

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ (МААДО)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – УЧЕБНО-НАУЧНО-  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС»

# **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА**

**МАТЕРИАЛЫ**

Международной научно-практической конференции  
21 - 23 мая 2013 года, г. Орел

**г. Орел**

УДК 656 - 027.31(062)  
ББК 39Я431  
А43

Редколлегия:

Доктор технических наук, профессор *В.А. Голенков*

Доктор технических наук, профессор *А.Н. Новиков*

Доктор технических наук, профессор *В.В. Сильянов*

Доктор технических наук, профессор *И.Е. Агуреев*

Доктор технических наук, профессор *П. Пржибил (Чехия)*

Кандидат технических наук, доцент *А.Л. Севостьянов*

Кандидат технических наук, доцент *А.А. Катунин*

Профессор *Ulrich Brannolte (Германия)*

А43 **Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса.** Материалы 3-ей Международной научно-практической конференции, под общей редакцией д.т.н., проф. А.Н. Новикова (21 - 23 мая 2013 года, ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»). – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2013. – 320 с.

ISBN 978-5-93932-619-3

В материалах международной научно-практической конференции рассмотрены проблемы, связанные с современными технологиями технической эксплуатации и ремонта транспортных средств, организацией автомобильных перевозок, безопасностью дорожного движения, экологическими проблемами транспорта, спутниковыми технологиями ГЛОНАСС/GPS и интеллектуальными транспортными системами на автомобильном транспорте.

Они представляют интерес для научных и инженерно-технических работников и могут быть полезны аспирантам и студентам, интересующихся вопросами эксплуатации автомобильного транспорта.

УДК 656 - 027.31(062)  
ББК 39Я431

ISBN 978-5-93932-619-3

© Госуниверситет — УНПК, 2013  
© Коллектив авторов, 2013

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 629.331

Е.А. ВЛАСОВА, А.В. МАНЖУЛА, А.И. САВЛУК

### АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РОССИЙСКОГО АВТОПРОМА

*В статье проанализировано состояние современного российского автопрома. Затронуты вопросы несоответствия современным реалиям темпов модернизации производства автомобилей, а также неконкурентоспособности отечественных производителей. Рассмотрены направления развития российского автопрома.*

**Ключевые слова:** российский автопром, неконкурентоспособность российских автомобилей, развитие российского автопрома.

E.A. VLASOVA, A.V. MANGULA, A.I. SAVLUC

### ACTUAL PROBLEMS OF THE RUSSIAN AUTOMOTIVE INDUSTRY

*The article analyses the state of modern Russian automotive industry. Issues of inconsistency modern realities of the pace of modernization of manufacture of cars, as well as the lack of competitiveness of domestic producers. The possible directions of development of the Russian automotive industry.*

**Keywords:** Russian automotive industry, non-competitiveness of Russian cars, the development of the Russian automobile industry.

На сегодняшний день Российский автопром находится на грани вымирания. По настоящему работоспособным остался лишь КамАЗ. АвтоВАЗ с недавних пор принадлежит альянсу Renault-Nissan, Газ держится на плаву лишь за счет выпуска Газелей. После неудавшейся попытки выпустить немного перелицованный, но все же устаревший Chrysler Sebring под именем Siber, Газ окончательно распрощался с мыслями о возвращении в сегмент легковых автомобилей.

Основной проблемой российского автопрома является несоответствие современным реалиям. В современных условиях отечественные производители не имеют возможности подстраиваться под новые тенденции и условия, так как отсутствуют необходимые финансовые возможности и база для развития своего модельного ряда. В итоге заводы снова и снова лишь дорабатывают устаревшую конструкцию, а старт производства затягивается на достаточно длительный срок. К примеру, на заводах Toyota переналадка станков происходит всего за несколько минут, в то время как у отечественных производителей это занимает несколько часов или даже дней.

Еще одной проблемой являются ввозные пошлины на иномарки. В данный момент пошлина на подержанные автомобили составляет:

- на иномарки возрастом от трех до семи лет (авто моложе трех лет считается новым):  
0,85 евро за 1 куб. см (объем двигателя менее либо равен 1000 куб. см);
- 1 евро за 1 куб. см (от 1000 до 1500 куб. см);
- 1,5 евро за 1 куб. см (от 1500 до 1800 куб. см);
- 1,75 евро за 1 куб. см (от 1800 до 2300 куб. см);
- 2 евро за 1 куб. см (от 2300 до 3000 куб. см);
- 2,25 евро за 1 куб. см (более 3000 куб. см).

- на иномарки возрастом больше семи лет - 2 евро за 1 куб. см с двигателем объемом меньше 2500 куб.см, и 3 евро за 1 куб.см с двигателем больше 2500 куб.см.

Из-за неконкурентоспособности отечественных производителей государство вынужденно повышать ввозные пошлины на новые и подержанные зарубежные автомобили, что есть не что иное как решение проблемы за счет покупателей. Но это не приведет к решению данной проблемы, а лишь повысит стоимость отечественных автомобилей и атрофирует чувство конкуренции отечественного производителя. Вступление России в ВТО частично решит проблему ввозных пошлин. Так, в течении 7 лет планируется понизить планку на 15-12%, что приведет к увеличению импорта автомобилей. Остается надеяться, что российский автопром успеет подготовиться к этому времени и сможет принять условия честной конкуренции.

Однако на данный момент авторынок России очень далек от методов честной конкуренции. Так, например КамАЗ акционером, которого является государство, потребовал от своих дилеров не продавать китайские малотоннажные автомобили, которые просто не могут быть конкурентами для тяжелых КамАЗов. Такие же методы может предпринять и АвтоВАЗ, ведь многие его дилеры также продают автомобили-конкуренты.

Еще одной стороной вопроса о российском автопроме является сборка автомобилей зарубежного производства на территории РФ. Так как российская экономика не может позволить себе строительство новых или модернизацию старых заводов для нее это остается единственным выходом. К таким проектам можно отнести калининградский Hummer, таганрогский Hyundai и т.д. Для зарубежных предприятий это очень выгодно, так как они перемещаются ближе к возможному потребителю и расходы на таможенные платежи становятся ниже.

В 2011 году автопроизводители выпустили за ворота цехов 1млн.737тыс. легковых автомобилей, что на 44,5% превышает показатели 2010 года. Рост объема производства грузовых автомобилей составил 33,4% и достиг 207тыс. Среди них 1млн.71,3тыс. автомобилей иностранных марок. Их производство, в сравнении с 2010 годом, показало небывалый рост - 70%. Производство автомашин отечественных моделей составило лишь 665,7тыс. экземпляров. Хотя, следует отметить, что этот показатель всё равно больше на 13,9%, чем прошлым году.

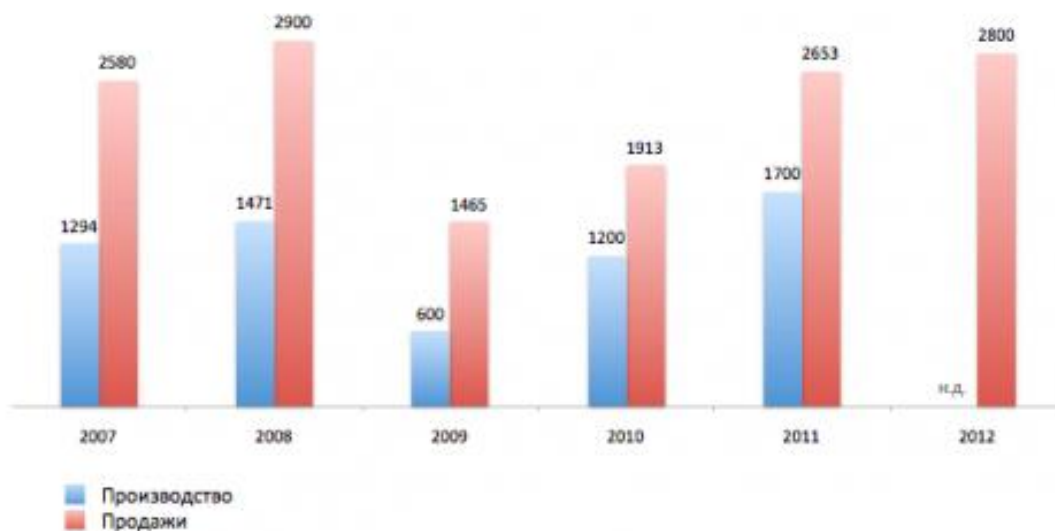


Рисунок 1 – Объем производства и продаж автомобилей за 2007-2012 гг.

Из общего количества продукции автопрома, 68,1тыс. автомобилей были экспортированы, преимущественно в страны СНГ. Вместе с тем, из-за рубежа было ввезено в Россию в течение 2011 года 1млн.20,8тыс. легковых автомобилей, из них новых 898,1 тыс.

Подытоживая вышесказанное, остается признать, что несмотря на рост производства автомобилей, исконно российский автопром находится в не лучшем положении. Российский рынок превращен в площадку для сборки зарубежных автомобилей и это при том, что в таких странах как Китай или Индия доля иностранных инвестиций столь же высока как и в России, однако же китайцы и индийцы всячески развивают свой автопром и причем не безуспешно. А ведь Россия – это не Китай и не Индия, где автомобильная промышленность только начала развиваться.

Но все же, даже в таком положении наш автопром продолжает свое развитие. Так, например, вскоре начнутся продажи обновленной Лада Калина и Лада Приора, а также впервые за всю историю отечественного автопрома создан и вскоре появится в продаже спортивный автомобиль. Построен он будет на базе автомобиля Лада Гранта. Также в скором времени будет разработан автомобиль для главы государства, ведь только наш президент использует автомобиль иностранного производства. Заявки на создание такого автомобиля подавали Газ, Зил, а также НАМИ совместно с компанией «Маруся моторс». Среди них был проведен конкурс и победителем оказалась компания «Маруся моторс». К этому проекту, скорее всего, будут привлечены иностранные компании. Компания ТаГАЗ также не отстает и скоро должна начать выпуск автомобиля своей собственной разработки под именем «Аквелла». Причем данный автомобиль будет позиционироваться как спортивное купе.

Развитие российского автопрома подтверждают цифры. Аналитическое агентство «Автостат» опубликовало рейтинг продаж автомобилей в России по итогам первого полугодия 2012 года по типам кузовов. Первое место с отрывом заняла Лада Гранта (тип кузова: седан).

Российский автопром второй год подряд бьет рекорды по выпуску легковых автомобилей. Однако на мировой арене наша страна смогла вернуться в «десятку» мировых лидеров только в прошлом году.

В 2012 году российский автопром произвел 1 миллион 968 тысяч легковых авто (+12,9% к 2011 году). Это превышает показатели таких стран как Франция (1 млн. 682 тыс. машин, -12,9%) и Испания (1 млн. 539 тыс. шт., -16,3%), которые из-за падения европейского авторынка значительно сократили объемы выпуска и остались позади России. Такие данные были получены компанией «АвтоЦифры» в Международной организации автопроизводителей OICA.

В результате, по итогам 2012 года Россия впервые поднялась на девятое место в мировом рейтинге по производству легковых автомобилей. Кстати, в докризисном 2008-м наша страна уже входила в «десятку» крупнейших мировых стран-автопроизводителей, однако тогда заняла лишь десятое место, а в последующие годы и вовсе в Top-10 не попадала.

А лидерство в мировом автопроме уверенно захватил Китай, где в 2012 году было выпущено 15,5 миллионов легковых авто (+7,2% к 2011 году). На втором месте остается Япония (8,5 млн. машин, +19,5%), на третьем – Германия (5,4 млн. машин, -8,2%). Причем в отличие от Поднебесной, которая львиную долю автомобилей производит для внутреннего потребления, японский и немецкий автопромы более двух третей выпущенных машин поставляют на экспорт. Всего же, по данным OICA, в прошлом году с конвейеров по всему миру сошло 63 миллиона легковых авто, что на 5,3% больше, чем в 2011 году.

По мнению специалистов компании «АвтоЦифры», в дальнейшем российский автопром свои позиции на мировой арене уже не утратит. Ведь даже после восстановления европейских рынков, Россия должна стать лидером по реализации автомобилей в Европе. А основную долю продаж будут составлять машины местного производства. Этому будут способствовать как уже созданные в нашей стране мощности, так и продолжающие действовать льготные условия «промборки».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экономическая статистика: Учебник / Под ред. Ю.Н.Иванова. – М.: ИНФРА-М, 1998.
2. Кризисная экономика современной России: тенденции и перспективы под ред. Е. Т. Гайдара — М.: Проспект, 2010.— 656 с.
3. <http://www.km.ru/avto/2012/03/16/azlk/rossiiskii-avto..>
4. [http://rosinvest.com/acolumn/blog/rossijskij\\_avtoprom..](http://rosinvest.com/acolumn/blog/rossijskij_avtoprom..)
5. <http://vkurse.ru/article/4828196/>
6. [blogi.autonews.ru](http://blogi.autonews.ru)

### **Власова Евгения Александровна**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород  
Старший преподаватель кафедры Сервис транспортных и технологических машин,  
Тел.: +7-910-325-3555  
E-mail: [jvlsova@yandex.ru](mailto:jvlsova@yandex.ru)

### **Манжула Алексей Васильевич**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород  
Студент  
Тел.: +7-951-761-60-54  
E-mail: [alex312011@mail.ru](mailto:alex312011@mail.ru)

### **Савлук Анастасия Ивановна**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород  
Студентка  
Тел. +7-903-887-93-22  
E-mail: [savluk.anastasiy@mail.ru](mailto:savluk.anastasiy@mail.ru)

УДК 667.6

А.С. БОДРОВ, А.Н. НОВИКОВ

## АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА НАРУШЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЕЙ

*Приведены основные факторы, оказывающие влияние на нарушение лакокрасочных покрытий автомобилей в процессе эксплуатации, а также рассмотрен механизм их воздействия на лакокрасочные покрытия.*

**Ключевые слова:** эксплуатация автомобилей, лакокрасочное покрытия, нарушение лакокрасочных покрытий.

A.S. BODROV, A.N. NOVIKOV

## ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE VIOLATION PAINTWORK OF THE VEHICLE

*The main factors that influence the violation of paint vehicles in service, as well as the mechanism of their effect on the paintwork.*

**Keywords:** car maintenance, paint coatings, paint violation.

В процессе эксплуатации автомобили многократно пребывают в двух основных режимах – режиме работы и режиме бездействия (рисунок 1). В обоих режимах автомобили изнашиваются и стареют.

