S. 247.
4. Gay, L.E. Zatorovye yavleniya. Vozmozhnosti preduprezhdeniya [Tekst] / L.E., Gay, A.I. Shutov, P.A. Volya, S.V. Kushchenko // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova. - 2013. - №3. - S. 166-168.
5. Gay, L.E. Zatory. Modelirovanie transportnykh zatorov s tsel`yu snizheniya dorozhnykh zatorov [Tekst]: materialy mezhdunar. nauchno-prakt. konf. / L.E. Gay, I.A. Novikov, S.V. Kushchenko, A.N. Kotukhov // Ak-tual`nye

voprosy innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa. - Orel: Gosuniversitet - UNPK. - 2013. - S. 281-286.

6. Denisov, V.P. Negativnoe vliyanie zagryaznennosti gorodskoy sredy ot avtotransporta na zdorov'e nasele-niya [Tekst] / V.N. Denisov, S.D. Goloshchapov // SPB.: MANEB, 2002. - S. 147.

7. Denisov, V.N. Problemy ekologizatsii avtomobil'nogo transporta [Tekst] / V.N. Denisov, V.A. Ro-galev // SPB.: MANEB, 2005. - S. 139.

8. Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya v gorodakh [Tekst] / pod red. YU.D. Shelkova. M.: NITS GAI MVD Rossii, 1995. - S. 143.

9. Pospelov, P.I. Zashchita ot shuma pri proektirovanii avtomobil'nykh dorog [Tekst] / P.I. Pospelov, V.I. Purkin. M.: MADI, 1985. - S. 119.

10. Przhibyl, P. Telematika na transporte [Tekst] / P. Przhibyl, M. Svitek // Perevod s cheshskogo O. Buzeka i V. Buzkovoy; pod redaktsiyei V. V. Sil'yanova. - M.: MADI (GTU), 2003. - S. 540.

11. Lorick, H.C. Analysis of Fuel Consumption and Platoon Dispersion Models /H.C. Lorick, C.E. Wallace, R.E. Jamagin // University of Florida Transportation Research Center, Report No. UF-TRC-U32-TR-02, 1980.

12. Rybin, A.L. Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya [Tekst]: spravochnoe posobie / A.L. Rybin, I.F. ZHivopistsev, A.A. Shevyakov, V.A. Aksenov; pod obshchey red. S.V. Fedotova. - M.: FGUP «ROSDORNII», 2010. - S. 416.

13. Mikhaylov, A.YU. Sovremennyye tendentsii proektirovaniya i rekonstruktsii ulichno-dorozhnoy seti go-rodov [Tekst] / A.YU. Mikhaylov, I.M. Golovnykh // Novosibirsk: Nauka, 2004. - S. 267.

14. Sil'yanov, V.V. Teoriya transportnykh potokov v proektirovanii dorog i organizatsii dvizheniya [Tekst] / V.V. Sil'yanov // M.: Transport, 1977. - S. 303.

15. Bolbas, M.M. Transport i okruzhayushchaya sreda [Tekst] / M.M. Bolbas // Minsk. - 2003. - S. 54.

16. Raschetnaya instruktsiya (metodika) po inventarizatsii vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv ot avto-transportnykh sredstv na territorii krupneyshikh gorodov [Tekst] / Avtopolyus-plyus, 2008. - 78 s.

17. Kotukhov, A.N. Ekonomika dorozhnogo dvizheniya [Tekst] / A.N. Kotukhov, E.A. Novopisnyy // Belgo-rod: BGTU im. V.G. Shukhova, 2009. - S. 235.

18. Vasil'eva, V.V. Matematicheskaya otsenka ekologicheskoy nagruzki na akusticheskuyu sredu ot avto-transporta [Tekst]: sbornik nauchnykh statey 2-y Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konfe-rentsii / V.V. Vasil'eva, V.A. Golenkov, A.N. Novikov; otvetstvennyy redaktor Gorokhov A.A. // Progressivnyye tekhnologii i protsessy. - V 3-kh tomakh. - 2015. - S. 195-199.

19. Novikov, A.N. Ispol'zovanie matematicheskikh metodov v sisteme monitoringa akusticheskoy sredy g. Or-la [Tekst]: sbornik nauchnykh statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk, V.V. Vasil'eva; pod red. A.N. Novikova; sost. A.V. Sevost'yanikhina / Aktual'nye voprosy podgo-tovki spetsialistov po napravleniyu «Ekspluatatsiya nazemnogo transporta i transportnogo oborudovaniya» v usloviyakh rynochnoy ekonomiki. - 2006. - S. 148-151.

20. Novikov, A.N. Primenenie komp'yuternogo modelirovaniya pri reshenii problem akusticheskoy eko-logii gorodskoy sredy (na primere g. Orla) [Tekst]: doklady mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferen-tsii / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk, V.V. Vasil'eva // Problemy ekspluatatsii i obsluzhivaniya transportno-tekhnologicheskikh mashin. - 2006. - S. 148-152.

21. Vasil'eva, V.V. Analiz shumovogo vozdeystviya transporta na gorodskuyu sredu i naselenie [Tekst]: mate-rialy 2-oy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / V.V. Vasil'eva // Aktual'nye voprosy innovatsion-nogo razvitiya transportnogo kompleksa. - 2012. - S. 118-121.

22. Kushchenko, L.E. Analiticheskoe reshenie voprosa zatoroobrazovaniya na osnove nechetkoy logiki [Tekst]: materialy mezhdunar. nauchno-prakt. konf. / L.E. Kushchenko, I.A. Novikov // Progressivnyye tekhnologii transporta i bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya. - Saratov. - 2015. - URL: <http://e-koncept.ru/2015/95570.htm>.

23. Nagel, K. Still flowing / K. Nagel, R. Wagner, R. Woesler // Approaches to traffic flow and traffic jam mod-eling, January 2, - 2003.

24. Konoplyanko, V.I. Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya [Tekst] / V.I. Konoplyanko // M.: Transport, 1991. - S. 183.

Glagolev Sergey Nikolayevich

Belgorod state technological university (BSTU) named after V. G. Shukhov
Professor, Doctor of Economic Sciences, chancellor

Novikov Ivan Alexeevich

Belgorod state technological university (BSTU) named after V. G. Shukhov
Assistant professor, candidate of technical science «Vehicle maintenance and traffic organization department»

Kushchenko Sergey Viktorovich

Belgorod state technological university (BSTU) named after V. G. Shukhov
Assistant professor, candidate of technical science «Vehicle maintenance and traffic organization department»

Kushchenko Liliya Evgenievna

Belgorod state technological university (BSTU) named after V. G. Shukhov
Senior lecturer «Vehicle maintenance and traffic organization department»
E-mail: lily-041288@mail.ru

УДК 802.0

Ю.Г.САПРОНОВ

**К ВОПРОСУ АКТУАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО
НАПРАВЛЕНИЮ 23.03.03 «ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ»
(УРОВЕНЬ БАКАЛАВРИАТА)**

В статье предлагается для обсуждения один из возможных вариантов учёта профессиональных стандартов при актуализации федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов. Рассмотрены отдельные характеристики и требования профессиональных стандартов, которые могут быть использованы в приложении к образовательному стандарту.

***Ключевые слова:** актуализация, федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, профессиональный стандарт, эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.*

В соответствии с ФЗ от 02.05.2015 N 122-ФЗ/ГОС ВО, утвержденные до 1 июля 2016 года, подлежат приведению в соответствие с требованиями, установленными частью 7 статьи 11 Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ в течение одного года с 1 июля 2016 года [1]. Это требование в полной мере относится и к ФГОС ВО 23.03.03 [2].

Так как формирование требований к результатам освоения основных образовательных программ профессионального образования в части профессиональной компетенции в актуализированных федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования осуществляется на основе соответствующих профессиональных стандартов (при наличии), то сами стандарты получили название федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования (ФГОС ПО).

По идее Минобра России общая структура и содержательное наполнение ФГОС ПО носит более рамочный характер, чем ФГОС ВО. По сравнению с ФГОС ВО актуализированные стандарты ФГОС ПО имеют следующие отличительные особенности, которые в обязательном порядке должны быть учтены образовательными организациями при разработке основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), определении дисциплинарного наполнения учебного плана:

1) описание области профессиональной деятельности выпускников заменено на описание сфер, задач, областей профессиональной деятельности согласно реестру профессиональных стандартов (ПС), утверждённому приказом Минтруда России от 29.09.2014 № 667н;

2) исключено описание объектов, видов профессиональной деятельности и соответствующих им задач профессиональной деятельности выпускников бакалаврской программы; одновременно с этим стандарт определяет самостоятельное установление объектов и задач профессиональной деятельности выпускников программы бакалавриата из приведённого в приложении к стандарту перечня профессиональных стандартов, требования которых должны быть учтены в программе;

3) в стандартах ФГОС ПО включены и прописаны формулировки только универсальных компетенций, отражающих уровень образования (бакалавриат), и общепрофессиональных компетенций как конечный результат освоения соответствующей области образования в рамках укрупнённой группы направлений подготовки бакалавров, в то же время набор профессиональных компетенций, характерных для конкретного направления подготовки бакалавров перенесён в ОПОП;

4) в стандартах ФГОС ПО указывается, что набор компетенций и дисциплинарное наполнение базовой части учебного плана прописывается в примерной образовательной программе (ПООП), а вариативной части учебного плана определяется самостоятельно обучающей организацией

5) указано, что организация самостоятельно определяет соотношение базовой и вариативной частей в учебном плане (программе) с учётом рекомендаций примерной образовательной программы.

При разработке учебного плана, входящего составной частью в ОПОП, обучающая организация самостоятельно осуществляет выбор соответствующих профессиональной деятельности выпускников ПС и согласование их с работодателями, объединениями работодателей. Перечень ПС, обобщённых трудовых функций (ОТФ) и (или) трудовых функций (ТФ) должен быть представлен в Приложении к ФГОС ПО.

Возможны следующие варианты представления ПС, ОТФ и ТФ в Приложении к ФГОС 3 ПО:

1) приводится только перечень ПС, из которого обучающая организация самостоятельно вправе выбрать один или несколько ПС, одну или несколько ОТФ, полностью или частично (т.е. отдельные ТФ);

2) приводится только перечень ОТФ из различных ПС, из которого обучающая организация самостоятельно вправе выбрать одну или несколько ОТФ, полностью или частично (т.е. отдельные ТФ);

3) приводится перечень нескольких ОТФ из одного ПС и входящие в них отдельные ТФ, которые обучающей организацией в обязательном порядке должны быть включены в ОПОП и использованы для разработки учебного плана

Анализ перспектив применения различных вариантов представления профессиональных стандартов в приложении к ФГОС ПО показывает следующие возможности разработки различных ОПОП и соответствующих им учебных планов.

Вариант 1 позволяет, с учётом потребностей рынка труда в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов, сформулировать разнообразные профили ОПОП, а в пределах каждого профиля выбрать необходимые объекты, задачи профессиональной деятельности, ОТФ и ТФ, обусловленные совокупностью ПС, включённых в перечень Приложения к образовательному стандарту. Выбранные ПС, задачи профессиональной деятельности, ОТФ и ТФ будут соответствовать различным должностям, которые может занять выпускник вуза на предприятиях по своему профилю подготовки.

По нашему мнению, этот вариант представления ПС в ФГОС ПО является наиболее предпочтительным, так как позволяет вузам разрабатывать ОПОП, направленных на подготовку универсального специалиста, готового занимать любые должности инженерно-технической номенклатуры на любых предприятиях, где осуществляется эксплуатация или техническая эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Вариант 2 позволяет, с учётом потребностей рынка труда в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов, сформулировать разнообразные профили ОПОП и объекты профессиональной деятельности, но в пределах каждого профиля выбрать только те задачи профессиональной деятельности, ОТФ и ТФ, которые прописаны в ПС, включённых в перечень Приложения к образовательному стандарту. Это значит, что у выпускника будут сформированы профессиональные компетенции, позволяющие выполнять узкий круг ОТФ и ТФ. В этом случае выпускник получает в профессиональном плане более узкую подготовку и будет готов выполнять работу по ограниченному числу должностей на предприятиях своего направления подготовки.

В том случае, если в Приложении к ФГОС ПО будет представлен слишком ограниченный набор ОТФ и ТФ, то и сам стандарт получится достаточно узкого применения, так как возникнут сложности с формулировками профессиональных компетенций, позволяющих готовить выпускника ОПОП, способного решать разнообразные профессиональные задачи на различных должностях по штатному расписанию на предприятиях, занимающихся экс-

плуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом, продажей и другими видами деятельности, связанными с транспортно-технологическими машинами и комплексами. В случае, если в Приложении к ФГОС ПО будет представлен достаточно широкий набор ОТФ и ТФ, то, по сути, данный вариант станет разновидностью первого варианта.

Вариант 3 однозначно соответствует тому, что ОПОП будет ставить своей целью подготовку узкого, в профессиональном плане, специалиста, готового решать только те профессиональные задачи, выполнять ОТФ и ТФ, которые прописаны в ПС, включённом в Приложение к образовательному стандарту и занимать должности на предприятиях своего направления подготовки, оговоренные в ПС. По нашему мнению, такой подход к формированию Приложения к ФГОС ПО полностью не удовлетворяет требования рынка труда и работодателей, представляющих предприятия, которые осуществляют свою хозяйственную деятельность в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов.

В ФГОС ПО указывается, что обучающая организация вправе выбрать из перечня ПС одну или несколько обобщённых трудовых функций, полностью или частично, в зависимости от установленного для обобщенной трудовой функции квалификационного уровня, а также закреплённых в обобщенной трудовой функции требований к образованию.

Таким образом, одной из первостепенных задач, стоящих перед разработчиками актуализированного стандарта по направлению 23.03.03, является определение такого набора ПС, ОТФ и ТФ, который, с одной стороны, обеспечивал бы наибольшую инвариантность стандарта по отношению к различным профилям ОПОП, объектам и задачам профессиональной деятельности, а, с другой стороны, удовлетворял бы особым требованиям самых разных профилей, которые сложились на сегодняшний день в различных ОПОП вузов России, осуществляющих обучение студентов по направлению 23.03.03, а также позволял вести подготовку бакалавров для занятия широкой номенклатуры должностей на предприятиях, работающих в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов.

При решении данной задачи необходимо также помнить о том, что набор ПС, ОТФ и ТФ в Приложении к ФГОС ПО должен позволять готовить бакалавра не только к работе на предприятиях, но и к занятию научно-исследовательской, опытно-конструкторской или педагогической деятельностью (по ФГОС ВО это прикладной и академический вид ОПОП).

Научно-исследовательская и опытно-конструкторская профессиональная деятельность выпускника ОПОП по направлению 23.03.03 осуществляется в специализированных научных, проектно-конструкторских, проектно-технологических организациях, а также научно-исследовательских структурах вузов.

Педагогическая деятельность выпускника ОПОП по направлению 23.03.03 может быть связана с преподаванием профессиональных дисциплин по профилю подготовки, организационно-педагогическом сопровождении группы (курса) обучающихся, учебно-методическом обеспечении учебного процесса по программам СПО, ВО и ДПП.

По существу подготовки, лица, освоившие ОПОП по направлению 23.03.03, на практике осуществляют экономическую деятельность (ВЭД), которая по классификации ОКВЭД относится к видам «Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств» и «Технический осмотр автотранспортных средств», поэтому для включения в Приложение к ФГОС ПО прежде всего рекомендуются те ПС, в которых указаны эти ВЭД /3/.

Анализ реестра утверждённых на данный момент ПС, показал, что в наибольшей мере для включения в Приложение к ФГОС ПО направления 23.03.03 подходят следующие ПС /4 – 16/:

- ПС – 32. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам;
- ПС – 202. Специалист по мехатронике в автомобилестроении;
- ПС – 204. Специалист по мехатронным системам автомобиля;
- ПС – 208. Специалист окрасочного производства в автомобилестроении;
- ПС – 210. Специалист по сборке агрегатов и автомобиля;
- ПС – 217. Специалист по продажам в автомобилестроении;

- ПС – 218. Специалист по исследованию и анализу рынка автомобилестроения;
- ПС – 221. Технолог в автомобилестроении;
- ПС – 224. Специалист по наладке оборудования в автомобилестроении;
- ПС – 247. Специалист по сертификации продукции;
- ПС – 250. Специалист по качеству продукции;
- ПС – 461. Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом техническом осмотре;
- ПС – 514. Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования.

В таблице 1 приведены отдельные характеристики данных ПС.

В каждом ПС, для каждой ОТФ должны быть выбраны те ТФ, которые в наибольшей мере подходят к одному или нескольким видам профессиональной деятельности выпускника ОПОП различного профиля по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, реализуемых в вузах России.