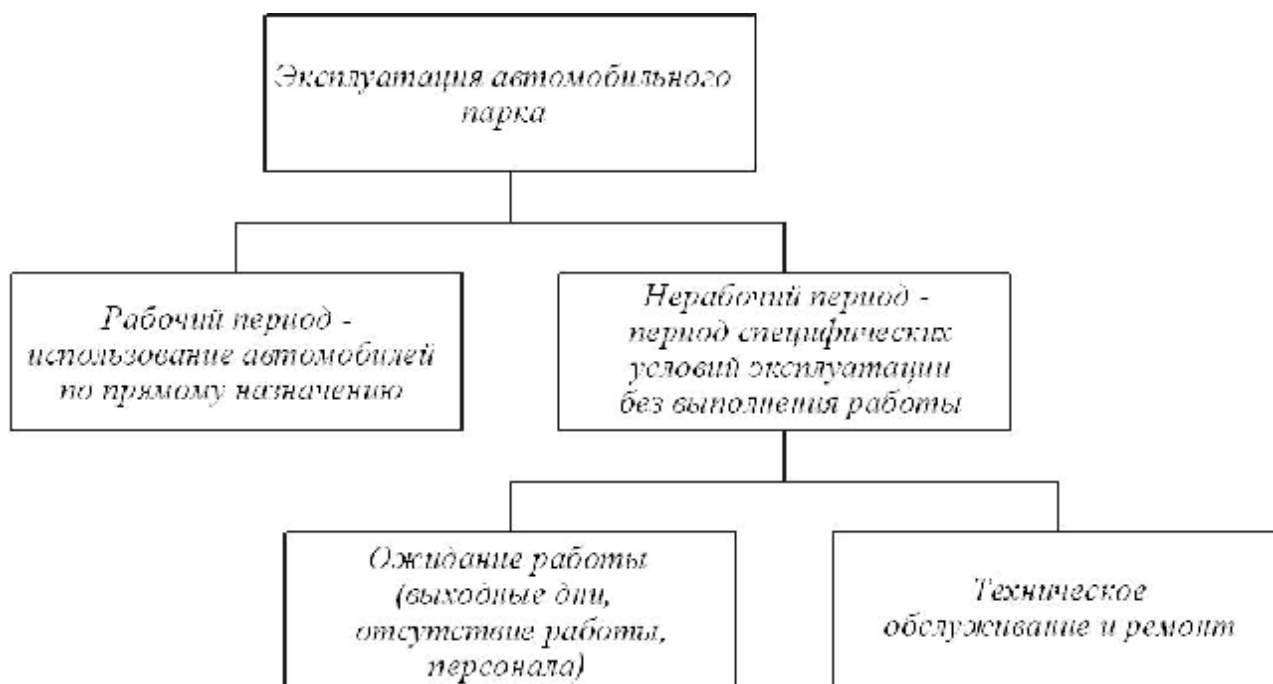


Рисунок 1 – Схема процесса эксплуатации автомобилей

Изнашивание и старение автомобилей происходит под воздействием значительного числа факторов, как внешних, так и внутренних, вызванных протеканием процессов двух видов: функциональных и случайных.

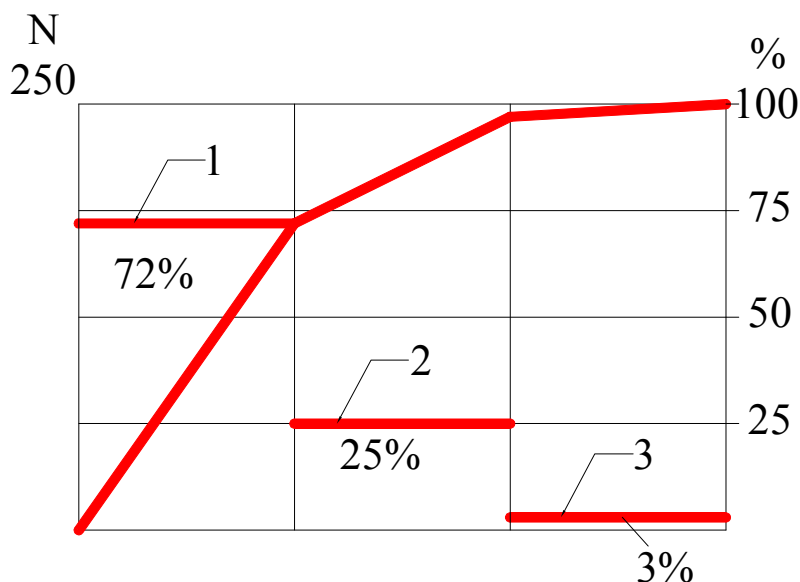
Всё это в конечном итоге это приводит к возникновению отказа. Отказ – это событие, при котором изделие (элемент, система) полностью или частично утрачивает

работоспособность вследствие возникновения такой неисправности, когда хотя бы один из основных параметров, определяющих качество изделия, выходит за пределы установленных допусков.

Так, разрушение лакокрасочного покрытия (ЛКП) автомобилей не приводит к отказу всей машины. Однако для самого покрытия – это уже отказ. С другой стороны, отказ лакокрасочного покрытия, хоть и не приводит к отказу всей машины, но при разрушении ЛКП происходит разгерметизация тонколистовых панелей кузовов и кабин автомобилей, что в конечном итоге приведёт к появлению очагов коррозии и разрушению каркасов кузовов и кабин, а это в свою очередь вызовет отказ всей машины. Таким образом, надёжность ЛКП автомобилей вносит существенный вклад в обеспечение заданного уровня надёжности всей машины.

Наиболее типичными факторами разрушения ЛКП являются воздействия атмосферных осадков, солнечной радиации, температуры, топливо-смазочных материалов, механические воздействия [1].

Оценку вклада вида отказа лакокрасочного покрытия в общий отказ ЛКП можно оценить с помощью диаграммы Парето [2].



**Рисунок 2 – Диаграмма Парето. Распределение отказов лакокрасочного покрытия:**  
*1 – атмосферное старение; 2 – механические воздействия; 3 – действие топлива, масла, пыли*

Как следует из диаграммы, отказы ЛКП вызванные механическими воздействиями (абразивное изнашивание, ударные нагрузки) составляют около 25%, от общего числа отказов ЛКП. Разрушение покрытия происходит также под действием пролитого топлива, прилипшей пыли и грязи (3%). И, наконец, самая большая часть разрушения ЛКП происходит в результате атмосферного воздействия (72%) [2].

Диаграмма Парето позволяет выявить главные причины отказов ЛКП, оценить абсолютную и относительную доли каждого из видов отказов, как в количественном, так и в качественном отношении.

*Воздействие атмосферных осадков.* Окрашенный металл автомобилей в реальных условиях эксплуатации подвергается периодическому увлажнению при выпадении дождя, росы, оттаивании снежного и ледяного покрова, а также при возникновении на поверхности машины адсорбционных пленок влаги.

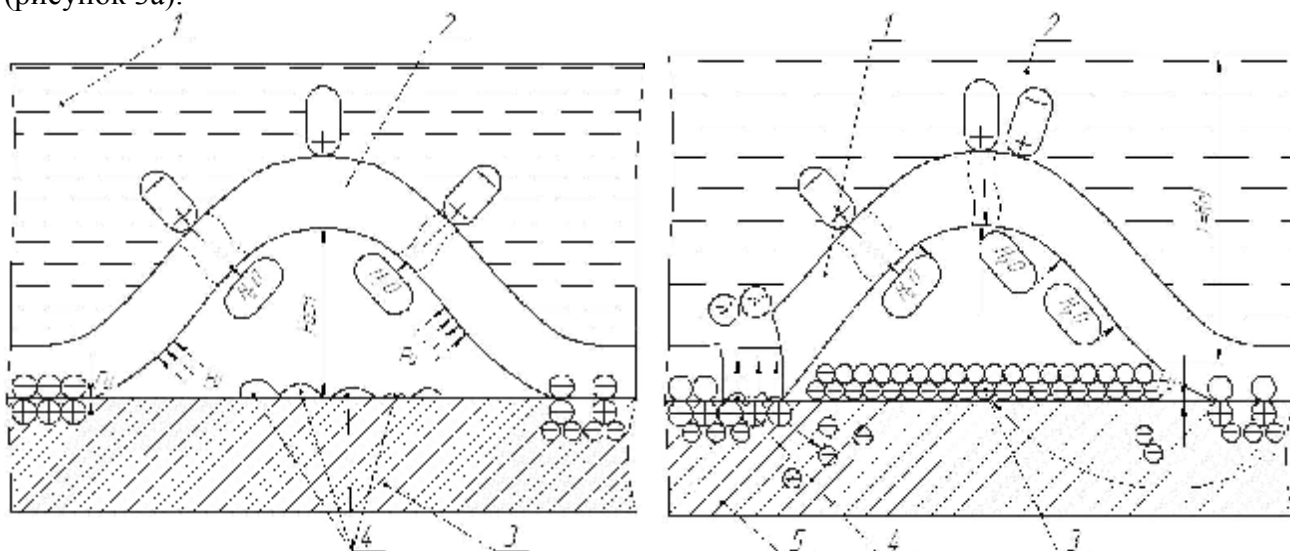
По метеорологическим данным [2] установлено, что в условиях Центрального административного округа Российской Федерации поверхность автомобилей находится под капельно-жидкой пленкой влаги 20 - 150 ч в месяц зимой и 80 - 500 ч в месяц летом и



осенью. Смачивание поверхностей машин дождем составляет в среднем около 20 % от суммарной продолжительности смачивания капельножидкими пленками влаги, а 80 % от суммарной продолжительности смачивания металл машин находится под высыхающими пленками дождевой воды и росы.

По современным представлениям, ЛКП не являются монолитными, а имеют рыхлую структуру. Они состоят из участков различной плотности, пронизанных многочисленными капиллярными каналами (порами). Различают два типа пор, имеющих в лакокрасочной пленке: истинные (микроскопические поры диаметром 0,01 - 1 мм), образующиеся в пленке в процессе сушки, и структурные (промежутки между отдельными комплексами макромолекул диаметром  $10^{-3}$  -  $10^{-5}$  мм). Известно, что размеры молекулы воды составляют менее  $2,5 \times 10^{-6}$  мм, то есть меньше, чем поры покрытия. Поэтому при соприкосновении ЛКП с влагой, которая, как было указано выше, в реальных атмосферных условиях является электролитом, благодаря молекулярно-тепловому движению начинается процесс проникновения влаги через поры ЛКП, то есть имеет место явление диффузии [2].

Осмоз представляет собой процесс проникновения влаги через полупроницаемую оболочку под влиянием разности концентраций растворов. Он состоит в следующем (рисунок 3а).



а): 1 – электролит; 2 – пленка покрытия; 3 – металл; 4 – продукты коррозии.

$F_a$  – сила адгезионной связи плёнки и металла;  $F_{осм}$  – сила осмотического давления растворителя

б): 1 – пленка покрытия; 2 – электролит; 3 – катод; 4 – анод; 5 – металл

Рисунок 3 - Схема разрушения лакокрасочной пленки

Проникая в лакокрасочную пленку, вода частично растворяет некоторые соли, входящие в состав пигментов или низкомолекулярные составные части полимеров, и создает таким образом в самой пленке и под пленкой растворы этих веществ. Как только в пленке и под пленкой образовались водные растворы указанных веществ, так сейчас же начинается осмотическое перемещение влаги. Скорость проникновения влаги через пленку будет прямо пропорциональна разности концентрации раствора по обеим её сторонам. Давление чистого растворителя (воды) в пленке и под пленкой достигает нескольких МПа, которое отрывает покрытие от подложки, образуя при этом на окрашенных поверхностях пузыри.

Электроосмос – перенос воды через полупроницаемую мембрану под влиянием разности потенциалов. В этом случае полупроницаемой мембраной является лакокрасочная пленка. Электроосмос возникает при образовании в пленке разного рода трещин, выкрашиваний, механических повреждений, то есть в том случае, когда обнажается металл

подложки. При этом между отдельными участками пленки возникает разность потенциалов. Поскольку заряд пленки обычно отрицательный, вода движется по направлению к катоду. На рисунке 3б схематично показано возникновение электроэндоосмоса.

Окрашенные поверхности отдельных узлов и деталей автомобилей во время работы получают различные механические повреждения. Поэтому вполне правомерно заключение, что атмосферная влага в виде росы, дождя и снега, попадающая на эти поверхности, проникает под лакокрасочную пленку покрытия преимущественно по механизму электроэндоосмоса.

Как только влага вследствие диффузии, осмоса или электроэндоосмоса достигает поверхности металла, начинается процесс коррозии. Под действием влаги происходят набухание, сморщивание, размягчение пленки, образование пузырей, ослабление адгезии пленки к подложке, что в конечном итоге приводит к разрушению покрытия. Например, набухание пленки вызывает увеличение её объема. Так как увеличение объема покрытий, нанесенных на подложку, может происходить только в направлении, перпендикулярном поверхности сцепления, то в покрытии возникают высокие механические напряжения, которые приводят к отслаиванию покрытия от металла.

*Воздействие солнечной радиации.* Солнечный свет характеризуется спектральным составом и интенсивностью облучения. Солнечный свет не является однородным, а состоит из смеси лучей с различной длиной волн. На Земле солнечный спектр имеет диапазон волн  $2,9 - 30 \times 10^{-7}$  м. Лучи с длиной волн более  $7,6 \times 10^{-7}$  м называются инфракрасными. Они являются носителями тепловой энергии и, нагревая лакокрасочную пленку, вызывают тепловую деструкцию. Но все-таки не эти лучи являются наиболее опасными для лакокрасочной пленки. Сильнее всего разрушают покрытие ультрафиолетовые лучи солнечного спектра с длиной волны до  $4,6 \times 10^{-7}$  м. Обладая высокой химической активностью, они легко проникают в слой покрытия и вызывают разрушение его молекул. Происходит так называемая фотохимическая деструкция, в результате которой молекулы лакокрасочной пленки разрушаются с образованием молекул меньшего размера, а иногда и с отщеплением низкомолекулярных веществ [2]. Таким образом, поглощаемая ЛКП энергия квантов ультрафиолетовых лучей расходуется на разрушение самого покрытия. Под воздействием ультрафиолетовых лучей пленка покрытия выцветает, теряет эластичность, мелет и растрескивается.

*Воздействие температуры.* ЛКП автомобилей за период его эксплуатации постоянно подвергается воздействию окружающей температуры в довольно широком интервале. Для большинства районов Российской Федерации температура окружающего воздуха в течение года колеблется в пределах от  $+30^\circ$  до  $-30^\circ$  С. Окрашенная поверхность автомобилей в летние месяцы при прямом действии солнечных инфракрасных лучей может нагреваться до  $70^\circ$  С. При частых сменах температуры происходят расширение и сжатие металла (подложки) и покрытия. А так как коэффициенты теплового расширения металла и пленки различны, то в ней возникают сильные внутренние напряжения, которые могут привести и приводят к растрескиванию пленки [2].

Повышение температуры вызывает усиление процесса диффузии влаги сквозь лакокрасочную пленку к металлу, ускоряя тем самым процесс коррозии. По современному представлению, звенья молекул полимеров в твердом состоянии совершают  $5 \times 10^{12}$  колебаний в секунду. В результате перемещения звеньев молекул (уплотнение или расширение) образуются микрополости размером более чем молекула воды, через которые вода может проникнуть под пленку. При повышении температуры частота колебаний звеньев молекул растет. Так как с возрастанием тепловых колебаний молекул увеличивается вероятность образования межмолекулярных пустот, значение коэффициента диффузии, а следовательно, и проницаемость паров воды через полимеры с ростом температуры увеличивается. Имеются сведения о том, что с повышением температуры на каждые  $10^\circ$ С скорость тепловой деструкции полимеров примерно удваивается [2].

*Механические воздействия.* Реальные условия эксплуатации оказывают огромное влияние на долговечность ЛКП. Одним из главных факторов, вызывающих разрушение покрытия, являются механические воздействия на него. Они проявляются в виде абразивного воздействия песка, пыли, знакопеременных растягивающих напряжений, возникающих при движении автомобилей.

В результате механических воздействий ЛКП истирается, выщарпывается, выкрашивается и становится неспособным противостоять коррозии.