Таблица 1- Отдельные характеристики профессиональных стандартов (требуемый уровень подготовки - бакалавриат), рекомендуемых для включения в Приложение к ФГОС ПО 23.03.03

Номер ПС	Наименование ПС	Вид профессиональной деятельности	Обобщенная трудовая функция
ПС - 32	Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам.	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.
ПС – 202	Специалист по мехатронике в автомобилестроении.	Осуществление диагностики неисправностей и контроль качества монтажа узлов, агрегатов и мехатронных систем автомобиля.	Монтаж, ремонт, наладка, регулировка, диагностика и испытания мехатронных систем. Организация и контроль ремонтных, монтажных, испытательных, диагностических, наладочных и обслуживающих работ.
ПС – 204	Специалист по мехатронным системам автомобиля.	Техническое обслуживание, ремонт и регулировка узлов, агрегатов и мехатронных систем для предпродажной подготовки автомобиля.	Контроль качества выполнения предпродажной подготовки, технического обслуживания и ремонта автомобиля.
ПС – 208	Специалист окрасочного производства в автомобилестроении.	Окрасочное производство при производстве транспортных средств.	Разработка технологической документации; контроль качества выпускаемой продукции.
ПС – 210	Специалист по сборке агрегатов и автомобиля.	Сборка и контроль технического состояния агрегатов и систем автомобиля.	Сопровождение технологического процесса для изготовления продукции, удовлетворяющей требованиям потребителей; контроль технологического процесса сборки агрегатов и автомобиля.
ПС – 217	Специалист по продажам в автомобилестроении.	Осуществление продаж транспортных средств и оборудования.	Обеспечение выполнения плана продаж и их стимулирования.
ПС – 218	Специалист по исследованию и анализу рынка автомобилестроения.	Исследование и анализ рынка для реализации программ продвижения продукта при производстве транспортных средств.	Маркетинговые исследования, взаимодействие с субъектами товаропроводящей сети.
ПС – 221	Технолог в автомобилестроении.	Технологическая подготовка и сопровождение производства транспортных средств и оборудования.	Выполнение работ по внедрению новых технологических процессов, материалов и программных продуктов для модернизации технологических процессов.

ПС – 224	Специалист по наладке оборудования в автомобилестроении.	Обеспечение технического сопровождения производства транспортных средств и оборудования.	Обеспечение бесперебойной работы технологического оборудования; организация наладки оборудования при технологической подготовке производства; внедрение нового оборудования, оснастки, инструментов и технологических процессов.
ПС – 247	Специалист по сертификации продукции.	Профессиональная деятельность в области сертификации продукции (услуг).	Осуществление работ по подтверждению соответствия продукции (услуг) и системы управления качеством.
ПС – 461	Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом техническом осмотре.	Техническая диагностика и контроль технического состояния автотранспортных средств при периодическом техническом осмотре.	Контроль технического состояния транспортных средств с использованием средств технического диагностирования Внедрение и контроль соблюдения технологии технического осмотра транспортных средств.
ПС – 250	Специалист по качеству продукции.	Профессиональная деятельность в области управления качеством продукции(услуг)	Осуществление работ по управлению качеством процессов производства продукции и оказания услуг.
ПС – 514	Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования.	Педагогическая деятельность в профессиональном обучении, профессиональном образовании, дополнительном профессиональном образовании	Преподавание по программам профессионального обучения, СПО и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации. Организация и проведение учебно-производственного процесса при реализации образовательных программ различного уровня и направленности. Организационно-педагогическое сопровождение группы (курса) обучающихся по программам СПО. Организационно-педагогическое сопровождение группы (курса) обучающихся по программам ВО. Проведение профориентационных мероприятий со школьниками и их родителями (законными представителями). Организационно-методическое обеспечение реализации программ профессионального обучения, СПО и ДПП, ориентированных на соответствующий уровень квалификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации и статьи 11 и 73 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» [Текст]: Федеральный закон от 02.05.2015 N 122-ФЗ.
2. Направление подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов [Текст]: Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень высшего образования – бакалавриат). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 декабря 2015 г. N 1470.
3. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОК 029-2001 (ОКВЭД) (КДЕС Ред. 1) (введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 06.11.2001 г. N 454-ст) (с изменениями и дополнениями).
4. Специалист по мехатронике в автомобилестроении [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.10.2014 г. № 812н.
5. Специалист по мехатронным системам автомобиля [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13.10.2014 г. № 715н.
6. Специалист окрасочного производства в автомобилестроении [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20.10.2014 г. № 737н.

7. Специалист по сборке агрегатов и автомобиля [Текст]: Профессиональный стандарт. Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.11.2014 г. № 877н.
8. Специалист по наладке оборудования в автомобилестроении [Текст]: Профессиональный стандарт. Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.10.2014 г. № 810н.
9. Специалист по качеству продукции [Текст]: Профессиональный стандарт. Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.10.2014 г. № 856н.
10. Специалист по исследованию и анализу рынка автомобилестроения [Текст]: Профессиональный стандарт. Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13.10.2014 г. № 707н.
11. Специалист по сертификации продукции [Текст]: Профессиональный стандарт. Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.10.2014 г. № 837н.
12. Специалист по продажам в автомобилестроении [Текст]: Профессиональный стандарт. Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 09.10.2014 г. № 678н.
13. Технолог в автомобилестроении [Текст]: Профессиональный стандарт. Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.11.2014 г. № 897н.
14. Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом техническом осмотре [Текст]: Профессиональный стандарт. Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 23.03.2015 г. № 187н.
15. Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования [Текст]. Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015г. № 608н.
16. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам [Текст]. Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014г. № 121н.
17. Новиков, А.Н. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения [Текст] / А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов, В.И. Самусенко, А.М. Никитин // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2014. - № 4 (44). - С. 188-195.
18. Букалова, Г.В. Профессиональная компетентность как дидактическая категория образовательного процесса [Текст] / Г.В. Букалова, А.Н. Новиков // Мир транспорта и технологических машин. – Орел: ОрелГТУ. - 2009. - № 3 (26). - С. 104-109.
19. Трясцин, А.П. Теоретические подходы к стратегии подготовки водителей транспортных средств [Текст] / А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов, А.П. Лапин, А.А. Катунин // Мир транспорта и технологических машин. – Орел: ОрелГТУ. - 2012. - № 2. - С. 123-127.
20. Новиков, А.Н. Профессиональное мышление технического профиля как элемент образовательного нормирования [Текст] / А.Н. Новиков, Г.В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин. – Орел: ОрелГТУ. - 2012. - № 3. - С. 100-102.

Сапронов Юрий Георгиевич

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»

Адрес: Россия, 346500, Ростовская область, г. Шахты, ул. Шевченко, д. 147

Канд. техн. наук, профессор кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»

E-mail: asobd@sssu.ru

YU.G. SAPRONOV

TO THE QUESTION OF THE ACTUALIZATION OF THE FEDERAL STATE STANDARD OF HIGHER EDUCATION IN THE DIRECTION 23.03.03 «EXPLOITATION OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES AND COMPLEXES» (BACHELOR LEVEL)

The article proposes to discuss one of the possible options of professional standards by updating the Federal state educational standard of higher education in the direction 23.03.03 Operation of transport and technological machines and complexes. The individual characteristics and requirements of professional standards, which can be used in the Annex to the educational standard.

Keywords: *actualization, Federal state educational standard of higher education, professional standards, exploitation of transport and technological machines and complexes.*

BIBLIOGRAPHY

1. О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации и стать 11 и 73 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» [Текст]: Федеральный закон от 02.05.2015 N 122-FZ.
2. Направление подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов [Текст]: Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень высшего образования - бакалавриат). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 декабря 2015 г. N 1470.
3. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОК 029-2001 (ОКВЭД) (KDES Red. 1) (введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 06.11.2001 г. N 454-ст) (с изменениями и дополнениями).
4. Специалист по мехатронике в автомобилестроении [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.10.2014 г. № 812н.
5. Специалист по мехатронным системам автомобиля [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13.10.2014 г. № 715н.
6. Специалист окрасочного производства в автомобилестроении [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20.10.2014 г. № 737н.
7. Специалист по сборке агрегатов и автомобиля [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.11.2014 г. № 877н.
8. Специалист по наладке оборудования в автомобилестроении [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.10.2014 г. № 810н.
9. Специалист по качеству продукции [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.10.2014 г. № 856н.
10. Специалист по исследованию и анализу рынка автомобилестроения [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13.10.2014 г. № 707н.
11. Специалист по сертификации продукции [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.10.2014 г. № 837н.
12. Специалист по продажам в автомобилестроении [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 09.10.2014 г. № 678н.
13. Технолог в автомобилестроении [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.11.2014 г. № 897н.
14. Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом техническом осмотре [Текст]: Профессиональный стандарт. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 23.03.2015 г. № 187н.
15. Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования [Текст]. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 г. № 608н.
16. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам [Текст]. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 121н.
17. Novikov, A.N. Otsenka effektivnosti funktsionirovaniya sistemy podgotovki kadrov, svyazannykh s obespecheniem bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Текст] / A.N. Novikov, A.P. Tryastin, YU.N. Baranov, V.I. Samusenko, A.M. Nikitin // Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2014. - № 4 (44). - S. 188-195.
18. Bukalova, G.V. Professional'naya kompetentnost` kak didakticheskaya kategoriya obrazovatel'nogo protsessa [Текст] / G.V. Bukalova, A.N. Novikov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel: OrelGTU. - 2009. - № 3 (26). - S. 104-109.
19. Tryastin, A.P. Teoreticheskie podkhody k strategii podgotovki voditeley transportnykh sredstv [Текст] / A.P. Tryastin, YU.N. Baranov, A.P. Lapin, A.A. Katunin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel: OrelGTU. - 2012. - № 2. - S. 123-127.
20. Novikov, A.N. Professional'noe myshlenie tekhnicheskogo profilya kak element obrazovatel'nogo normirovaniya [Текст] / A.N. Novikov, G.V. Bukalova // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel: OrelGTU. - 2012. - № 3. - S. 100-102.

Sapronov Yuri Georgievich

Institute of the service sector and enterprise (branch) DSTU

Address: Russia, 346500, Rostov Region, Shakhty, str. Shevchenko Street 147

Candidate. of Tehn. Sciences, Professor. Department «Equipment and technologies road transport»

E-mail: asobd@sssu.ru

УДК 338.001.36

С.В. БАРАНОВА, А.Н. НОВИКОВ, М.И. СУГАНОВА

АВТОМОБИЛЬНЫЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ КАК СТРУКТУРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ФИНАНСОВЫХ ОТНОШЕНИЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МЕНЕДЖМЕНТА

В статье раскрываются вопросы организации финансовых отношений населения, посредством управления уровнем платежеспособности и покупательской активности. Обобщены данные статистических исследований в области развития автомобильного сектора экономики: динамика количества автомобилей в стране в целом и в расчете на 1000 жителей в частности, прогнозная структурная составляющая развития автомобильного рынка России. Понятие образовательный менеджмент рассматривается посредством структурной составляющей личного финансового планирования и отдельного элемента реализации совместного Проекта Министерства финансов России и Всемирного банка «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации».

Ключевые слова: организация финансовых отношений населения, прогнозная структурная составляющая развития автомобильного рынка России, образовательный менеджмент.

В современном экономическом пространстве научное сообщество приходит к пониманию необходимости глубокого и всестороннего изучения, как доходов, так и организованных финансовых отношений населения. Поскольку именно они являются перспективным источником привлечения ресурсов для развития экономики. Не составляет исключение автомобильный рынок России [1-3].

Данные статистических исследований свидетельствуют о стабильной динамике развития автомобильного рынка и увеличении количества автомобилей в стране в целом и в расчете на 1000 жителей в частности [4] (рис. 1).



Рисунок 1 – Автопарк России, динамика 2002 - 2015 годов

Именно увеличение числа автомобилей, приобретаемых населением страны, дает возможность оценить перспективность и значимость мониторинга реальных доходов, и их влияние на уровень развития автомобильной промышленности.

Однако данная, ситуация не является позитивной для отечественных производителей и по мнению большинства экспертов усугубляется возможностью приобретения иностранных автомобилей посредством использования различных льготных программ и проектов.

Таким образом, автомобили иностранных брендов заняли около 55% автомобильного рынка и насчитывают - 22,5 млн. авто, тогда как на продукцию ОАО «АВТОВАЗ» приходится менее 35% или около 14,1 млн. машин, а на прочие отечественные марки - всего 10%, что

составляет 4,1 млн. авто. При этом, с 1993 года иномарки увеличили свое присутствие на российских дорогах в 38 раз, а их доля выросла более чем в 10 раз [4, 5].

Статистические исследования и возможность построения прогнозных моделей представляют следующую структурную составляющую развития автомобильного рынка России (рис. 2).

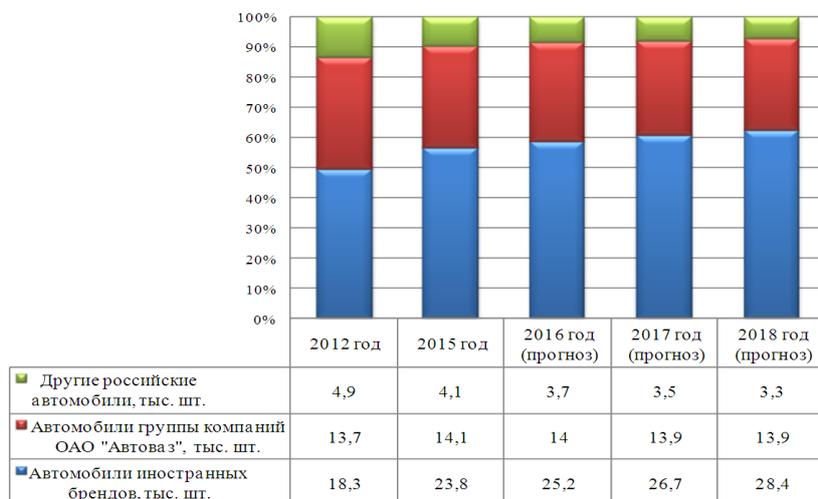


Рисунок 2 – Прогноз формирования парка легковых автомобилей в России

Сложившаяся динамика свидетельствует о наличии возможности развития иных автомобильным брендов, практически исключая свободное участие и конкурирование автомобилей компании группы ОАО «АВТОВАЗ» [6, 7], оставляя их уровень неизменным около 13,9 тыс. штук ежегодно.

Однако, в настоящее время руководство компании осуществляет свою деятельность под лозунгом «Есть только один путь – свой», предпринимая комплекс мер по восстановлению достаточных объемов производства и реализации автомобилей семейства «LADA» [8,9].

В то время, как аналитики прогнозируют, что объемы приобретения автомобилей иностранных брендов должны увеличиться с 23,8 тыс. штук в 2015 году, до 28,4 штук в 2018 году.

По объемам продаж автомобилей компании группы ОАО «АВТОВАЗ» на внутреннем рынке в 2015 году на первое место вышло семейство «LADA Granta» - 120 тыс. шт. (снижение -21,4%).

На втором месте семейство «LADA Largus» - 45 тыс. шт. (снижение -39,3%).

На третьем – «LADA Kalina» с показателем 36 тыс. автомобилей (снижение -45,3%) (Табл. 1). В ноябре 2015 года начались продажи «LADA Vesta». До конца года было продано 2 785 автомобилей [10].

Таблица 1 – Продажи новых легковых автомобилей 2012-2015 годы, тыс. штук

Показатели	2012 год	2013 год	2014 год	2015 год	Изменение 2015г. к 2012г.	
					(+; -)	%
Продажи автомобилей семейства «LADA»	538	456	387,3	269,1	-268,9	50,02
Другие бренды, всего	2237	2170	1971	1238	-999	55,34
в том числе:						
- произведенные в России	1180	1148	1087,9	807,8	-372,2	68,46
- автомобили иностранных брендов	1057	1021	883,1	430,2	-626,8	40,7
Доля рынка автомобилей семейства «LADA», %	19,4	17,4	16,4	17,9	-1,5	-

Наличие негативной динамики снижения продаж новых легковых автомобилей сопровождается положительной тенденцией увеличения доли продаж автомобилей семейства «LADA» в 2015 г. по сравнению с 2014 и 2013 годами.

Негативный прогноз падения Российского авторынка представил Йорг Шрайбер – председатель комитета автопроизводителей Ассоциации европейского бизнеса (АЕБ). По данным исследований продажи легковых автомобилей и легкового коммерческого транспорта в 2016 г. снизятся на 4,4% от уровня 2015 г. и достигнут уровня 2009 г. – 1,47 млн. [11] (рис. 3).

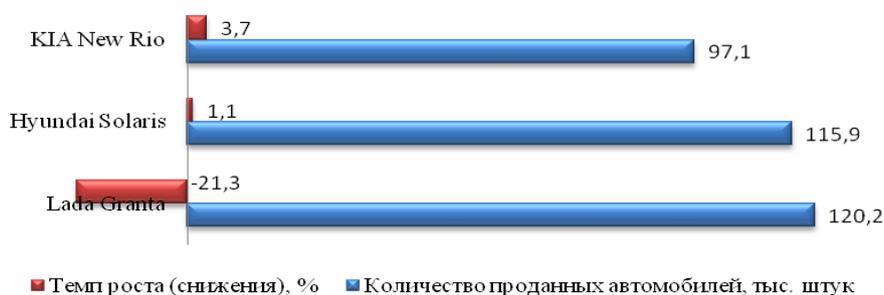


Рисунок 3 – Наиболее популярные автомобили, приобретаемые Россиянами в 2015 году

Таким образом, несмотря на преобладание автомобилей иностранных брендов в 2015 году лидером продаж в России остается автомобиль «LADA Granta» 120,2 тыс. штук, однако уровень продаж по сравнению с 2014 годом снизился на 21,3 процента.

Аналогичное исследование можно представить и в разрезе автомобильных марок, демонстрирующих наибольший уровень падения по результатам 2015 года (рис. 4).