*Воздействие топливо-смазочных материалов.* В условиях эксплуатации ЛКП отдельных поверхностей узлов и деталей автомобилей периодически подвергаются воздействию топлива и масла. На смоченных маслом или топливом поверхностях автомобилей задерживаются и скапливаются пыль, грязь, усиленно конденсируется и дольше сохраняется влага. Поэтому те поверхности автомобилей, на которых задерживаются топливо-смазочные материалы, резко выделяются от прилипшей пыли и грязи своим черным цветом. Наблюдения за эксплуатирующимися автомобилями показали, что ЛКП на поверхностях, подверженных воздействию топлива и масла, выходит из строя гораздо раньше, чем на поверхностях, не подвергаемых этим воздействиям. По имеющимся данным, даже незначительное количество минерального масла в воде является исключительно неблагоприятной средой для ЛКП. Масло и топливо, попадая на окрашенную поверхность, размягчают пленку покрытия. А мягкая, непрочная пленка легко отстает от металла, оставляя его беззащитным против атмосферной коррозии [2].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодров А.С. Влияние способа подготовки поверхности на адгезию лакокрасочной пленки [Текст] / В.В. Недолужко, А.С. Бодров // Научно-технический журнал «Мир транспорта и технологических машин». – Орел.: ГОУ ВПО «ОрелГТУ», 2010. – №3(30). С. 3-7.
2. Новиков А.Н., Бодров А.С. Окраска автомобилей при ремонте: монография / А.Н. Новиков, А.С. Бодров. – Орел: ОрелГТУ, 2008. – 127с.
3. Бодров А.С. Определение оптимального срока возобновления лакокрасочного покрытия пескоразбрасывателя при ремонте / А.С. Бодров, Д.В. Лохматов Д.В. // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрелГТУ, №1(28) 2010, 48-51 с.

### **Бодров Андрей Сергеевич**

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»  
E-mail: [bodrov57@gmail.com](mailto:bodrov57@gmail.com)

### **Новиков Александр Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», г. Орёл  
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сервис и ремонт машин»  
Тел. +7(4862)734350  
E-mail: [smostu@mail.ru](mailto:smostu@mail.ru)

Ю.А. ВЛАСОВ, Н.Т. ТИЩЕНКО, Р.Ю. ТАНЬКОВ, С.А. ЗЕМЛЯНОЙ

## ДИАГНОСТИКА АГРЕГАТОВ МАШИН ПО ПАРАМЕТРАМ РАБОТАЮЩЕГО МАСЛА МЕТОДОМ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА

*Смазочное масло несет в себе информацию о техническом состоянии агрегата машины, в котором это масло работает. Метод колебательного контура позволяет по изменению диэлектрических свойств масла оценить степень загрязнения работающего масла. Теоретические исследования и эксплуатационные испытания позволяют рекомендовать метод колебательного контура для диагностики машин по параметрам работающего масла.*

**Ключевые слова:** колебательный контур, работающее масло, машина, диагностика

Y.A. VLASOV, N.T. TISHCHENKO, R.Y. TANKOV, S.A. ZEMLYANOV

## DIAGNOSIS OF UNITS MACHINES OPERATING PARAMETERS BY OIL OSCILLATORY CIRCUIT

*Lubricant oil bears in itself information on a technical condition of the unit of the car in which this oil works. The method of an oscillatory contour is capable to estimate extent of pollution of working oil on change of dielectric properties of oil. Theoretical researches and operational tests allow to recommend a method of an oscillatory contour for diagnostics of cars on parameters of working oil.*

**Keywords:** the oscillatory contour, working oil, the car, diagnostics

В настоящее время методы контроля работающего масла, на основе его диэлектрической проницаемости, находят главным образом применение при решении отраслевых задач нефтехимии. Основы диэлектрической проницаемости были разработаны более ста лет назад, однако методы измерения сегодня не отличаются простотой и не находят широкого применения на транспорте.

С развитием экспериментальной физики и новых технологий появились возможности использования электронных приборов для определения диэлектрической проницаемости исследуемой среды [1–4]. И все же методам физико-химического контроля по величине диэлектрической проницаемости не уделяется должного внимания

Оценить состояние работающего масла по изменениям его диэлектрической проницаемости среды можно, исследовав процессы в жидком диэлектрике, помещенном в электрическое поле между обкладками конденсатора. Рассмотрим несколько зависимостей, которые связывают диэлектрическую проницаемость среды с диагностическими параметрами.

Емкость плоского конденсатора зависит от размеров конденсатора и диэлектрика, находящегося между его обкладками:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь электродов;  $\varepsilon_0$  – диэлектрическая постоянная,  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды;  $d$  – расстояние между обкладками конденсатора.

Эта зависимость является основополагающей при исследовании диэлектриков, имеющих однородное состояние. Но смазочная среда работающего масла в агрегате машины не является однородной средой. Соответственно, на дисперсионную среду масла оказывает влияние дисперсная фаза загрязняющих компонентов, и диэлектрическая проницаемость масла будет изменяться. В работах [5–7] отмечаются сложности расчета свойств диэлектрической смеси, исходя из молекулярной теории. Проще исходить из соотношения для диэлектрической проницаемости  $\varepsilon^*$  смеси двух диэлектриков посредством их объемных концентраций и диэлектрических проницаемостей используя формулу Оделевского:

$$\varepsilon^* = \varepsilon_M \left( 1 + \frac{\nu_3}{\frac{1-\nu_3}{3} + \frac{\nu_3}{\varepsilon_3 - \varepsilon_M}} \right), \quad (2)$$

где  $\nu_3$  – объемная концентрация загрязняющих компонентов;  $\varepsilon_M$  и  $\varepsilon_3$  – диэлектрические проницаемости свежего масла и загрязняющих компонентов, соответственно.

Широкое применение при переменном токе нашли следующие методы измерения диэлектрической проницаемости среды [1–4, 8–10]:

- мостовой метод;
- метод колебательного контура;
- метод фазочувствительного выпрямителя;
- определение диэлектрических потерь по величине затухания;
- методы, основанные на использовании резонансных линий и объемных резонаторов;
- калориметрический метод.

Для оценки свойств нефтепродуктов ( $\varepsilon \approx 1,9 \dots 2,5$ ) предпочтительным является измерение значения диэлектрической проницаемости при частоте ( $10^2$ – $10^8$  Гц) и комнатной температуре ( $\sim 20$  °C) [4].

Наиболее простой измерительной схемой, в которой можно использовать указанный интервал частот, является схема с колебательным контуром [4].

В колебательном контуре (рис. 1) емкость измерительной ячейки  $C_M$  включена параллельно катушки индуктивности  $L$  и переменной емкости  $C_0$ . Колебательный контур питается колебаниями постоянной частоты  $f_{\text{пост}}$ . При отключении емкости измерительной ячейки  $C_M$  настраивается подбором емкости  $C_0$  в резонанс на частоту  $f_{\text{пост}}$ .

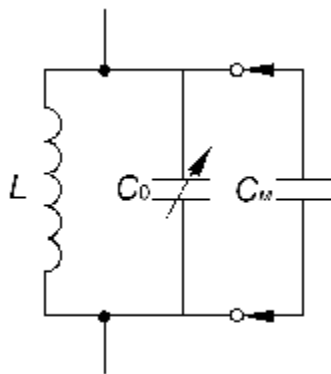


Рисунок 1 – Принципиальная схема колебательного контура

Собственная частота колебательного контура, определяемая формулой Томсона

$$f = 1 / (2\pi\sqrt{LC_0}), \quad (3)$$

совпадает с питающей частотой  $f_{\text{пост}} = f$ .

При включении в схему емкость измерительной ячейки  $C_M$ , результирующая емкость возрастает до  $C_0 + C_M$ , а собственная частота колебательного контура уменьшается

$$f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_0 + C_M)}}. \quad (4)$$

В этом случае условие резонанса нарушается.

Для восстановления резонанса, уменьшается переменная емкость на величину емкости подключаемой измерительной ячейки  $C_M$ .

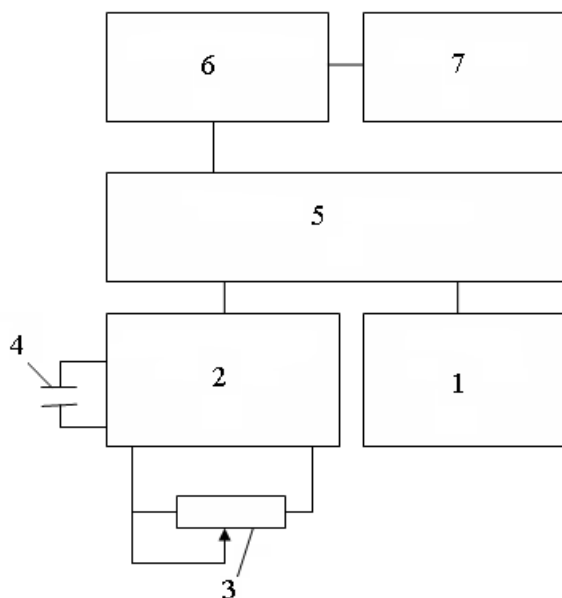
Заполняя измерительную ячейку конденсатора эталонным (свежим) маслом с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ , емкость измерительной ячейки примет величину  $C_0$ . Если в ячейке конденсатора заменить свежее масло на работающее, то величина емкости ячейки  $C_m$  будет отличаться величиной изменения диэлектрической проницаемости загрязняющего вещества.

Используя физические основы данного компенсационного метода в колебательном контуре, проанализируем возможность резонансной схемы (рис. 2).

Схема содержит два отдельных генератора: опорный и перестраиваемый. Опорный генератор имеет строго стабильную частоту  $f_1$ . Частота колебаний  $f_2$  на выходе перестраиваемого генератора зависит от величины емкости измерительного датчика  $C_m$ , включенного в колебательный контур. Колебания опорной  $f_1$  и перестраиваемой  $f_2$  частот смешиваются в делителе (частотном дискриминаторе). На выходе делителя появляются колебания разностной частоты:

$$\Delta f = f_1 - f_2. \quad (5)$$

Настройка на равенство частот ( $\Delta f = 0$ ) производится переменным резистором, включенным параллельно измерительному датчику.



**Рисунок 2 – Блок-схема измерительного прибора:**  
 1 – опорный генератор; 2 – перестраиваемый генератор;  
 3 – переменный резистор; 4 – емкостной датчик;  
 5 – делитель; 6 – детектор; 7 – индикатор

В обоих случаях (4) и (5), измерения частот выполняются по величине сигнала, возникающего при расстройке контура за счет изменения емкости измерительной ячейки. Степень расстройки контура будет определяться величиной диэлектрической проницаемости загрязняющего компонента, оказывающей влияние на первоначальную частоту контура:

$$N = \frac{\Delta f}{f_1}. \quad (6)$$

Основной техникой результат при оценке свойств жидких диэлектриков достигается следующим образом. Первоначально на поверхность емкостного датчика 4 (рис. 2), находящегося в колебательном контуре, наносится свежее масло. Затем с помощью переменного резистора 3 выравниваются частоты между перестраиваемым 2 и опорным 1

частотными генераторами, устанавливая соотношение периодов колебаний опорного и перестраиваемого генераторов согласно формуле:

$$K_1 f_1 = K_2 f_2, \quad (7)$$

где  $K_1$  – частотный коэффициент деления опорного частотного генератора;  $K_2$  – частотный коэффициент деления перестраиваемого частотного генератора.

Затем в колебательном контуре перестраиваемого генератора, на чистую поверхность емкостного датчика наносится исследуемое работающее масло, и регистрируется изменение частоты перестраиваемого частотного генератора вследствие изменения электрической емкости датчика. Оценка состояния масла осуществляется по отклонению частоты импульсов перестраиваемого частотного генератора от эталонного значения, полученного для свежего масла.

Для сравнения частот используется условный показатель импульсов, определяемый по формуле:

$$N = \frac{K_1 f_1 - K_2 f_2}{K_1 f_1}. \quad (8)$$

По условному показателю импульсов оценивается качественный состав исследуемого масла.

Конструкция емкостного датчика представляет собой плоский пленочный конденсатор, емкость которого определяется значением диэлектрической проницаемости среды, окружающей обкладку датчика [11]. Емкость конденсатора от эталонной пробы масла определяется, как сумма емкостей «сухого» и заполненного чистым маслом датчика ( $C_3 = C_0 + C_{\text{чм}}$ ). Рабочая емкость конденсатора будет определяться суммой эталонной емкости и добавочной емкости от действия загрязняющих компонентов ( $C_M = C_3 + C_3$ ).

Блок-схема (рис. 2) может вырабатывать положительный или отрицательный сигналы:

$$\begin{aligned} K_1 f_1 > K_2 f_2 & - \text{положительный сигнал;} \\ K_1 f_1 < K_2 f_2 & - \text{отрицательный сигнал.} \end{aligned} \quad (9)$$

Формула (8) является моделью оценки свойств работающих масел, определяемых в колебательном контуре, через импульсы частот. Обозначим показатель импульсов  $N$  через значение индекса качества масла  $I_{\text{КМ}}$ , запишем модель (8) в виде:

$$I_{\text{КМ}} = \frac{F_1 - F_2}{F_1}, \quad (10)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  – тактовая частота опорного и перестраиваемого генераторов, Гц.

С увеличением концентрации загрязняющих компонентов, диэлектрическая проницаемость которых превышает  $\epsilon$  работающего масла, в работающем масле будет наблюдаться рост емкости измерительной ячейки конденсатора. Однако, с ростом емкости  $C_M$ , наблюдается снижение частоты  $F_2$ , согласно (4). Это объясняется обратной пропорциональной связью емкости и частоты для пробы масла.

Эффективная диэлектрическая проницаемость среды  $\epsilon^*$  в модели (2) рассчитывается в зависимости от концентрации основного загрязнителя. Если расчет ведется для загрязнителя жидкой фазы (вода или топливо), используется формула Оделевского для хаотически расположенных загрязняющих компонентов. В случае, когда основным загрязнителем являются частицы дорожной пыли, главным компонентом которой является кварц, то используется формула Оделевского для матричного расположения загрязняющих компонентов. Для металлических частиц износа используется формула Брюггемана [6].

Индекс качества масла  $I_{\text{КМ}}$  сравнивают с двумя диагностическими критериями – нулем и допустимой концентрацией загрязнителя, определенной для состояния масла, не

потерявшего свою работоспособность. Величину допустимой концентрации можно рассчитать теоретически, а также определить экспериментальными методами исследования.

При отрицательном значении индекса качества масла делается заключение о наличии в работающем масле топлива или масла низшей функциональной группы. При положительном росте («дрейфе») значений  $I_{KM}$  оценивают наличие воды в масле или взвешенных примесей. При положительном неизменяемом значении  $I_{KM}$  определяют присутствие в исследуемом масле продуктов износа, окисления или наличия в исследуемом масле масла более высокой функциональной группы. Пригодным к эксплуатации считается работающее масло с положительным неизменяемым значением  $I_{KM}$ , величина которого ниже браковочного значения, полученного для загрязненного работающего масла.

По результатам выполненных исследований был разработан анализатор качества масла ИКМ (рис. 3), который является контрольно-измерительным прибором, предназначенным для проведения экспресс-анализа качества моторных, трансмиссионных и гидравлических масел в лабораторных, цеховых и полевых условиях с целью диагностирования агрегатов машин с замкнутыми смазочными системами [12].