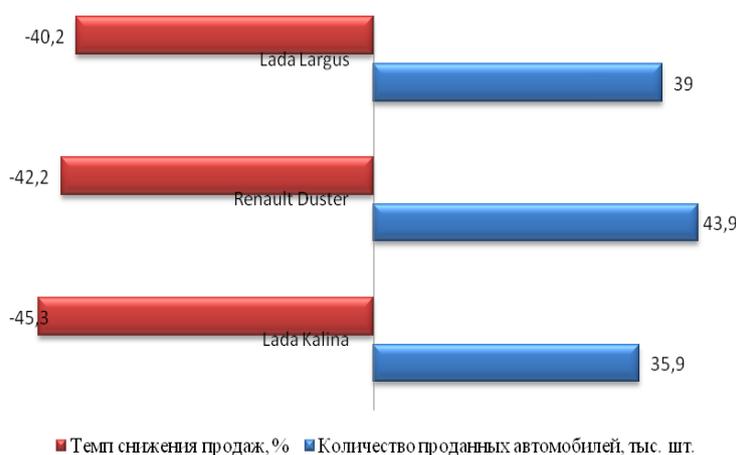


Рисунок 4 – Наибольшее падение автомобильных брендов в 2015 году

В целом, наибольшее падение так же демонстрируют автомобили семейства «LADA».

Как позитивная, так и негативная тенденция наличия автомобилей семейства «LADA» в лидирующих позициях позволяет заключить относительную популярность данных моделей у россиян, при этом именно их покупательская активность сможет сказаться на позитивном изменении автомобильного рынка страны.

Известно, что покупательская активность населения является продолжением такого экономического понятия как «платежеспособность населения», зависящая от среднего уровня заработной платы и грамотного управления личными финансами отдельных категорий [12-13].

Уровень жизни населения свидетельствует о минимальном уровне обеспеченности населения необходимыми материальными благами и услугами. Показателем уровня жизни в мире является показатель валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения [14].

Проанализировав статистические данные 2009 г.-2014 г. и «Основные показатели прогноза на 2015 г.», следует, что в 2014 г. темп роста ВВП снизился на 0,7 процента. По данным социально – экономического развития РФ в 2015 г. продолжилось снижение темпа роста ВВП до 3,6 % к уровню 2014г. Более наглядно представим изменение темпа роста ВВП на рисунке 5.

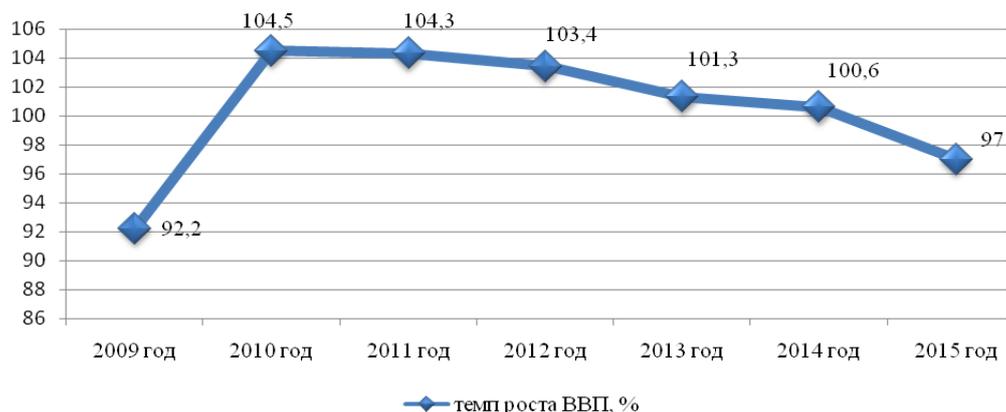


Рисунок 5- Изменение темпа роста Валового Внутреннего Продукта за 2009 – 2015 годы

Отсюда, возможно, что население, изменит потребительское поведение, в связи с низким уровнем оплаты труда:

- ограничит потребление за счёт перехода к приобретению товаров первой необходимости по самой низкой из возможных цен;
- сократит спрос на услуги парикмахерских, химчисток, кинотеатров, оздоровительных центров, туристических агентств, платных учреждений здравоохранения;
- откажется от покупок товаров длительного пользования.

Несомненно, что достаточная стабильность в объеме доходов населения должна иметь свое финансовое отражение и в уровне их платежеспособности, социальной удовлетворенности и культурном развитии и степени удовлетворения различными благами .

Известно, что доходы – это конечная цель действий всех активных участников рыночной экономики, каждый из которых стремится к их максимализации.

При этом, денежные доходы населения включают доходы лиц, занятых предпринимательской деятельностью, выплаченную заработную плату, пенсии, пособия, стипендии и другие социальные трансферты, доходы от собственности и прочие доходы.

Однако, долговременный экономический рост, способствующий повышению платежеспособного спроса не является равномерным [15,16], а постоянно прерывается периодами экономической нестабильности, что можно наблюдать в период 2008-2010 гг., 2014-2015 гг. (рис. 6).

Представленные усредненные данные свидетельствуют об общем снижении платежеспособного спроса населения, в связи с чем, снижается и его покупательская способность, а следовательно и доходность бизнес структур в целом.

Наличие определенной позитивной тенденции в изменении уровня платежеспособности населения в 2016 г. требует разработку и реализацию комплекса мер по изменению их покупательского поведения и управления «личными финансами».

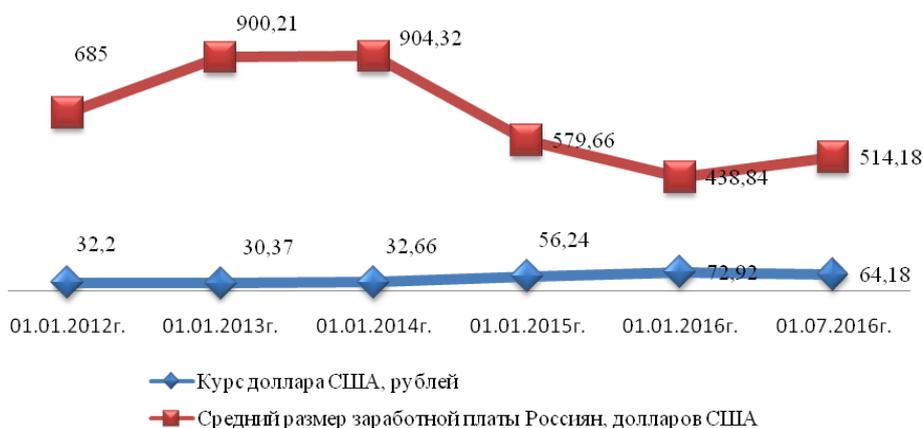


Рисунок 6 – Динамика курса доллара США и размера среднего уровня заработной платы в РФ за 2012 – 2016 годы

Официальная экономическая наука избегает понятия «личные финансы», единого и общепризнанного определения ему нет. Изучив различные источники, возможно сформулировать этот термин «Личные финансы - это денежные средства, получаемые физическими лицами в виде заработной платы или из других источников дохода, которые мы тратим или не тратим, храним или инвестируем для достижения личных целей, и возникающие в связи с этим экономические отношения между хозяйствующими субъектами» [17-18].

Основная цель личных финансов - обеспечение процесса личного потребления индивидуума независимо от того, какое место в обществе он занимает.

Понятие личного потребления неотделимо от платежеспособного спроса, который напрямую зависит от реальных доходов населения. На протяжении последних трех лет динамика величины реальных располагаемых доходов населения показывает неуклонный спад.

В подтверждение изложенного следует привести данные статистики из доклада Федеральной службы государственной статистики «Социально-экономическое положение России в 2015 году», опубликованного на официальном сайте Росстата. На рисунке 7 видно, что линия тренда на протяжении 2013-2015 гг. отклоняется вниз. Темп роста показателя в конце 2015 года опустился ниже 100% и составил примерно 96,0% к 2012 году [10].

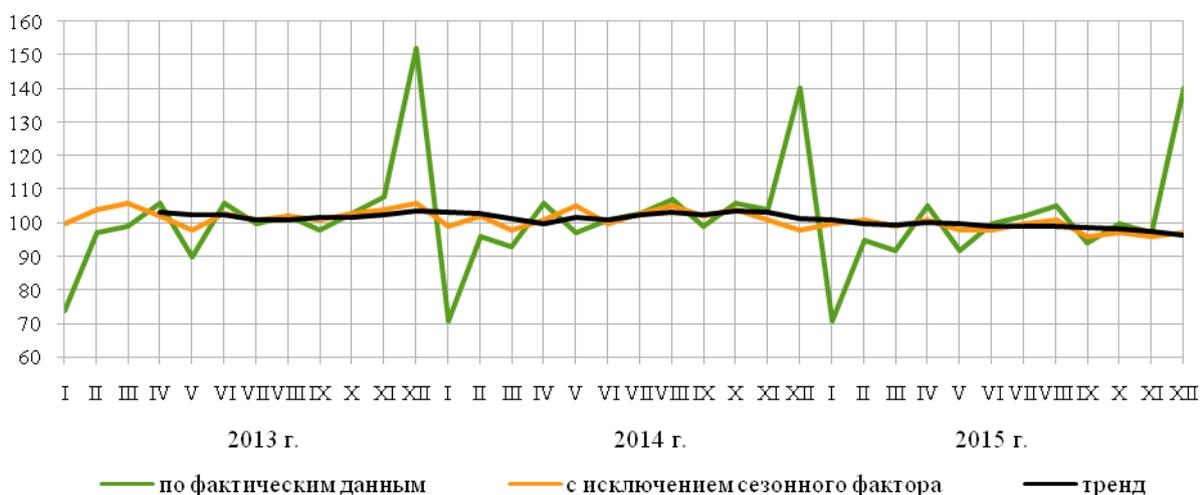


Рисунок 7 - Реальные располагаемые денежные доходы населения, в % к среднемесячному значению 2012 года

Спад реальных доходов населения в совокупности со снижением деловой активности вызывает уменьшение числа источников доходов населения. Как показывают диаграммы на рисунке 2, в IV квартале 2015г. по сравнению с соответствующим периодом 2014 г. возросли доля оплаты труда (включая скрытую заработную плату) на 0,2 п.п., доля доходов от собственности на 0,8 п.п. и доля социальных выплат на 0,1 п.п. (рис. 8). Доля доходов от

предпринимательской деятельности снизилась на 1,1 п.п., что указывает на нежелание граждан в современных условиях заниматься предпринимательской деятельностью [19].



Рисунок 8 - Структура денежных доходов населения в 2014 и 2015 годах, в % к итогу

С целью изучения показателей распределения и концентрации денежных доходов населения, ученые разделили всю совокупность населения на квинтильные группы, выделив пять двадцатипроцентных групп с доходами, ранжированными от наименьших к наибольшим. Данная статистика обновляется Росстатом ежегодно. В таблице 2 представлены данные за 2015 год в сравнении с данными 2014 года [19].

Таблица 2 - Распределение общего объема денежных доходов населения, %

Наименование	2015 год	2014 год
Денежные доходы, всего	100	100
в том числе по 20-ти процентным группам населения:		
первая группа (с наименьшими доходами)	5,3	5,2
вторая группа	10,0	9,9
третья группа	15,1	14,9
четвертая группа	22,6	22,6
пятая группа (с наивысшими доходами)	47,0	47,4
Коэффициент Джини (индекс концентрации доходов)	0,412	0,416
Коэффициент фондов, раз	15,5	16,0

Из данных таблицы 2 следует, что пятая часть населения с наивысшими доходами получает 47% всех доходов населения.

При этом, сравнивая с 2014 годом, можно проследить очень слабую, но наблюдаемую динамику к усреднению ситуации - первая и вторая группы в 2015 году получили прирост по 0,1 п.п., третья - 0,2 п.п.

Пятая группа, с наибольшими доходами, напротив, получила на 0,4 п.п. меньше доходов, чем годом ранее.

Доходы четвертой группы, соответственно, не изменились. Это указывает на высокую степень дифференциации населения по величине располагаемого дохода, а значит, каждая из групп направляет разную долю средств на финансирование тех или иных своих расходов.

Рисунок 9 иллюстрирует, что наибольшая доля доходов населения тратится на покупку товаров, на втором месте оплата обязательных платежей и взносов, затем — оплата услуг.

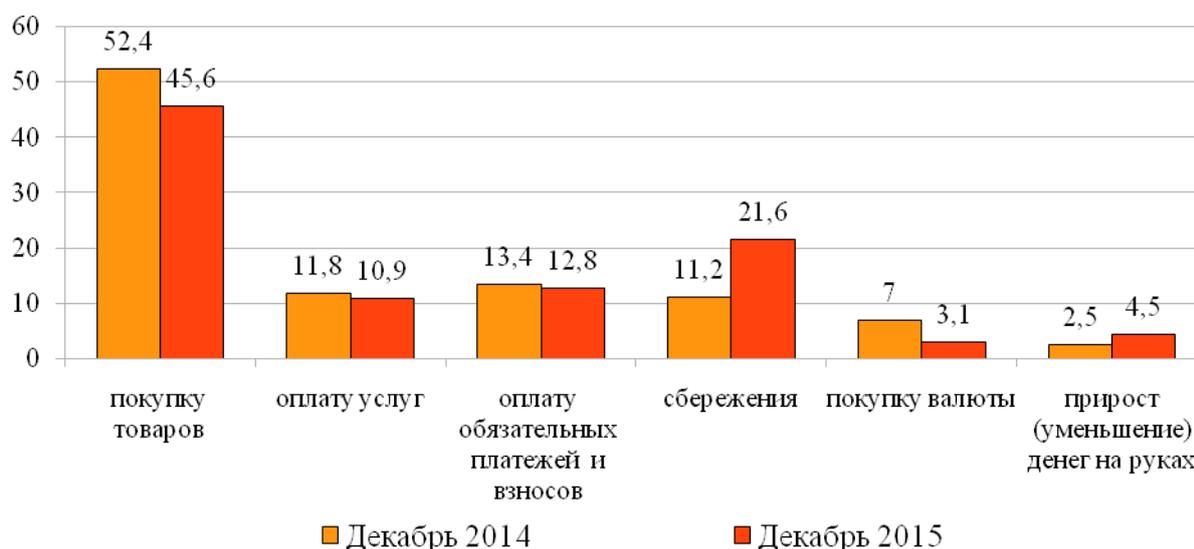


Рисунок 9 - Изменения в структуре использования денежных доходов населения, в % к денежным доходам

То, что остается, обычно откладывается в инвестиции и сбережения. Сбережения в данном контексте включают не только прирост или уменьшение вкладов, но и приобретение ценных бумаг, изменение средств на счетах индивидуальных предпринимателей, изменение задолженности по кредитам, приобретение недвижимости.

Интересно тот факт, что с уменьшением реальных располагаемых доходов населения, доля средств, направляемых в сбережения, растет [19].

Сложившейся ситуацией и ростом сбережений доходов населения необходимо воспользоваться в рамках формирования отраслевой направленности вложения средств, поскольку, как отмечалось ранее, именно доходы населения формируют направления развития отдельных отраслей.

Одним из этапов развития Российского автомобилестроения является реализации кредитных программ, с использованием системы субсидирования процентных ставок и программ государственной поддержки как товаропроизводителей, так и покупателей.

Неоспорим факт необходимости стимулирования спроса населения на автомобили Российских брендов.

Однако, при всей сложности ситуации и поддержки реализации программ субсидирования Российского автопрома руководство Ассоциации «Российские автомобильные дилеры» считает, что:

- во-первых, необходимо поднять пороговую цену автомобиля по льготным кредитам до 1,5 млн. руб.;

- во-вторых, сделать следующий шаг в развитии программы лизинга для физических лиц и принять европейские правила. В Европе, когда физическое лицо покупает автомобиль, то человек не платит НДС. Можно по этой программе сделать ограничение по цене автомобиля до 1,5 млн. руб. Это позволило бы увеличить количество продаж в лизинг с 20 000 тыс. единиц до 120 000 тыс. единиц [20].

Неоспорим факт необходимости развития лизинговых операций в данном направлении, но увеличении максимальной «пороговой цены автомобилей по льготным кредитам», с одной стороны расширит покупательские возможности населения, а с другой стороны повлечет за собой вложения средств отнюдь не в Российский автомобильный рынок.

Как следствие предлагаемых мер - повышение объемов автокредитования и рост просроченной задолженности населения, что в настоящее время, является одной из лидирующих проблем в области кредитной работы с физическими лицами.

В связи с чем, основным направлением, управления личными финансами является повышение финансовой грамотности населения. Данный вопрос активно обсуждается на

уровне Президента и Правительства РФ с 2015 года, где разработаны определенные целевые программы.

Одним из ключевых направлений реализации совместного Проекта Министерства финансов России и Всемирного банка «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации» является формирование базовых знаний и навыков населения в области финансовой грамотности, а также разработка и дальнейшее безвозмездное предоставление образовательных материалов неограниченному кругу лиц.

В связи с чем, одним из направлений повышения уровня финансовой грамотности населения должны стать отдельные элементы образовательного менеджмента, заключающиеся в представлении ключевых параметров процесса управления знаниями в области разработки личного финансового плана

Личный финансовый план (ЛФП) - рациональная стратегия достижения конкретных финансовых целей, опирающаяся на эффективные комбинации определенных финансовых инструментов исходя из возможностей и прогнозируемых потребностей субъекта [21].