Рисунок 3 – Экспресс-анализатор качества работающих масел ИКМ

В настоящее время диагностирование машин и механизмов базируется на информации, в основу которой положены рекомендации ГОСТ 25044-81. Но данный стандарт не охватывает систему требований, которые бы позволяли их использовать при оперативном управлении надежностью машин на базе информации, заключенной в пробах работающего масла. Возможность диагностировать работоспособность системы «машина-масло» методом колебательного контура базируется на информации, которая может быть получена по теоретическим и экспериментальным исследованиям. Техническое состояние машин и механизмов оценивается непосредственно по экспериментальной плотности распределения диагностических параметров, полученной по результатам исследования группы однотипных машин с разным техническим состоянием [13]. Для получения диагностической информации в условиях автотранспортных предприятий угольных разрезов Кузбасса выполнялся массовый отбор проб масел SAE-15W40 из двигателей автосамосвалов БелАЗ-7555 и фронтальных погрузчиков Dressta 534.

Применение вероятностно-статистического метода при обработке результатов исследования [14] позволило установить, что распределение  $I_{KM}$  в зависимости от количества измерений  $N$  подчиняется нормальному закону распределения, а плотность распределения значений диагностического параметра характеризуется числовыми характеристиками: модальным значением ( $M$ ), математическим ожиданием ( $MO$ ), дисперсией ( $D$ ), среднеквадратичным отклонением ( $\sigma$ ), стандартной ошибкой среднего значения экспериментальной выборки ( $CO$ ). Допустимое значение диагностического параметра определялось по формуле:  $C_{доп} = M \pm 2\sigma$ . Результаты экспериментального исследования представлены в таблице 1.



Таблица 1 – Числовые характеристики распределения диагностического параметра  $I_{KM}$  масла Chevron SAE-15W40

Диагностируемые машины	Числовые характеристики						
	$N$	$MO$	$M$	$D$	$\sigma$	$CO$	$C_{доп}$
Фронтальный погрузчик Dressta 534, двигатель Cummins 6CT 8.3-215	28	0,18	0,20	0,01	0,10	0,019	0,4
Автосамосвал БелАЗ-7555, двигатель КТТА 19-С	612	0,21	0,20	0,013	0,11	0,005	0,4

Систематическая регистрация результатов измерений  $I_{KM}$  предполагает ведение графиков, которые учитывают наработку машин и работающего масла, долив масла и техническое состояние агрегата машины.

Полученное значение  $I_{KM}$  сравнивают с его предельным значением. По результатам анализа делается заключение о состоянии работающего масла и возможности его дальнейшего использования, а также по росту значений загрязняющих компонентов оценивается техническое состояние узлов машины, которые являются источниками этих загрязнений.

В зависимости от значения измеряемого показателя  $I_{KM}$ , масло, подвергаемое анализу, можно отнести к одной из четырех групп, отличающихся наличием и концентрацией различных примесей.

1 группа – масло с допустимым содержанием примесей годное для эксплуатации. На индикаторе положительное отклонение показаний относительно эталонного масла менее 0,4.

2 группа – масло непригодное для эксплуатации. Повышенное содержание допустимых примесей, либо наличие недопустимых примесей. На индикаторе положительное отклонение показаний относительно эталонного масла превышает значения 0,4.

3 группа – масло с содержанием топлива непригодное для эксплуатации. На индикаторе отрицательное отклонение показаний относительно эталонного масла.

4 группа – масло непригодное для эксплуатации, с содержанием взвешенных примесей, воды, охлаждающей жидкости. На индикаторе наблюдается дрейф показаний в положительную сторону.

**Вывод.** Представленный к рассмотрению метод оценки свойств работающих масел с использованием резонансной схемы колебательного контура универсален, быстродействующий и высокопроизводительный, анализ одной пробы масла не превышает двух минут. Прибор портативен, не требует специального обучения по эксплуатации, не нуждается в специальных реактивах и дополнительном оборудовании.

Рекомендацией к использованию настоящего метода является его применение в лабораториях физико-химических анализов масла, как предварительного метода оценки качества масла. При превышении значений диагностического параметра следует выполнить комплекс стандартных методов оценки работающего масла в соответствии с рабочей программой производственного процесса службы диагностики предприятия.

Данный метод диагностики можно применять как самостоятельный для предприятий с небольшим количеством автотранспортных средств, так и индивидуально частными автовладельцами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арутюнов, О.С. Датчики состава и свойств вещества (комбинированные методы) / О.С. Арутюнов, Б.М. Цеймах. – М.: Энергия, 1969. – 139 с.
2. Магнитные и диэлектрические приборы / Под ред. Г.В. Катца. Часть вторая. – М.-Л.: Энергия, 1964. – 200 с.
3. Проектирование датчиков для измерения механических величин / Под. ред. Е.П. Осадчего. – М.: Машиностроение, 1979. – 480 с.
4. Эме, Ф. Диэлектрические измерения / Ф. Эме. – М.: Химия, 1967. – 224 с.
5. Киселев, В.Ф. Поверхностные явления в полупроводниках и диэлектриках / В.Ф. Киселев. – М.: Наука, 1970. – 400 с.
6. Сканави, Г.И. Физика диэлектриков (область слабых полей) / Г.И. Сканави. – М.-Л.: Гос. изд-во техн.-теор. лит-ры, 1948. – 500 с.
7. Тареев, Б.М. Физика диэлектрических материалов / Б.М. Тареев. – М.: Энергоиздат, 1982. – 320 с.
8. Подкопаев, А.П. Технологические измерения и контрольно-измерительные приборы / А.П. Подкопаев. – М.: Недра, 1986. – 295 с.
9. Фройте, И. Емкостные датчики неэлектрических величин / И. Фройте; перев. с чеш. В.И. Дмитриева. – М.-Л.: Энергия, 1966. – 160 с.
10. Чельцов, А.В. Измерительные устройства для контроля качества нефтепродуктов / А.В. Чельцов. – Л.: Химия, 1981. – 264 с.
11. Лопатин, Б. А. Теоретические основы электрохимических методов анализа / Б.А. Лопатин. – М.: Высш. шк., 1975. – 295 с.
12. Способ диагностики агрегатов машин по параметрам работающего масла / Ю.А. Власов, Н.Т. Тищенко [и др.]: пат. 2473884 Рос. Федерация. № 2011139525/28; заявл. 28.09.2011; опубл. 27.01.2013, Бюл. № 3. – 9 с.
13. Соколов, А.И. Оценка работоспособности машин по параметрам работающего масла / А.И. Соколов, Н.Т. Тищенко, В.А. Аметов. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1991. – 200 с.
14. Айвазян, С.А. Прикладная статистика: Исследование зависимостей: Справ. изд. / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 487 с.

### **Власов Юрий Алексеевич**

Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ), г.Томск  
Кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры «Автомобили и тракторы»,  
Тел. (8-3822) 65-31-16, сот. 8-913-803-73-81,  
[E-mail: yury2006@yandex.ru](mailto:yury2006@yandex.ru)

### **Тищенко Николай Терентьевич**

Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ), г.Томск  
Кандидат технических наук, профессор кафедры «Автомобили и тракторы» ТГАСУ.

### **Таньков Роман Юрьевич**

Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ), г.Томск  
Аспирант кафедры «Автомобили и тракторы» ТГАСУ

### **Земляной Сергей Александрович**

Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ), г.Томск  
Аспирант кафедры «Автомобили и тракторы» ТГАСУ

УДК 629.3.06

Э.И. УДЛЕР, Н.Н. ШЕВЧЕНКО, П.В. ШЕВЧЕНКО, А.В. ДАВЫДОВ

## ЗАПРАВОЧНЫЙ ФИЛЬТР ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Представлена конструкция фильтроэлемента повышенной эффективности, проведен сравнительный анализ гидравлических характеристик, приведены результаты эксплуатационных испытаний.*

**Ключевые слова:** *фильтроэлемент, фильтрующая штора, площадь фильтрации, перепад давления, ресурс.*

E.I.UDLER, N.N.SHEVTCHEKNO, P.V.SHEVTCHEKNO, A.V.DAVYDOV

## PETROL FILTER OF HIGH EFFICIENCY FOR VEHICLE

*The construction of hightened efficiency filter element has been presented, comparative analysis of hydraulic characteristics has been carried out, the results of exploitation tests are given.*

**Keywords:** *filter element, filtering blind, filtration area, pressure overfall, resorce.*

Эффективная техническая эксплуатация транспортных средств зависит от чистоты топлива, поступающего в двигатели внутреннего сгорания. Загрязнение топлива механическими примесями происходит на всех этапах его производства, транспортирования и хранения. Эффективная работа, долговечность и безотказность техники обеспечивается системами фильтрации.

Основу систем фильтрации составляют фильтры тонкой и грубой очистки топлива, а также заправочные фильтры. Наиболее распространенными являются фильтры со сменными фильтроэлементами поверхностного типа с фильтрующей шторой в виде многолучевой звезды (рис. 1). В качестве фильтрующего материала широко применяются фильтровальные бумаги и картоны, обеспечивающие очистку нефтепродуктов от загрязнений размером от 5 мкм в зависимости требований систем по качеству очистки. Основными недостатками фильтрующих элементов подобного типа является относительно небольшая площадь фильтрации, слипаемость гофр, обусловленная деформацией шторы в процессе работы фильтра.

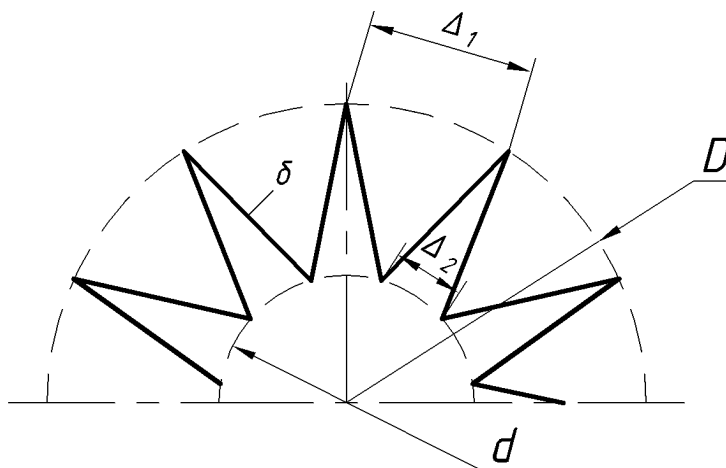
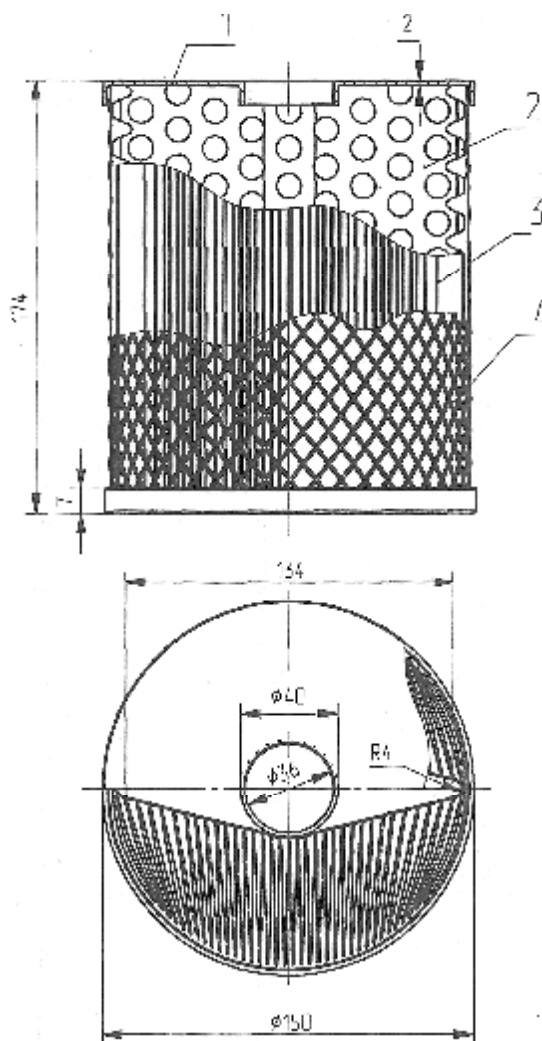


Рисунок 1 – Фильтрующая штора типа «многолучевая звезда»

Основными направлениями повышения эффективности поверхностных фильтроэлементов (ФЭ) является увеличение площади фильтрации, что при одинаковых габаритных размерах достигается различными способами укладки фильтровального материала, а для складчатых и гофрированных фильтров увеличением количества гофр.

Авторами разработан и испытан фильтрующий элемент повышенной эффективности (ФПЭ) [1] (рис. 2). Между крышками ФПЭ (1) находится перфорированная подложка (2), на которую опираются гофры фильтрующей шторы (3). Для предотвращения слипания гофр между ними установлены гребенчатые прокладки. Цилиндрическая обечайка (4) фиксирует фильтрующий пакет. Конструкция герметизируется крышками. Фильтрация происходит в процессе движения загрязненных нефтепродуктов через фильтровальную перегородку от наружной обечайки к перфорированной подложке. Фильтроэлемент повышенной эффективности может использоваться в стандартных корпусах фильтров машин, может иметь фильтровальную штору в виде гофр одинаковой ширины, опирающихся на наружную обечайку и перфорированные пластины.

Такая укладка тонкослойного фильтровального материала позволяет значительно увеличить площадь фильтрации, и, следовательно, снизить начальное гидравлическое сопротивление, повысить грязеемкость и ресурс работы фильтроэлемента в сравнении с традиционной конструкцией типа «звездообразная штора».



**Рисунок 2 – Конструкция фильтроэлемента повышенной эффективности**

Анализ соотношения площадей фильтрации в традиционной конструкции и ФПЭ показал значительное увеличение площади фильтрации, при оптимальном соотношении

наружного  $D$  и внутреннего  $d$  диаметров для «звездообразной шторы» ФЭ  $\frac{D}{d} = 2$  [2] на 35 %, а при  $\frac{D}{d} > 2$  до 100 % [3], что говорит об особой эффективности применения этой конструкции в фильтрах большой пропускной способности.

Получена зависимость начального гидравлического сопротивления ФПЭ  $\Delta p_{\text{ФПЭ}}$  от параметров системы фильтрации и конструктивных параметров фильтроэлемента [3]:

$$\Delta p_{\text{ФПЭ}} = \frac{V}{nDB(1 - \frac{1}{D/d})} + \frac{VD}{8n} (1 - \frac{1}{D/d})(A_1 + A_2), \quad (1)$$

где  $V$  - пропускная способность фильтроэлемента; комплексы  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $B$  определяются по формулам:

$$A_1 = \frac{24\nu\rho}{\Delta_1^3 H}; \quad (2)$$

$$A_2 = \frac{24\nu\rho}{\Delta_2^3 H}; \quad (3)$$

$$B = \frac{K \cdot H}{\delta \cdot \nu\rho}, \quad (4)$$

где  $\nu$  - кинематическая вязкость фильтруемой жидкости;  $\rho$  - плотность жидкости;  $H$  - высота фильтроэлемента;  $K$  - коэффициент проницаемости;  $\Delta_1; \Delta_2$  - максимальный и минимальный фильтрующие зазоры.

Начальное гидравлическое сопротивление ФПЭ при одинаковом количестве гофр с фильтроэлементом традиционной конструкции (звездообразным) значительно меньше [3]. Увеличение площади фильтрации и снижение гидравлического сопротивления являются преимуществом фильтроэлемента повышенной эффективности ФПЭ, конструкция является перспективной для создания новых фильтров, так как позволяет увеличить грязеемкость и ресурс работы сменного фильтроэлемента.