Независимо от вида финансового плана, процесс его составления будет включать следующие этапы:

- 1) постановка целей;
- 2) формирование и анализ личной финансовой отчетности;
- 3) корректировка целей;
- 4) определение путей достижения целей.

Первостепенная задача при финансовом планировании заключается в том, чтобы перевести мечты и желания в цели. Так, цель, поставленная в рамки конкретных сроков ее предполагаемого достижения, а также сумма необходимых для этого денежных средств, превращается в задачу, доступную непосредственному решению. Как показано на рисунке 6, определение целей – это лишь «вершина айсберга», один из наиболее легких этапов на пути к финансовой независимости. Каждый следующий этап будет сложнее предыдущего.

Второй этап построения ЛФП - это оценка текущего финансового состояния: доходов, расходов, активов и пассивов, а также текущей рыночной ситуации для последующих финансовых расчетов.

Последовательность проведения процедур составления личного финансового плана, в рамках реализации программ повышения финансовой грамотности, реализуемых Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) необходимо разместить на официальном портале «ХОЧУМОГУЗНАЮ.РУ», при этом в диалоговом режиме представить возможность использования кредитных калькуляторов при выборе программы автокредитования и условий представлений автомобилей в лизинг различными экономическими субъектами.

Повышение уровня финансовой грамотности населения будет способствовать с одной стороны увеличению использования различных финансовых инструментов, а с другой стороны позволит финансовым структурам оптимизировать предпринимательские риски на фоне увеличения объемов вложения сбережений населения в реальный сектор экономики.

Учитывая увеличивающуюся потребность в мобильности населения страны, где на фоне 53 миллионов домохозяйств около 49% семей не имеют авто [22], но при этом увеличивается количество семей имеющих более 1 автомобиля, работа в направлении повышения финансовой грамотности бесспорно актуальна и значима для автомобильного сектора России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белый, К. Финансовые привычки [Электронный ресурс] / К. Белый // Режим доступа: <http://fingeniy.com/finansovye-privychki/>.
2. Институциональные преобразования в экономике: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru.

3. Баранова, С.В. Макроэкономический анализ ценовой ситуации в транспортном комплексе России [Текст] / С.В. Баранова; под общей редакцией А.Н. Новикова // Информационные технологии и инновации на транспорте. - Орел: Госуниверситет-УНПК. - 2015. - С. 239-246.
4. Автопарк России - статистика и прогноз [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.zr.ru/content/articles/779343-inomarki-zaxvatili-rossijskie-dorogi>.
5. Личные автомобили в России [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://maxpark.com/community/1355/content/767336>.
6. Баранов, Ю.Н. Основные тенденции инновационного развития автомобилестроения России, на примере ОАО «АВТОВАЗ»: политика и эффективность функционирования [Текст] / Ю.Н. Баранов, С.В. Баранова // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса. - Орел: ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК». - 2013. - С.123-131.
7. Новиков, А.Н. Инновационная политика и экономическая составляющая развития ОАО «АВТОВАЗ» [Текст] / А.Н. Новиков, Ю.Н. Баранов, С.В. Баранова // Экономические и гуманитарные науки. - Орел. - 2014. - №10 (273). - С.18-28.
8. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года -. -Режим доступа: http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13008.
9. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2014 год и на плановый период 2015 и 2016 годов [Электронный ресурс] // URL: http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130924_5.
10. ОАО «Автоваз» - официальный сайт [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.lada.ru/files/reports/2015rus.pdf>.
11. Российский рынок, дальнейшее падение. РБК [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.rbc.ru/business/14/01/2016/5697cf329a794756e43a28a5/>.
12. Пеньшин, Н.В. Конкурентоспособность услуг автомобильного транспорта в условиях посткризисной модернизации экономики России [Текст] / Н.В. Пеньшин. - Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. - 156 с.
13. Баранова, С.В. Инновационная политика российского автомобилестроения в посткризисный период: коллективная монография [Текст] / С.В. Баранова, Ю.Н. Баранов, Е.П. Лидинфа, Л.И. Малявкина и др. // Повышение конкурентоспособности инновационной экономики региона. - Орёл: ООО ПФ «Картуш». - 2012. - С. 135-154.
14. Рейтинги стран мира 2014г. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.7sekretov.ru/world-ranking-2014.html>.
15. Курс доллара США «Банки.Ру» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://banki24.by/currencies/cbrf/USD/2016-01-01>.
16. Размер средней заработной платы Россиян в 2016 г. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://zakonguru.com/trudovoe/oplata/zarplata/srednyaya-zarplata-v-rossii>
17. Рокин, А. Техника накопления денег [Электронный ресурс] / А. Рокин // Режим доступа: <http://reasonablefinance.ru/domashnie-finansi/tehnika-nakopleniya-deneg.html>.
18. Бабкина, Е.В. Персональные финансы как основное звено финансовой системы [Электронный ресурс] / Е.В. Бабкина // Финансы и кредит. (42) УэКС. – Режим доступа: <http://uecs.ru/logistika/item/1417-2012-06-21-05-41-50>.
19. Социально-экономическое положение России в 2015 году [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики (Росстат) - № ИМ-04-1/30-СД, 9.02.2016. // Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b15_01/.
20. Авторынок 2016: выживут сильнейшие [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.automobili.ru/themes/analyst/no-comme>.
21. Петрикова, И.В. Личный финансовый план как средство повышения качества жизни [Текст] / И.В. Петрикова, НИУ «Высшая школа экономики». - Альманах современной науки и образования, №5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://scjournal.ru/articles/issn_1993-5552_2012_5_40.pdf.
22. В России подсчитали количество автомобилей в одной семье [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.autonews.ru/automarket_news/news.
23. Зырянов, В.В. Развитие рынка автомобильных перевозок в России [Текст] / В.В. Зырянов, Е.Г. Веремеенко // Инженерный вестник Дона. - 2012. - Т. 23. - № 4-2 (23). - С. 152.

Баранова Светлана Викторовна

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ» (филиал в г. Орел)

Канд. эконом. наук, доцент кафедры «Экономика и финансы»

E-mail:svet-svetlanabar@yandex.ru

Новиков Александр Николаевич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Сервис и ремонт машин»

E-mail: novikov@yandex.ru

Суганова Марина Ивановна

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77

Канд. эконом. наук, доцент кафедры «Менеджмент и маркетинг»

E-mail: m-suganova@mail.ru

A.N. NOVIKOV, S.V. BARANOVA, YU.N. BARANOV. M.I. SUGANOVA

AUTOMOTIVE SECTOR AS A STRUCTURAL ELEMENT OF FINANCIAL RELATIONS AND EDUCATIONAL MANAGEMENT

In the article the questions of organization of financial relations of the population, through the control level of solvency and consumer activity. Compiled data for statistical studies in the field of automotive sector of the economy: growth in the number of vehicles in the country in General and per 1000 residents in particular, forward-looking structural component of the automotive market of Russia. The concept of educational management is considered via a structural component of personal financial planning and individual item of a joint Project of the Ministry of Finance and world Bank, enhancing financial literacy and developing financial education in the Russian Federation.

Keywords: organization of the financial relations of the population, the projected structural component of the automotive market of Russia, educational management.

BIBLIOGRAPHY

1. Belyy, K. Finansovye privyichki [Elektronnyy resurs] / K. Belyy // Rezhim dostupa: <http://fingeniy.com/finansovye-privyichki/>.
2. Institucional'nye preobrazovaniya v ekonomike: Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru.
3. Baranova, S.V. Makroekonomicheskiy analiz tsenovoy situatsii v transportnom komplekse Rossii [Tekst] / S.V. Baranova; pod obshchey redaktsiei A.N. Novikova // Informatsionnye tekhnologii i innovatsii na transporte. - Orel: Gosuniversitet-UNPK. - 2015. - S. 239-246.
4. Avtopark Rossii - statistika i prognoz [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: <http://www.zr.ru/content/articles/779343-inomarki-zaxvatili-rossijskie-dorogi>.
5. Lichnye avtomobili v Rossii [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: <http://maxpark.com/community/1355/content/767336>.
6. Baranov, YU.N. Osnovnye tendentsii innovatsionnogo razvitiya avtomobilstroeniya Rossii, na pri-mere OAO «AVTOVAZ»: politika i effektivnost' funktsionirovaniya [Tekst] / YU.N. Baranov, S.V. Baranova // Aktual'nye voprosy innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa. - Orel: FGOBU VPO «Gosuniversitet-UNPK». - 2013. - S.123-131.
7. Novikov, A.N. Innovatsionnaya politika i ekonomicheskaya sostavlyayushchaya razvitiya OAO «AVTOVAZ» [Tekst] / A.N. Novikov, YU.N. Baranov, S.V. Baranova // Ekonomicheskie i gumanitarnye nauki. - Orel. - 2014. - №10 (273). - S.18-28.
8. Transportnaya strategiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda -. -Rezhim dostupa: http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13008.
9. Prognoz sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na 2014 god i na planovyy pe-riod 2015 i 2016 godov [Elektronnyy resurs] // URL: http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130924_5.
10. OAO «Avtovaz» - ofitsial'nyy sayt [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: <http://www.lada.ru/files/reports/2015rus.pdf>.
11. Rossiyskiy rynek, dal'neyshee padenie. RBK [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: <http://www.rbc.ru/business/14/01/2016/5697cf329a794756e43a28a5/>.
12. Pen'shin, N.V. Konkurentosposobnost' uslug avtomobil'nogo transporta v usloviyakh postkrizisnoy modernizatsii ekonomiki Rossii [Tekst] / N.V. Pen'shin. - Tambov: GOU VPO TGTU, 2010. - 156 s.
13. Baranova, S.V. Innovatsionnaya politika rossiyskogo avtomobilstroeniya v postkrizisnyy period: kollektivnaya monografiya [Tekst] / S.V. Baranova, YU.N. Baranov, E.P. Lidinfa, L.I. Malyavkina i dr. // Povyshenie konkurentosposobnosti innovatsionnoy ekonomiki regiona. - Oriol: OOO PF «Kartush». - 2012. - S. 135-154.
14. Reytingi stran mira 2014g. [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: <http://www.7sekretov.ru/world-ranking-2014.html>.
15. Kurs dollara SSHA «Banki.Ru» [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa:

<http://banki24.by/currencies/cbrf/USD/2016-01-01>.

16. Razmer sredney zarabotnoy platy Rossiyan v 2016 g. [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: <http://zakonguru.com/trudovoe/oplata/zarplata/srednyaya-zarplata-v-rossii>

17. Rokin, A. Tekhnika nakopleniya deneg [Elektronnyy resurs] / A. Rokin // Rezhim dostupa: <http://reasonablefinance.ru/domashnie-finansi/tehnika-nakopleniya-deneg.html>.

18. Babkina, E.V. Personal'nye finansy kak osnovnoe zveno finansovoy sistemy [Elektronnyy resurs] / E.V. Babkina // Finansy i kredit. (42) UekS. - Rezhim dostupa: <http://uecs.ru/logistika/item/1417-2012-06-21-05-41-50>.

19. Sotsial'no-ekonomicheskoe polozhenie Rossii v 2015 godu [Elektronnyy resurs] / Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki (Rosstat) - № IM-04-1/30-SD, 9.02.2016. // Rezhim dostupa: http://www.gks.ru/bgd/regl/b15_01/.

20. Avtorynok 2016: vyzhivut sil'neyshie [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: <http://www.automobili.ru/themes/analyst/no-comm>.

21. Petrikova, I.V. Lichnyy finansovyy plan kak sredstvo povysheniya kachestva zhizni [Tekst] / I.V. Petrikova, NIU «Vysshaya shkola ekonomiki». - Al'manakh sovremennoy nauki i obrazovaniya, №5. [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: http://scjournal.ru/articles/issn_1993-5552_2012_5_40.pdf.

22. V Rossii podschitali kolichestvo avtomobiley v odnoy sem'e [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: http://www.autonews.ru/automarket_news/news.

23. Zyryanov, V.V. Razvitie rynka avtomobil'nykh perevozok v Rossii [Tekst] / V.V. Zyryanov, E.G. Vere-meenko // Inzhenernyy vestnik Dona. - 2012. - T. 23. - № 4-2 (23). - S. 152.

Baranova Svetlana Viktorovna

FGOBU VO «Financial University under the Government of the Russian Federation» (branch in Eagle)

Kand. Economy. Sciences, Associate Professor of «Economics and Finance»

E-mail: svet-svetlanabar@yandex.ru

Novikov Alexander Nikolaevich

FGBOU VO «OSU named IS Turgenev»

Address: 302030, Russia, Orel, st. Moscow, d. 77

Dr. Sc. Sciences, Professor, Head. the department «Service and repair of vehicles»

E-mail: novikov@yandex.ru

Suganova Marina Ivanovna

FGBOU VO «OSU named IS Turgenev»

Address: 302030, Russia, Orel, st. Moscow, d. 77

Kand. Economy. Sciences, Associate Professor of «Management and Marketing»

E-mail: m-suganova@mail.ru

***Продолжается подписка на журнал
«Мир транспорта и
технологических машин»***

Подписной индекс журнала:

16376 («Пресса России»)

Подписка через редакцию:

(с любого месяца)

Информация о подписке на нашем сайте

www.oreluniver.ru

Тел. +7 905 856 6556



6 сентября на 76 году ушёл из жизни **Ситников Юрий Михайлович**.

Родился он в Кокчетавской области Казахской ССР. В 1961 году окончил с отличием Сибирский автомобильно-дорожный институт. Окончил аспирантуру при кафедре "Проектирования дорог" МАДИ и в 1967 году защитил кандидатскую диссертацию. Работал в отделе проектирования и развития сети дорог Союздорнии, затем на кафедре геодезии МАДИ. С 1970 года по настоящее время работал на кафедре проектирования дорог МАДИ.

Ю.М.Ситников является крупным методистом и внёс большой вклад в совершенствование и повышение качества высшего автомобильно-дорожного образования в нашей стране. С 1977 по 1987 год являлся бессменным учёным секретарём Научно-методического совета Минвуза СССР по автомобильно-дорожному образованию, с 1987 года - главным учёным секретарём Учебно-методического объединения Минобразования РФ по автотракторному и дорожному образованию. При его непосредственном участии разработаны ряд образовательных стандартов, по которым работают более 200 вузов России. Он является основным разработчиком образовательных стандартов 3-го поколения, гармонизированных с рекомендациями Болонской конвенции стран Европы.

С 1992 года Ю.М. Ситников являлся генеральным секретарём Международной ассоциации автомобильного и дорожного образования (МААДО), внося огромный вклад в сохранение образовательного пространства стран СНГ. Был избран Почетным профессором Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), Тверского государственного технического университета и Пятигорского государственного технического университета.

Ю.М.Ситников внёс большой вклад в подготовку научных кадров высшей квалификации в период работы ученым секретарем докторского специализированного совета ВАК при МАДИ, ему присвоены почетные звания "Почетный дорожник Казахстана" и "Почетный дорожник России".

Светлая память об Юрии Михайловиче Ситникове, крупном методисте высшей школы России, навсегда останется в наших сердцах.

Уважаемые авторы!
Просим Вас ознакомиться с основными требованиями к оформлению научных статей.

- Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах формата А4 и содержит от 3 до 7 страниц; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.
- Статья предоставляется в 1 экземпляре на бумажном носителе и в электронном виде (по электронной почте или на любом электронном носителе).
- В одном сборнике может быть опубликована только **одна** статья **одного** автора, включая соавторство.
- Статьи должны быть набраны шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ - 1,25 см, правое поле - 2 см, левое поле - 2 см, поля внизу и сверху - 2 см.
- Название статьи, а также фамилии и инициалы авторов, сведения об авторах обязательно дублируются на английском языке.
- К статье прилагается аннотация и перечень ключевых слов на русском и английском языке.
- Сведения об авторах приводятся в такой последовательности: Фамилия, имя, отчество; учреждение или организация, адрес учреждения или организации, ученая степень, ученое звание, должность, телефон, электронная почта.
- В тексте статьи желательно:
 - не применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
 - не применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
 - не применять произвольные словообразования;
 - не применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами.
- Сокращения и аббревиатуры должны расшифровываться по месту первого упоминания (вхождения) в тексте статьи.
- **Формулы** следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. **Формулы, внедренные как изображение, не допускаются!**
- **Рисунки** и другие иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые.
- Подписи к рисункам (полужирный шрифт курсивного начертания 10 pt) выравниваются по центру страницы, в конце подписи точка не ставится:

Рисунок 1 - Текст подписи

С полной версией требований к оформлению научных статей, а также архивом журнала Вы можете ознакомиться на сайте <http://oreluniver.ru>.

Плата с аспирантов за опубликование статей не взимается.

Адрес учредителя:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
302026, г. Орёл, ул. Комсомольская, 95
Тел. +7(4862)420024
Факс +7(4862)416684
www.oreluniver.ru
E-mail: unpk@ostu.ru

Адрес редакции:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
302030, г. Орел, ул. Московская, 77
Тел. +7 905 856 6556
www.oreluniver.ru
E-mail: srmostu@mail.ru

Технический редактор, корректор,
компьютерная верстка И. В. Акимочкина

Подписано в печать 15.09.2016

Формат 70x108 1/16.

Усл. печ. л. 9

Тираж 500 экз.

Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе ОГУ имени И.С. Тургенева
302030, г. Орел, ул. Московская, 65.