Начальное гидравлическое сопротивление фильтра в целом зависит от совокупности местных и линейных сопротивлений фильтроэлемента и корпуса (рис. 3), для фильтроэлемента достаточно учесть сопротивление фильтрующей шторы.

$$\Delta p = \Delta p_K + \Delta p_{\text{ФПЭ}}, \quad (5)$$

$$\Delta p_K = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_5, \quad (6)$$

где  $\Delta p_1$  - сопротивление входного патрубка;  $\Delta p_2$  - сопротивление входа в корпус;  $\Delta p_3$  - линейные потери в корпусе;  $\Delta p_4$  - потери давления на вход в выпускной патрубок;  $\Delta p_5$  - потери давления в выходном патрубке.

Методика расчета местных и линейных сопротивлений корпуса  $\Delta p_K$  известна [2].

Анализ показал, что начальное гидравлическое сопротивление корпуса соизмеримо с начальным гидравлическим сопротивлением фильтроэлемента, а в процессе работы фильтра сопротивление ФЭ возрастает.

Качество очистки нефтепродуктов обеспечивается фильтровальной шторой, которая изготавливается из фильтровальных бумаг или картонов. Проведены исследования основных характеристик современных фильтровальных бумаг, влияющих на эффективность очистки

нефтепродуктов. Такие тонкослойные фильтровальные материалы имеют волокнистую поровую структуру, и характеризуются толщиной  $\delta$ , пористостью  $\psi$ , коэффициентом проницаемости  $K$ . Процесс фильтрования нефтепродуктов характеризуется взаимодействием полидисперсных загрязнений нефтепродуктов с неоднородной пористой средой. Эффективность очистки оценивается стандартным показателем  $d_{0,95}$ , характеризующим размер частиц загрязнений 95 % которых задерживается фильтрующей шторой. Структурные характеристики фильтровальных материалов определены лабораторными испытаниями по стандартным и специальным методикам [2] и приведены в табл. 1, эффективность очистки определена расчетным путем по формуле [2]:

$$d_{0,95} = 5,135 \cdot \sqrt{K/\psi}. \quad (5)$$

Таблица 1. Экспериментальные характеристики фильтрационных материалов и эффективность очистки нефтепродуктов

№ п/п	Материал	ГОСТ, ТУ	$\delta$ , мм	$\psi$	$K$ , м <sup>2</sup>	$d_{0,95}$ , мкм
1	БФДТ	ТУ ОП 13-0279514-06-92	0,31	0,45	$0,12 \cdot 10^{-12}$	2,7
2	КФДТ	ТУ 81-04-421-76	2,38	0,76	$14,9 \cdot 10^{-12}$	22,7
3	БТ-170К	ТУ ОП 13-0279514-07-92	0,39	0,6	$0,15 \cdot 10^{-12}$	2,6
4	ДРКБ	ТУ 81-04-178-72	0,68	0,9	$49,7 \cdot 10^{-12}$	38,2
5	БДТ-3К	ТУ ОП 13-0279514-10-92	0,34	0,55	$0,14 \cdot 10^{-12}$	2,6
6	БФМ-ПМ	ТУ ОП 13-0279514-02-91	0,6	0,7	$15,5 \cdot 10^{-12}$	24,2
7	БТ-5	ТУ ОП 81-04-572-80	0,4	0,74	$0,87 \cdot 10^{-12}$	5,6
8	843VY134	Hollingsworth & Vose, Германия	0,48	0,6	$6,5 \cdot 10^{-12}$	16,9
9	1536VN134	Hollingsworth & Vose Германия	0,5	0,7	$12,2 \cdot 10^{-12}$	21,4
10	930VN134	Hollingsworth & Vose Германия	0,57	0,5	$20,5 \cdot 10^{-12}$	32,9

Для очистки топлива на АЗС и АЗК применяются сливные фильтры, осуществляющие предварительную очистку топлива и обеспечивающие тонкость фильтрации 20...25 мкм. Для проведения испытаний был выбран фильтр ФДГ-30ТМ, в корпус которого был установлен фильтроэлемент повышенной эффективности ФПЭ (рис. 2). Фильтрующий элемент выполнен в соответствии с типоразмером серийного фильтроэлемента компании «Евроэлемент» ЕЕ-03 007. Фильтрующая штора ФПЭ и серийного фильтроэлемента выполнена из фильтровального материала 1536VN134, обеспечивающего эффективность очистки 20...25 мкм.

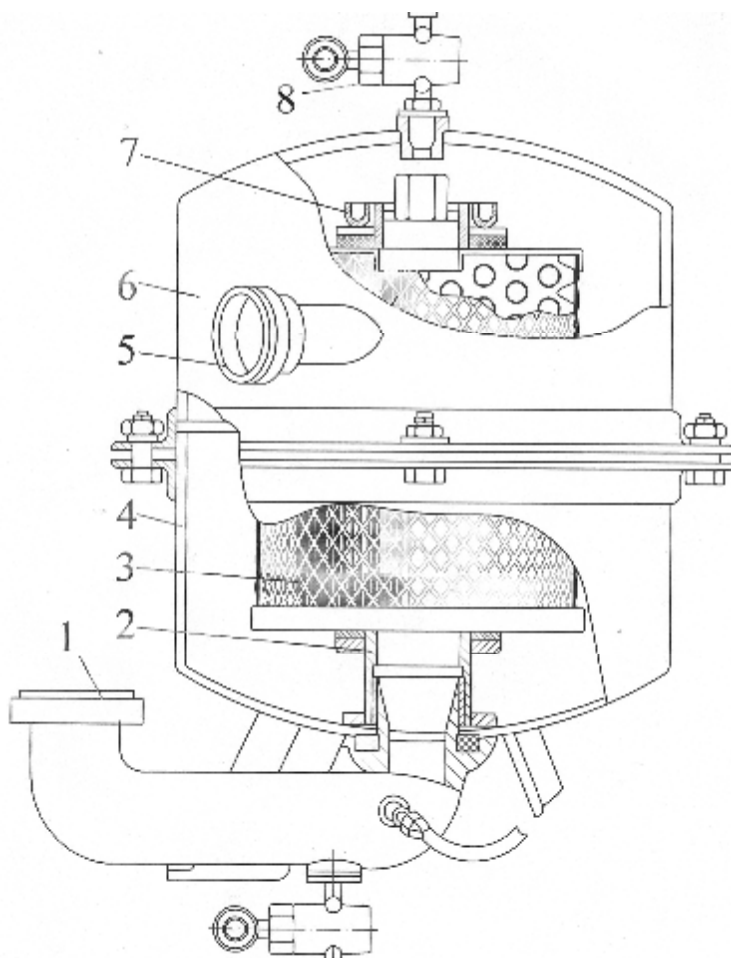


Рисунок 3 – Фильтр ФДГ-30ТМ с фильтроэлементом ФПЭ:

1 – патрубок выходной; 2 – центральная трубка; 3 – фильтроэлемент ФПЭ;  
4 – нижняя половина корпуса; 5 – патрубок входной; 6 – верхняя половина корпуса; 7 – гайка нажимная; 8 – краник для спуска воздуха

Проведены сравнительные эксплуатационные испытания ФПЭ и серийного фильтроэлемента ЕЕ-03 007 в корпусе заправочного фильтра ФДГ-30ТМ, который применялся на заправочных пунктах автоколонн.

Фиксировался объем выданного топлива. Фильтроэлементы работали до максимального перепада давления  $\Delta p_{\max} = 150$  кПа, после чего они снимались для определения грязеемкости. Результаты испытаний фильтроэлементов в автотранспортных предприятиях, показаны в табл. 2.

Таблица 2 – Сравнительные результаты эксплуатационных испытаний серийного ЕЕ-03 007 и ФПЭ фильтроэлементов

Место испытаний	Тип фильтроэлемента	Тонкость фильтрации, мкм	Ресурс, м <sup>3</sup>
Транспортная компания ООО «ТМТ Групп»; Автоколонна ООО «Разрез Киселёвский» 04.05.2011...22.03.2013	ЕЕ-03 007	20...25 мкм	253 м <sup>3</sup>
	ФПЭ	20...25 мкм	326 м <sup>3</sup>

Повышение качества очистки топлива и снижение эксплуатационных расходов на обслуживание систем фильтрации с фильтроэлементами ФПЭ новой конструкции позволит повысить надежность автомобильных топливных систем.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2232619. Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 01, D 27/06 46/52. Фильтрующий элемент; опубл. 20.07.04, Бюл.№20 . – 3с.
2. Удлер, Э.И. Фильтрация нефтепродуктов / Э.И. Удлер.- Томск: Изд-во Томского университета, 1987. – 217 с.
3. Фильтроэлемент повышенной эффективности для очистки нефтепродуктов. Э.И. Удлер, Н.Н. Шевченко, П.В. Шевченко //Материалы 12-й международной научно-практической конференции 13-16 апреля 2010 года «Ресурсосберегающие технологии ремонта, восстановления деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки от нано- до макроуровня. – Часть 2. – Санкт-Петербург: Изд-во политехн. ун-та, 2010. - С. 444-448.

**Удлер Эдуард Исаакович**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Автомобили и тракторы»  
Тел. (факс) +7-(3822)-65-98-02

**Шевченко Н.Н.**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
Кандидат технических наук, доцент каф. «Автомобили и тракторы»  
Тел. +7-(3822)-65-31-16

**Шевченко П.В.**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
Зав. лабораторией каф. «Автомобили и тракторы»  
Тел. +7-(3822)-65-31-16

**Давыдов А.В.**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
Старший преподаватель каф. «Автомобили и тракторы»  
Телефон: +7 (3822)65-31-16  
E-mail: [anatol1977@yandex.ru](mailto:anatol1977@yandex.ru)



УДК 629.113

Л.А. САВИН

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОТОРНЫХ АГРЕГАТАХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*В докладе сделан анализ перспектив применения интеллектуальных технологий в транспортных машинах. Речь идет о создании транспортных систем новых поколений с качественно новыми техническими характеристиками. Рассмотрена принципиальная схема мехатронных устройств, включающих информационно-измерительные системы, программу управления, системы автоматизированной диагностики и элементную базу адаптивных мехатронных систем.*

*Ключевые слова: интеллектуальные технологии, мехатронное устройство, адаптивная мехатронная система.*

L.A. SAVIN

## INTELLECTUAL TECHNOLOGIES IN THE ROTOR UNITS OF VEHICLES

*The paper presents the analysis perspectives of intellectual technologies application in transport machines. It is about development of new generations of transport systems with new technical characteristics. The principal scheme of mechatronic devices including information and measuring systems, control programs, automated diagnostic systems and adaptive mechatronic systems' hardware are considered.*

*Keywords: intellectual technologies, mechatronic devices, adaptive mechatronic systems.*

В настоящее время интеллектуальные технологии находят применение практически во всех сферах человеческой деятельности. В первую очередь это области науки и техники, которые находятся на передовом крае НТР, а именно, ракетно-космическая и авиационная техника, различные виды транспорта, медицинское оборудование, технологические комплексы, вычислительная техника и периферийные устройства ЭВМ, робототехника и т.д. Безусловно, интеллектуальные устройства являются весьма дорогостоящей продукцией и могут быть использованы только в отдельных случаях, однако наблюдается устойчивая тенденция расширения применения этих систем и в других областях, о чем свидетельствует динамика увеличения функций информационных компонентов транспортных машин (рис.1). Если в 50-х гг. прошлого века машин представляет собой объекты, в которых реализовывались в основном механические, электромеханические и пневмогидравлические процессы, функций в электронике были представлены в незначительном количестве. В настоящее время во многих технических сферах информационные и электронные устройства выполняют до 60% функций, что свидетельствует о радикальном изменении подходов к проектированию и созданию различных видов транспортных машин новых поколений.

Наиболее отчетливо внедрение интеллектуальных технологий можно проследить на примере автотранспортных средств. Современные автомобили представляют собой комплекс мехатронных устройств с элементами интеллектуального управления. Мехатронные устройства в автомобилях используются для регулирования работой двигателя, систем торможения, трансмиссии, систем управления и навигации, эргономических параметров, систем подвески, положения рабочих органов (рис.2).

Для управления работой двигателя используется система регулировки фаз газораспределения на автомобилях, которая изменяет высоту подъема клапанов в зависимости от мгновенной нагрузки двигателя (AVCS, MIVEC, VTEC). Существуют системы впрыска, подающие топливо в цилиндры через общую магистраль под высоким давлением, отличающуюся высокой приемистостью и низким расходом топлива.



Рисунок 1 – Динамика изменения функций машин

В трансмиссиях автомобилях используются различные виды мехатронных устройств, в частности, система стабилизации автомобиля во время движения с прицепом. При потере устойчивости автомобиля система подтормаживает колеса "по диагонали" в противофазу колебаниям, одновременно снижая скорость машины путем уменьшения подачи топлива в двигатель. Система «умного» выбора передач (Grade Logic Control), обеспечивает равномерную тягу, что особенно важно при подъеме в гору. Существует противозаносная система стабилизации с возможностью антиблокировки и антипробуксовывания с контролем тяги и электронной системой управления дроссельной заслонкой. Контрольный блок получает информацию с датчиков углового ускорения автомобиля, угла поворота рулевого колеса, информацию о скорости автомобиля и вращении каждого из колес. Система анализирует эти данные и рассчитывает траекторию движения, а в случае, если в поворотах или маневрах реальная скорость не совпадает с расчетной и автомобиль "выносит" наружу или внутрь поворота, корректирует траекторию движения, подтормаживая колеса и снижая тягу двигателя.

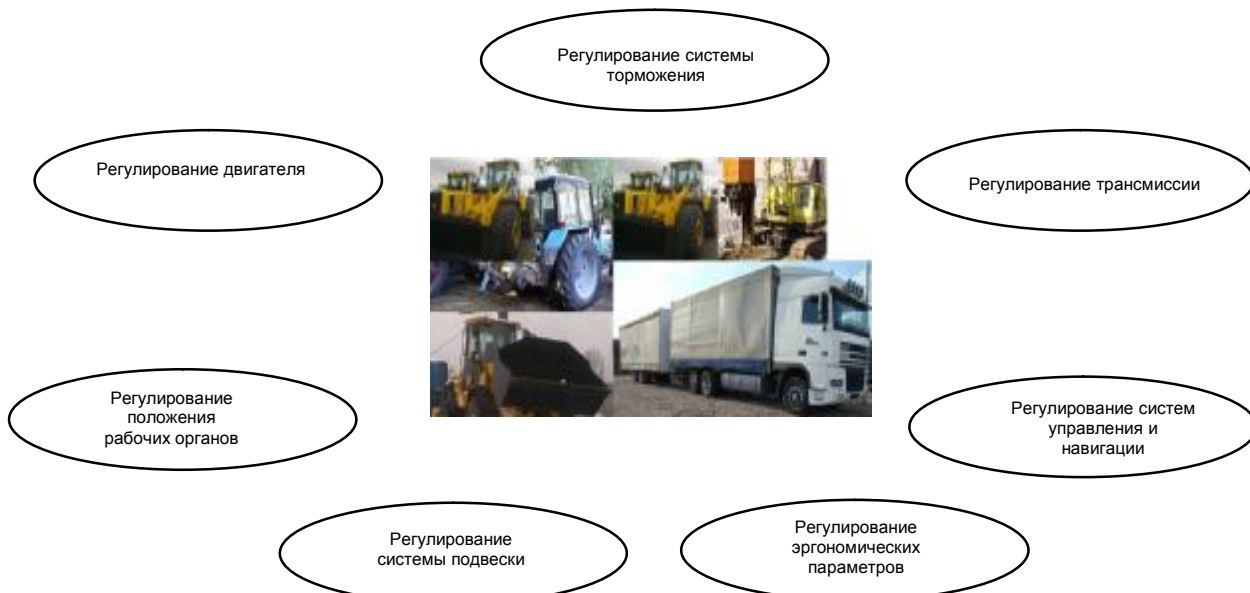


Рисунок 2 – Мехатронные системы автомобиля

В настоящее время широко распространены антиблокировочные системы (АБС), предотвращающие блокировку колёс транспортного средства при торможении. Основное предназначение этих устройств состоит в том, чтобы уменьшить тормозной путь и обеспечить управляемость транспортного средства в процессе резкого торможения, и исключить вероятность его неконтролируемого скольжения. В регулировании подвески используются системы, которые эффективно противодействует продольным и поперечным кренам, меняет уровень пола. Пружины и амортизаторы имеют «комфортные»

характеристики, а плунжеры создают необходимые дополнительные усилия. Система MASC представляет собой динамическую систему стабилизации курсовой устойчивости - контролирует поперечную динамику автомобиля и предотвращает срыв в занос и боковое скольжение, то есть сохранять курсовую устойчивость, траекторию движения и стабилизировать положение автомобиля в процессе выполнения маневров плохом покрытии.

Современные автотранспортные средства оснащаются системой климат-контроля. Данная система предназначена для создания и автоматического поддержания микроклимата в салоне автомобиля. Система обеспечивает совместную работу систем отопления, вентиляции и кондиционирования за счет электронного управления.

Для автомобилей, помимо названных устройств, представляется весьма перспективным применение мехатронных элементов поперечной и продольной устойчивости движения, улучшение управляемости и надежности тормозных систем. Особенно важно для повышения безопасности и эффективности техники применение интеллектуальных логистических систем, способных в условиях неопределенности и ограниченности информации согласовывать работу транспортных систем.

Наиболее перспективное направление совершенствования роторных машин связано с применением активного управления элементами, предполагающее использование алгоритмов нечеткой логики, нейронных сетей, генетических алгоритмов и комбинированных мягких вычислений. В этом случае система управления движением ротора включает в себя программно-аппаратные и вычислительные устройства, сенсорные элементы, блок сбора и обработки информации, исполнительные механизмы, источники энергии (рисунок 3). Реализация активного управления основана на системном подходе, предполагающим рассмотрение роторной машины как единой мехатронной системы, объединяющей функции диагностики, контроля и управления вибрацией, гидродинамическими, термоакустическими и расходными характеристиками. При этом роторно-опорный узел следует рассматривать как связующий элемент динамической и информационной системы. В конечном счете, опора ротора, предназначенная обеспечения постоянного положения рабочих колес относительно корпуса, демпфирования, снижения трения и передачи нагрузок, способна осуществлять управляющие воздействия на направление и величину радиальных и осевых реакций в опорах, жесткость и демпфирование смазочного слоя в подшипниках. Активная опора, используя механизм считывания и цифровой обработки информации, может реализовывать не только изменение реакций и уровня демпфирования, но генерировать управление наклона лопаток направляющих аппаратов, регулирование площади поперечных сечений входного устройства и/или сопла, расход рабочих тел, характеристики демпфера, зазоры в уплотнениях, регулирование подачи топлива, стабилизацию горения и гидродинамических процессов в компрессоре, гидродинамических течений жидкостей в насосах, что невозможно достигнуть при пассивном подвесе роторов.

Практическое применение нашли в настоящее время активные магнитные подшипники, в которых несущая способность и управление реализуется посредством электромагнитных катушек и системы коммутации. Этот вид опор, безусловно, имеет широкие перспективы, но не может в полной мере обеспечить потребности в создании роторных машин новых поколений. Это связано, прежде всего с большими габаритами и обеспечением надежности функционирования. С мехатронными технологиями связано создание опорных узлов SNR, в которых подшипники качения комбинируются совместно с сенсорными элементами, что позволяет проводить диагностику параметров вибраций, износа, температур в процессе эксплуатации. Возможно проводить активное регулирование параметрами опоры путем компенсации тепловых деформаций дорожек роликоподшипников с использованием пьезоэлектрических актюаторов.



Рисунок 3 – Элементы и принципиальная схема активного управления в роторных машинах

В данном докладе будет представлено новое направление в создании активного подвеса роторов с использованием опор жидкостного трения, а именно, гидростатодинамических подшипников (ГСДП), в которых несущая способность формируется в результате совместного действия гидродинамического эффекта и гидростатического всплытия. В активных ГСДП управление характеристиками может достигаться изменением давления в питающих камерах с помощью сервоклапанов, регулированием углов наклона сегментов или жесткости лепестков, изменением зазоров при помощи электроприводов и т.д. Отдельными направлениями в создании активных опор является использование магнито-реологических жидкостей и комбинированных адаптивных подшипниковых узлов на основе подшипников качения и скольжения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hesselbach, J., (2002) Active Hydrostatic Bearing with Magnetorheological Fluid, 8th International Conference on New Actuators, Bremen, Germany, pp. 343-346
2. Kytka, P. and Nordmann, R., (2007) C-Code Implementation of Robust  $\mu$ -Synthesis-Controllers for Industry Applications – In Proc.: IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics AIM, ETH-Zürich, Switzerland
3. Савин, Л.А. Алгоритмы управления мехатронными гидростатическими подшипниками / Л.А. Савин, Д.В. Шутин // 7-я Международная конференция «Мехатронные системы и материалы», Каунас, Литва, 2011. – С. 111-112

### Савин Леонид Алексеевич

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», г. Орел  
 Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Мехатроника и международный инжиниринг»

Тел.: +7(4862) 43-29-43, +7(4862) 48-37-66

E-mail: [savin@ostu.ru](mailto:savin@ostu.ru)

УДК 378.2

В.И. КОСТЕНКО

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ОЦЕНКЕ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

*Бально-рейтинговая система оценки результатов обучения студентов предусматривает накопление студентами оценок в баллах при выполнении модулей дисциплин в течении определенного периода времени. Проблема оценки результативности учебной деятельности студентов обозначена в Программе модернизации системы российского высшего образования как одна из основных. Кроме того, вступление России в Болонский процесс требует приведения российской системы образования к международным стандартам.*

**Ключевые слова:** бально-рейтинговая система, модуль учебной дисциплины, мотивация студентов, промежуточный контроль знаний

V. I. KOSTENKO

## USE THE POINT-RATING SYSTEM IN THE ASSESSMENT OF STUDENTS ' KNOWLEDGE

*Point-rating system of assessment of learning outcomes of students provides for the accumulation of students ' assessments in points when performing modules disciplines within a certain period of time. The problem of evaluation of the effectiveness of students ' educational activities identified in the Programme of modernization of the Russian system of higher education as one of the key. In addition, the entry of Russia into the Bologna process requires bringing the Russian education system to international standards.*

**Keywords:** point-rating system, a module of the discipline, motivation of students, interim control of knowledge

Пути реализации стратегических целей внедрения бально-рейтинговой системы имеют существенные различия детерминированные миссией конкретного образовательного учреждения, законами и правилами практического опыта построения учебного процесса. Механизмы внедрения бально-рейтинговой системы в учебный процесс являются актуальной темой научных исследований. Высокую практическую значимость имеют исследования позволяющие сформулировать валидные рекомендации по разработке стратегии внедрения БРС в высших учебных заведениях. В данной статье описан модуль построения учебной дисциплины «Ресурсосбережение при проведении ТО и Р автомобилей» в соответствии с БРС и представлены результаты исследования оценки эффективности разработанного модуля.

Исследование эффективности модуля построения учебной дисциплины «Ресурсосбережение при проведении ТО и Р автомобилей» в соответствии с БРС проводилось в группе ТЭАз – 08, при проведении занятий по дисциплине «Ресурсосбережение при проведении ТО и Р автомобилей»

Цель исследования – изучение взаимосвязи уровня учебной мотивации студентов, качества усвоения материала и внедрение бально-рейтинговой системы оценки знаний.

В исследовании принимали участие студенты трех учебных групп. Две группы являлись рабочими, а одна группа экспертной. Учебный план рабочих групп был построен с учетом принципов бально-рейтинговой системы, по описанной ниже программе. Студенты экспериментальной группы изучали дисциплину «Ресурсосбережение при проведении ТО и Р автомобилей» по классической программе.

Исследование носило лонгитюдный характер и длилось три года 2010/11 уч.год, 2011\12 уч.год и 2012\13 уч.год.

В ходе исследований был проведен контроль остаточных знаний студентов, сравнительный анализ результативности сдачи зачета и тестирование мотивационной сферы студентов.

Тестирование уровня мотивации проводилось при помощи анкеты, состоящей из 30 вопросов. В анкетировании принимали участие студенты рабочих и экспертной групп. Полученные в ходе исследования данные позволили сделать вывод о качественном улучшении уровня усвоения учебной дисциплины студентами рабочих групп.

В дисциплине «Ресурсосбережение при проведении ТО и Р автомобилей» заочной формы обучения общая трудоемкость составляет 60 часов, из них на аудиторные занятия согласно учебному плану выделяется 8 часов, которые распределяются следующим образом:

#### Тематический план дисциплины для студентов заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела, (отдельной темы)	Кол-во часов по ОФО	Виды занятий и контроля						
			лекции	ПЗ (С)	ЛР	Самостоятельная работа	Контрольные работы	ЛР	ПЗ
			аудит.	аудит.	аудит.				
ВСЕГО		60	4	2	2	52	1	1	1
Введение		2	1			1			
1	Материально-техническое обеспечение ТО	14	1			13			
1.1	Материально-техническое обеспечение и экономия ресурсов	7	1			6			
1.2	Структура и каналы материально-технического обеспечения	7				7			
2	Расходы и запасы ресурсов	22	1	2		19	№1		
2.1	Методы расчета расходов и запасов ресурсов на складах, использование логистических методов	12		2		10			№1
2.2	Складское хозяйство АТП	10	1			9			
3	Технологии экономии и вторичное использование ресурсов	22	1		2	19			
3.1	Методы экономии ресурсов	13			2	11		№1	
3.2	Вторичное использование ресурсов. Заключение	9	1			8			

Перечень практических и лабораторных заданий определяется в соответствии с ФГОС и утвержденным учебным планом:

Номер и название темы	Наименование занятий
Практические занятия (10 баллов)	
2.1. Методы расчета расходов и запасов ресурсов на складах, использование логистических методов	Определение расхода топлива и смазочных материалов для заданной марки автомобиля с использованием MS Office Excel
Лабораторные работы (10 баллов)	
3.1. Методы экономии ресурсов	Изучение влияния регулировки двигателя на его топливную экономичность

Согласно закону РФ от 10.07.1992 г. № 3266-1 «Об образовании», Федеральному закону от 22.08.1996 г. № 125-ФЗ «О высшем и послевузовском профессиональном образовании», типовым положениям об образовательном учреждении высшего профессионального образования (высшем учебном заведении), утвержденным постановлением Правительства РФ от 14.02.2008 г. № 71, приказом Министерства образования РФ от 11.07.2002 г. № 2654 «О проведении эксперимента по введению рейтинговой накопительной системы оценки успеваемости студентов вузов», письму Министерства образования РФ от 09.03.2004 г. № 15-55-357/ин/15 «О введении примерного положения об организации учебного процесса в высшем учебном заведении с использованием системы зачетных единиц» БРС предполагает организацию в каждом семестре текущего (промежуточного) контроля по всем изучаемым дисциплинам (учебным модулям). Текущий контроль состоит из оценки результатов работы студентов по всем видам занятий, предусмотренных учебным планом для каждой дисциплины.

Текущий (промежуточный) контроль предназначен для контроля и оценки:

- качества усвоения студентами теоретических разделов дисциплины;
- знаний, умений и навыков, полученных на практических и лабораторных занятиях по дисциплине;
- самостоятельной работе студентов.

Рейтинговый балл по каждой дисциплине складывается из баллов, набранных студентом при выполнении всех видов учебных работ, а также баллов, полученных за знания по теоретической части дисциплины.

По итогам текущего контроля и результатам итоговой аттестации формируется рейтинговый балл по дисциплине.

Для организации текущего контроля по каждому виду занятий дисциплины выделяются основные разделы дисциплины, подлежащие контролю (контрольные точки), и разрабатываются правила формирования рейтинговой оценки по дисциплине.

При формировании рейтинговой оценки по дисциплине необходимо:

- общий балл распределить между всеми контролируемыми видами занятий;
- для каждого вида занятий определить относительный вклад каждого контролируемого раздела (темы) в общий балл по виду контроля;
- установить четкие критерии оценки по каждому виду занятий.

По дисциплине «Ресурсосбережение при проведении ТО и Р автомобилей» распределение баллов по видам работ представлено в таблице.

Распределение баллов по видам работ, выполняемых студентами

Виды работ	Баллы
1. Выполнение тестов по темам дисциплины	40
2. Выполнение контрольной работы	20
3. Выполнение практических работ	10
4. Выполнение лабораторных работ	10
5. Выполнение индивидуальных заданий	20

Выполнение индивидуальных заданий проводится во время самостоятельной работы и предполагает выполнение отчетов, рефератов и т.д.

Минимальное значение рейтинговой оценки, набранной студентом по результатам текущего контроля по всем видам занятий, при которой студент допускается к сдаче экзамена, составляет 50 баллов.

Если к моменту проведения итогового экзамена с учетом выполнения индивидуальных заданий (до 20) студент набирает такое количество баллов, которое достаточно для получения оценки «отлично» (86-100), «хорошо» (73-85), они могут быть по его желанию выставлены ему в ведомость и в зачетную книжку без проведения итогового экзамена.

Выставление оценок за экзамен производится в период сессии.

Устранение задолженности по отдельным контролируемым темам дисциплины в рамках текущего контроля (контрольными точкам) проводится в форме контрольного опроса по материалам тем дисциплины, по которым студент имеет задолженность. Контрольный опрос по этим темам проводится в течение семестра преподавателем, который ведет занятия с данными студентами по данной дисциплине, в часы дополнительных занятий или консультаций, установленных в расписании.

Студент, набравший к моменту окончания семестра менее 40 баллов по текущему контролю, аттестуется по дисциплине неудовлетворительно и к экзамену не допускается. Устранение задолженности по текущему контролю для допуска студента на экзамен проводится в дни индивидуальных консультаций преподавателя.

Студент, получивший по результатам текущего контроля и экзамена рейтинговую оценку по дисциплине менее 60 баллов, аттестуется неудовлетворительно, и ему предоставляется возможность ликвидировать задолженность по дисциплине в дни переэкзаменовок или по индивидуальному графику, установленному учебным отделом.

Применение подобной системы позволит повысить степени усвоения студентами материалов дисциплины, а также сократить число опозданий и пропусков занятий и повысит уровень вовлеченности студентов в учебный процесс за счет выбора индивидуального маршрута обучения в рамках темы или курса.

**Костенко Владислав Игоревич**

Национального минерально-сырьевого университета «Горный»

Кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и транспортно-технологических комплексов

Тел.: +7 (812) 3288209

E-mail: [akustik@rambler.ru](mailto:akustik@rambler.ru)



УДК 656.071

А.Н. НОВИКОВ

## КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

*Развитие рынков товаров и услуг, мелкого и среднего бизнеса, расширение сферы розничной торговли, наличие значительного количества предприятий, не имеющих подъездных путей, кроме автомобильных, объективно увеличивает нишу безальтернативного применения грузового автомобильного транспорта. Одновременно, в тех сегментах рынка, где автомобильный транспорт конкурирует с другими видами транспорта, его технологическая и коммерческая гибкость, скорость и надежность дает ему дополнительные рыночные преимущества.*

**Ключевые слова:** кадровое обеспечение, транспортное образование.

A.N. NOVIKOV

## STAFFING OF INNOVATION DEVELOPMENT OF TRANSPORT COMPLEX

*The development of markets for goods and services, small and medium-sized businesses, the expansion of the retail industry, the presence of a significant number of businesses that do not have driveways, except automobile, objectively increases the niche there is no alternative use of trucks. At the same time, in those market segments where road transport is in competition with other modes of transport, its technological and commercial flexibility, speed and reliability gives it additional market advantage.*

**Keywords:** staffing, transportation education.

В Российской Федерации, как и в других развитых странах, транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей хозяйства, важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры.

На автомобильный транспорт приходится 56% общего объема перевозок, 8,6% общего грузооборота, 44% объема коммерческих перевозок грузов /1/.

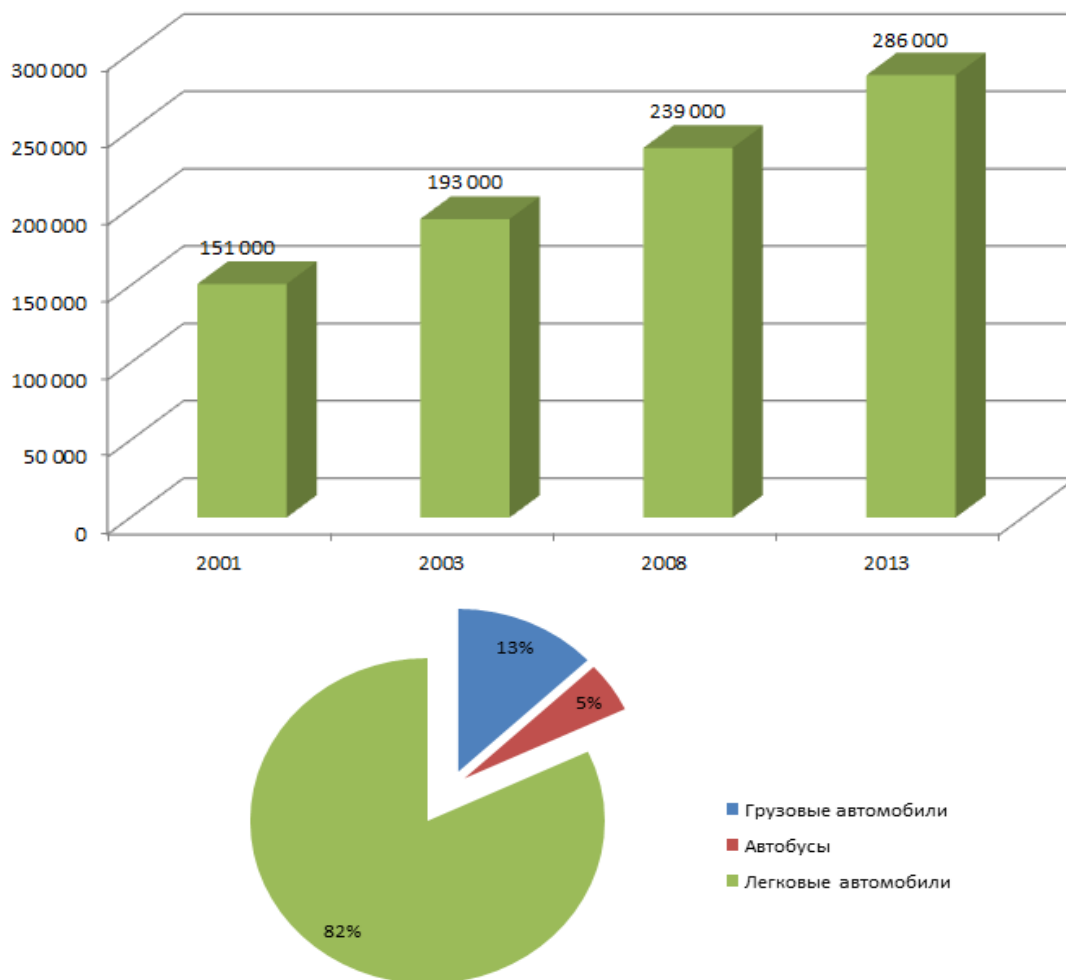
За последние 15 лет также значительное развитие получил легковой транспорт (увеличен примерно в 2,5 раза) /1/.

Орловская область тоже не является исключением, причем динамика годового прироста количества автотранспорта выше, чем в целом по России (рис.1, 2) [2, 4, 5].

Аналитический центр одной из страховых компаний Орла обнаружил данные, что в регионе на 1000 человек приходится 295 автомобилей /2/. Это девятая позиция среди регионов России и первая – в Черноземье. В частности, в исследовании приводятся следующие данные. Липецкая область расположилась на 34-м месте (246,5 авто/1000 чел.). От неё на две позиции отстает Воронежская область, где на тысячу человек приходится 244,6 автомобиля. Белгородская область с показателем в 238,9 авто/1000 чел. заняла 39-е место среди регионов РФ. Меньше всего автомобилей – в Курской области. В рейтинге этот регион занимает 45-е место с 228,7 автомобиля на тысячу человек. Таким образом, можно сделать вывод, что показатель автомобилизации населения г. Орла выше общероссийского уровня (согласно оценкам Федерального дорожного агентства (Росавтодор), по состоянию на конец лета 2012г. на 1000 россиян приходилось порядка 271 автотранспортного средства, включая коммерческий транспорт) /2/. Это связано с увеличившимся за последнее время количеством предприятий автомобильного комплекса по продаже и обслуживанию автомобилей в г. Орле (рис.3).

По данным Информационного центра УВД г.Орла /2, 3/ по состоянию на 01.01.2012г. в г. Орле зарегистрировано 102 225 транспортных средства, из них: легковые т/с – 85 755;

грузовые т/с и автобусы – 16 470; в собственности физических лиц – 91 645; в собственности юридических лиц – 10 580. Коммерческий транспорт (маршрутное такси) составляют 487 т/с, из них: муниципальные т/с – 105; ИП – 382.



**Рисунок 1 – Численность и структура автомобильного парка региона**



**Рисунок 2 – Показатели автомобилизации региона (единиц автомобилей / 1000 человек)**

В г. Орле менее половины всего легкового автотранспорта имеют возраст более 10 лет, относительно «молодые» автомобили составляют почти 30 %. Наблюдается положительная динамика по «омоложению» автопарка.

За последние годы также возросло количество предприятий сервиса, автотранспортных предприятий, логических компаний (рис. 4, 5) [3].

Наименование организации	Марки продаваемых автомобилей
Автосалон "Шанс"	ZAZ , FAW, Geely
ВЧ Сервис	Lada , Great Wall, SsangYong
Автосалон "Автомир"	Nissan
ЗАО "Возрождение"	Volkswagen, Renault
ООО "Альфа-Авто"	Daewoo
ЗАО Автоцентр «Атлант - М»	Opel, Chevrolet
Автосалон «Форпост»	KIA
ООО «Реал Моторс»	Mitsubishi
Автосалон "ФинАльянс"	УАЗ
Автосалон «Альфа-Кар»	SKODA
ОАО «Орел-Лада»	Lada
Автосалон "Альянс"	Peugeot
Автосалон «Бизнес Кар Орел»	Toyota

Рисунок 3 – Станции технического обслуживания в г. Орел. Официальные дилеры

Наименование организации	Основной вид деятельности
МП ПАТП №1	Перевозки пассажиров
ОАО "Пассажирская транспортная компания"	Междугородные автобусные перевозки
ОАО "Орелгротэо"	Транспортные перевозки грузов
ООО "КамАЗ Автотранс"	Автоперевозки
ООО "Азимут"	Экспресс-рейсы "Орел-Москва-Орел"
ЗАО "Автокомбинат Орловский"	Перевозка грузов автомобилями КамАЗ, ЗИЛ
Автоколонна №1795	Автоперевозки, подвижной состав: ремонт, обслуживание
ОАО "Автоколонна № 1142"	Перевозка грузов по городу, области
ОАО "Автоколонна № 1141"	Перевозка грузов по городу, области
ЗАО "Автобазис"	Грузовые автоперевозки
Автобаза № 9, филиал ОАО «Орелдорстрой»	Автоперевозки
ЗАО «Стройтранс ОАО «Орелстрой»	Грузовые автоперевозки

Рисунок 4 – Автотранспортные предприятия в г. Орел

На темпы прироста автомобильного парка влияет достаточно большое число факторов различного порядка, в частности, экономическая ситуация в стране, темпы экономического роста в различных регионах, изменения в законодательной базе, ценовая политика основных российских производителей, курс национальной валюты и ряд других факторов. Следует отметить, увеличение числа новых автомобилей в значительной степени зависит от наличия в регионе представителя конкретного автопроизводителя. Неоднородность структуры парка автомобилей города Орла, предполагает наличие различных предприятий автосервиса (ПА),

способных удовлетворить разнообразные запросы потребителей. На сегодняшний день, в г. Орле функционируют ПА разных форм собственности, видов деятельности и форм обслуживания – фирменные центры по ТО и Р автомобилей, авторизованные дилерские центры, частные независимые СТО и гаражные мастерские.

Наименование организации	Направление деятельности
ОАО «КМ Групп»	Дистрибьюция продукции торговой марки KERAMA MARAZZI
ООО «Кока-Кола Ботлерз-Орел»	Дистрибьюция безалкогольных напитков
ООО «Сельта» Орловский филиал	Организация перевозок грузов
ООО «Первая Логистическая Компания»	Дистрибьюция продуктов питания
ООО "ТЭК "Ижтрансфура-Орел"	Организация перевозок грузов

*Рисунок 5 – Логистические компании Орловской области*

С 2002 года развитие транспортной системы страны осуществлялось в соответствии с федеральной целевой программой «Модернизация транспортной системы России (2002-2010)», с 2010 – федеральной целевой программой «Развитие транспортной системы России 2010-2015г.»

В 2012г. Министерством транспорта РФ разработан проект концепции транспортной стратегии РФ на период до 2030г./1/.

Реализация транспортной стратегии будет проходить в два этапа:

1 этап ( до 2020г.) – завершение целевой программы.

2 этап (до 2030г.) – интенсивное инновационное развитие транспортной системы по всем направлениям.

Особое место в транспортной концепции занимает кадровое обеспечение.

Основная роль в решении проблем кадрового обеспечения отводят высшим учебным заведениям, в число которых входит и наш университет, и должна осуществляться по следующим направлениям:

1. Гарантированная подготовка необходимого числа специалистов обладающих нужным уровнем квалификации и востребованных компетенций.

В университете готовят специалистов по всему спектру автомобильной отрасли, все выпускники трудоустроены (рис.6, 7).

Специфика транспортного образования требует специалистов с разными задачами практического использования, поэтому необходимо дальнейшее развития многовариантности траекторий обучения (специалист, бакалавриат, прикладной бакалавриат, магистратура).

2. Обновление содержания автотранспортного образования, его учебно методического обеспечения с учетом использования новейших информационных технологий, подготовка и издание современных учебников и учебных пособий.

Преподавателями кафедры за последние годы изданы 20 монографий, 46 учебных пособий с грифами УМО и министерства образования (рис.8).

3. Управление и развитие материально-лабораторной базы, экспериментальной, научной, учебно-практической базы с учетом повышенных требований к освоению новой техники и технологий, а так же развитию инновационных инженерных навыков выпускников (стоимость оборудования приблизительно 20 млн.) (рис.9).

<b>Студентов по специальностям:</b>	
<b>190601</b>	– Автомобили и автомобильное хозяйство (специализация «Техническая эксплуатация и ремонт автотранспортных средств»)
<b>190603</b>	- Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (специализация «Автосервис и фирменное обслуживание»)
<b>190701</b>	- Организация перевозок и управление на транспорте (Автомобильный транспорт)
<b>190702</b>	- Организация и безопасность движения
<b>Бакалавров по направлениям:</b>	
<b>190500.62</b>	- Эксплуатация транспортных средств
<b>190600</b>	– Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (профили: «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобильный сервис»)
<b>190700</b>	– Технология транспортных процессов (профили: «Организация перевозок и управление на транспорте», «Организация и безопасность движения»)
<b>Магистров по направлениям:</b>	
<b>190600</b>	– Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
<b>190700</b>	– Технология транспортных процессов

Рисунок 6 – Кафедрой «СиРМ» реализуется подготовка специалистов

Год выпуска	Количество выпускников	Количество трудоустроенных выпускников	% трудоустройства
2008	64	51	80
2009	55	42	76
2010	46	34	74
2011	51	36	71
2012	67	52	78
2013	54		
<b>Итого</b>	<b>337</b>	<b>215</b>	

Рисунок 7 – Оценка трудоустройства выпускников кафедры «СиРМ» очной формы обучения

Спецификой подготовки специалистов эксплуатационной направленности является высокая стоимость обучения из-за дорогих тренажеров, учебных образцов техники. В этой связи система образования нуждается в существенной поддержке со стороны коммерческих транспортных организаций, в установлении льготного режима приобретения оборудования.

4. Задачи инновационного развития транспортной системы России, поставленные в транспортной стратегии, требуют формирования новых подходов к научному обеспечению транспортной отрасли, в том числе:

- создание инновационного пространства транспорта, включающего сферу образования, фундаментальные и прикладные исследования, полный инновационно-внедренческий цикл;

- создание эффективных научно-образовательных центров на базе имеющихся научных школ ведущих вузов транспорта.

- разработать комплекс мероприятий по воспроизводству научных кадров, вовлечение их в инновационную деятельность.



*Рисунок 8 – Научные и учебно-методические издания кафедры «СиРМ»*



*Рисунок 9 – Оснащение лаборатории кафедры «СиРМ»*

На кафедре открыта аспирантура, имеется диссертационный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций (рис. 10). Выпускается журнал «Мир транспорта и технологических машин», включенный в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ (рис. 11).

**Обучение осуществляется в аспирантуре по специальностям:**

**05.22.10** – Эксплуатация автомобильного транспорта

**05.20.03** – Технология и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

**Защита:**

Защита диссертационных работ на соискание ученых степеней кандидатов и докторов технических наук осуществляется в диссертационном совете ДМ 212.182.07, открытом при кафедре в апреле 2008 года. С момента открытия, в совете защитили диссертационные работы более 40 соискателей.

*Рисунок 10 – Послевузовское образование*



*Рисунок 11 – Научные издания кафедры «СирМ»*

Как видно из вышеприведенного, университет готов принять самое активное участие в реализации транспортной стратегии России. Кадровое обеспечение транспортной отрасли в Орле и Орловской области закрывается по всему спектру специальностей и специализаций.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года / Москва, 2012г., с.300.
2. Новиков А.Н., Бодров А.С., Ломакин Д.О. Выбор факторов определяющих качество автосервисных услуг программно-целевым методом». Бюллетень транспортной информации № 8 (170), 2009г.
3. Новиков А.Н., Ломакин Д.О. «Комплексная оценка уровня качества услуг предприятий автосервиса». Монография, Орел, 2011г.
4. Новиков А.Н., Севостьянов А.Л. и др. «Анализ степени загрузки маршрутной транспортной сети города Орла». Научно-технический журнал «Мир транспорта и технологических машин» №4 (39), Орел, 2012г.
5. Новиков А.Н., Радченко С.Ю. и др. «Исследование пассажиропотоков и транспортной подвижности населения в городе Орле». Научно-технический журнал «Мир транспорта и технологических машин» №4 (35), Орел, 2011г.
6. Букалова Г.В. Профессиональная компетентность как дидактическая категория образовательного процесса / Г.В. Букалова, А.Н. Новиков // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №3(26) 2009, 104-109 с.
7. Новиков А.Н. Анализ факторов, оказывающих влияние на численность пунктов технического осмотра транспортных средств в регионе / А.Н. Новиков, М.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №4(27) 2009, 3-6 с.
8. Новиков А. Н. Исследование пассажиропотоков и транспортной подвижности населения в городе Орле / А. Н. Новиков, С. Ю. Радченко, А. Л. Севостьянов, А. С. Бодров, А. А. Катунин, В. В. Жуков, А. П. Трясцин, Д. О. Ломакин, М. В. Кулев, А. В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №4(35) 2011, 69-77 с.

9. Новиков А. Н. Профессиональное мышление технического профиля как элемент образовательного нормирования / А. Н. Новиков, Г. В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №3(38) 2012, 100-102 с.

**Новиков Александр Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г.Орёл

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7(8462)734350

E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)



УДК 656.1

Е.В. БОНДАРЕНКО, А.А. ФИЛИППОВ, Р.Т. ШАЙЛИН

## **К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ «РАСШИРЕНИЕ ПАРКА ТЕХНИКИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ И РЕГИОНАЛЬНОЙ ЗАПРАВОЧНОЙ СЕТИ ДО 2015 ГОДА И НА ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2020 ГОДА»**

*Потенциал природного газа, как моторного топлива в Оренбургской области, можно оценить как достаточно высокий, но пока слабо используемый. В этой связи участники рабочей группы в составе администрации Оренбургской области и представителей ОАО «Газпром», назвали необходимость разработки региональной программы «Расширение парка техники, работающей на природном газе и региональной газозаправочной сети до 2015 года и на перспективу до 2020 года». В данной статье представлен анализ сдерживающих факторов и сформулированы задачи, решение которых будет способствовать разработке и реализации программы.*

**Ключевые слова:** компримированный природный газ, сеть заправочных станций, система питания, газобаллонное оборудование, мобильные средства заправки.

E.V.BONDARENKO, A.A.FILIPPOV, R.T.SHAYLIN

## **TO THE QUESTION OF DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE PROGRAM "EXPANSION OF PARK OF THE EQUIPMENT WORKING AT NATURAL GAS AND THE REGIONAL FILLING NETWORK TILL 2015 AND ON PROSPECT TILL 2020"**

*Potential of natural gas as motor fuel in the Orenburg region, it is possible to estimate as rather high but while the poorly used. In this regard participants of the working group as a part of administration of the Orenburg region and representatives of JSC Gazprom, called need of development of the regional program "Expansion of Park of the Equipment Working at Natural Gas and a Regional Gas-filling Network till 2015 and on Prospect till 2020". The analysis of limiting factors is presented in this article and the tasks which decision will promote development and implementation of the program are formulated.*

**Keywords:** compressed natural gas, network of gas stations, power supply system, gas cylinder equipment, mobile means of gas station.

1 апреля 2013 года в Доме Советов прошло совещание рабочей группы по разработке схемы территориального размещения сети стационарных и передвижных газовых заправочных станций на территории Оренбургской области. «Принимая во внимание значительный потенциал использования природного газа для улучшения экологической обстановки и повышения энергетической эффективности при использовании его в качестве моторного топлива, необходимо обеспечить к 2020 году поэтапное наращивание доли природного газа в топливном балансе предприятий и организаций Оренбургской области», - отметил первый вице-губернатор – первый заместитель председателя правительства Оренбургской области Валерий Рогожкин. Такой подход соответствует Федеральному закону от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», а также концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации. В этой связи участники рабочей группы назвали необходимость разработки региональной программы «Расширение парка техники, работающей на природном газе и региональной газозаправочной сети до 2015 года и на перспективу до 2020 года». Особое внимание в этой программе уделяется

сельхозтоваропроизводителям, так как перевод их техники на газовое моторное топливо даёт существенное снижение себестоимости продукции и повышение ее конкурентоспособности, что актуально в связи с вступлением России в ВТО и отмены в 2013 году льготных цен на горюче-смазочные материалы (ГСМ) для оренбургских аграриев.

Кроме неоспоримых преимуществ компримированного природного газа (КПГ), как моторного топлива, существует ряд сдерживающих факторов расширения его использования [1]. Поэтому для успешной реализации решений рабочей группы в части разработки программы требуется проведение комплекса научно-исследовательских работ (НИР), с привлечением специалистов различных направлений из высших учебных заведений и предприятий автомобильного транспорта.

В целом потенциал природного газа, как моторного топлива в Оренбургской области можно оценить как достаточно высокий, но пока слабо используемый [2]. Причём в восточных районах, где сосредоточено 75% всех АГНКС области, этот потенциал выше, чем в центральных и западных районах, где имеется всего одна действующая АГНКС-500 (в г. Оренбурге). Важно и то, что на рынке газового моторного топлива Оренбуржья у КПГ имеется серьёзный конкурент – газ сжиженный нефтяной (ГСН). Обеспеченность заправками (АГЗС) для этого вида топлива в центральных и западных районах несравнимо выше, чем для КПГ. Однако в последнее время наблюдается тенденция увеличения реализации КПГ в качестве моторного топлива. Например, муниципальные власти г. Оренбурга начали реализацию долгосрочной программы по газификации автобусного парка. В период с мая по сентябрь 2012 года для работы на метане переоборудовано 83 автобуса. Конечной целью реализации программы является максимально возможное замещение традиционных видов топлива, включая ГСН, на КПГ.

Основным сдерживающим фактором реализации программы является отсутствие развитой сети метановых заправок и, как следствие, увеличенные «плечи» заправки (в сравнении с АГЗС и АЗС), которые ведут к дополнительным временным и финансовым потерям [3].

Очевидно, что проблема с длинными «плечами» заправки будет актуальна и для парков техники предприятий агропромышленного комплекса. Имея небольшую численность подвижного состава, они разбросаны по территории Оренбургской области, как правило, со значительным удалением от крупных населённых пунктов. АГНКС же, имея привязку к газотранспортной магистрали, наоборот, размещены в районах объездных автомобильных дорог крупных населённых пунктов. Поэтому существующая сеть АГНКС не сможет обеспечить газовым моторным топливом удаленных потребителей.

В сложившихся условиях экономически оправданным решением представляется развитие сети по принципу «материнская-дочерняя заправки», где в качестве «материнских» заправок используются существующие и проектируемые АГНКС, а в качестве «дочерних» – мобильные средства заправки (МСЗ), к которым относятся передвижные автогазозаправщики (ПАГЗ) и заправочные модули (ЗМ). При этом важным является не только территориальная привязка МСЗ к потребителям, но и подбор самих средств заправки необходимой производительности по показателям работы автотранспортных средств (АТС) и машинно-тракторного парка. Такая система позволит приблизить сеть метановых заправок к конечному потребителю и увеличить загрузку «материнских» заправок.

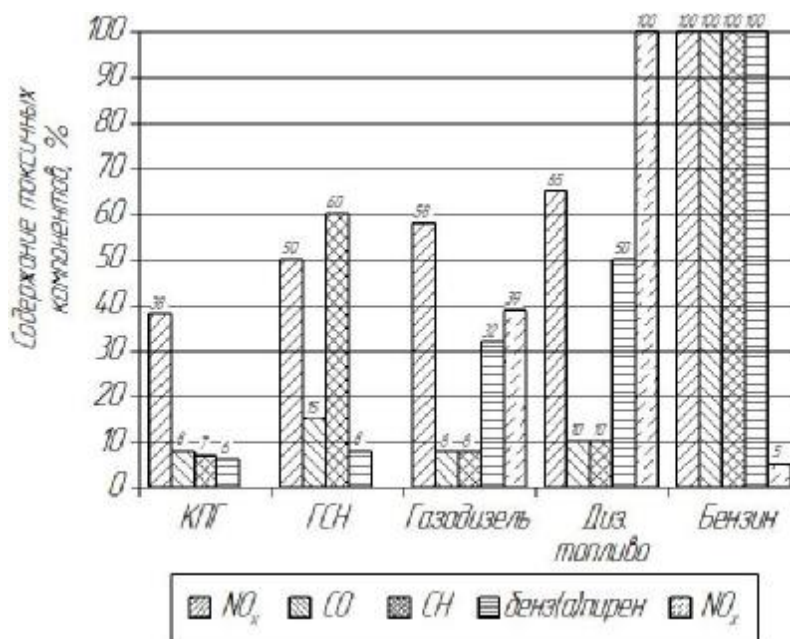
При переоборудовании для работы на газовом моторном топливе важно сохранение эксплуатационных характеристик техники, что возможно при проведении соответствующих лабораторных и эксплуатационных испытаний и анализе на предмет обоснования способа питания ДВС топливом и подбора газобаллонного оборудования.

По способу питания выделяют универсальные газобензиновые, комбинированные газодизельные и газовые системы.

Использование универсальных газобензиновых систем питания приводит к ухудшению тягово-динамических и топливно-экономических качеств АТС [1]. Так, перевод двигателя с бензина на газовое топливо сопровождается ростом эффективного расхода

топлива на 15%, снижением максимальных значений крутящего момента и эффективной мощности соответственно на 17 и 20%. При этом выбросы CO сокращаются в 5 раз, CH - в 2 раза, NO<sub>2</sub> - в 1,1 раза, а C и SO<sub>2</sub> - практически до нулевого уровня.

Газодизельная и газовая системы питания предпочтительнее универсальной как в отношении меньшего влияния на технико-эксплуатационные качества АТС, так и с экологических позиций (рисунок 1 [4]).



Примечание. За 100% принят бензин, а по саже 100% - диз. топливо.

Рисунок 1 – Содержание токсичных компонентов в отработавших газах

Однако использование газодизельной системы питания целесообразно на технике с большим расходом топлива и минимальным временем работы на холостых оборотах, когда используется только дизельное топливо [4]. В этом отношении более перспективным направлением является использование газовой системы питания, предназначенной для двигателей с искровым зажиганием, конвертируемых из дизельных двигателей. Однако в каждом конкретном случае выбор способа питания целесообразно проводить на основе соответствующих лабораторных и эксплуатационных испытаний.

Опыт эксплуатации газобаллонных АТС в дочерних предприятиях ОАО «Газпром» показал, что достаточно часто продукция производителей газобаллонного оборудования для газовых двигателей и газодизелей не соответствует заявленным характеристикам: элементы аппаратуры выходят из строя из-за чрезмерно высокой тепловой и механической напряженности; газодизели имеют низкий коэффициент замещения дизельного топлива и повышенный выброс углеводородов и т.д. Данная проблема приобретет особую остроту при эксплуатации машинно-тракторного парка в полевых условиях.

При выборе комплекта газобаллонного оборудования необходимо учитывать их истинные потребительские качества и стоимость. Так стоимость комплектов от различных производителей может отличаться 1,5...2,0 раза, существенно отличаясь также по показателям надежности и затратам на техническое обслуживание и ремонт в эксплуатации. Для принятия правильного решения в каждом конкретном случае необходимо предварительно провести исследования.

В укрупненном подходе можно выделить три фактора, создающие положительный экономический эффект при переоборудовании техники для работы на газе: снижение себестоимости моторного топлива, снижение эксплуатационных затрат за счет увеличения моторесурса и межремонтных пробегов двигателя, а также за счет снижения расхода моторного масла; уменьшение ущерба, создаваемого загрязнением воздушного бассейна. Значения сроков окупаемости газобаллонного оборудования составляют: для легковых автомобилей – 2-2,5 года, для грузовых – не более 3,5 года, для автобусов – 1-1,5 года, для сельскохозяйственной техники - 1-2 года [5].

Кроме экономического эффекта на транспорте имеется эколого-экономический эффект от снижения ущерба, выраженного заболеваемостью населения вследствие вредного воздействия на здоровье загрязнителей атмосферного воздуха.

В качестве альтернативы КПП для предприятий агропромышленного комплекса возможно использование биометана. Важно отметить, что по своим физико-химическим и моторным характеристикам биометан идентичен природному газу, то есть для его использования пригодно тоже газобаллонное оборудование. Так как для его получения используются органические отходы агропромышленного комплекса, то перевод техники на биометан должен носить локальный характер, с привязкой к источникам образования отходов. Предпочтителен перевод техники на биометан предприятий удаленных от газотранспортной магистрали.

Расширение использования КПП и биометана в качестве моторного топлива потребует развития производственно-технической базы обслуживания и системы контроля технического состояния газобаллонной техники. Решение данного вопроса предполагает обеспечение эксплуатационной надёжности и безопасности за счёт улучшения качества переоборудования, технического обслуживания и ремонта газобаллонных АТС, а также соблюдения периодичности специальных контрольных операций (проверка герметичности газовой топливной системы, освидетельствование газовых баллонов). В этот перечень необходимо включить также безопасное хранение подвижного состава, работающего на метане. Причём, важно не только увеличивать производственные мощности, адекватно развивающемуся парку газобаллонных автомобилей, но и оснащать их в соответствии со строгими требованиями безопасности к таким АТС. Для решения таких задач необходимо использовать опыт технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта, накопленный в Оренбургском государственном университете.

Организация новых пунктов по переоборудованию, техническому обслуживанию, ремонту, освидетельствованию газовых баллонов предполагает подготовку квалифицированных кадров. Задачи такого уровня сложности должны решаться на базе высших учебных заведений за счет введения дополнительных учебных дисциплин для студентов и курсов повышения квалификации для специалистов. Эффективность обучения в этом случае будет определяться наличием материально-технической базы для проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и лабораторно-практических работ.

Таким образом для успешной разработки и реализации программы необходимо решить комплекс научно-исследовательских задач следующего характера:

- 1) Разработка мер, стимулирующих рост парка газобаллонных АТС и сельхозтехники, на основе оценки их экологических и экономических преимуществ и эколого-экономического ущерба окружающей среде.
- 2) Обоснование сети метановых заправок с учётом территориального размещения сельхозтехники и показателей работы АТС на маршрутах.
- 3) Разработка технологии и технических средств адаптации автотракторной техники к работе на газовом моторном топливе на основе оценки их технико-эксплуатационных качеств.
- 4) Обоснование потребности в производственно-технической базе обслуживания газобаллонных АТС и сельхозтехники.

- 5) Разработка предложений по использованию биометана, как газового моторного топлива для АТС и сельхозтехники.
- 6) Разработка программ, специализированных аудиторий и лабораторий, организация курсов повышения квалификации для специалистов, занимающихся эксплуатацией техники на газовом моторном топливе, на базе высших учебных заведений.

Для решения данных задач целесообразно использовать научно-исследовательский кадровый потенциал высших учебных заведений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Оценка эффективности эксплуатации автобусного парка на природном газе (на примере г. Оренбурга) / Е. В. Бондаренко, В. И. Мирikitанов, А. А. Филиппов. – «Вестник Оренбургского государственного университета», 2007. - № 1.

2 Потенциал использования природного газа в качестве моторного топлива / Е. В. Бондаренко, О. В. Дудченко, А. А. Филиппов. - «Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта»: II Международная научно-практическая конференция. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009.

3 К вопросу о необходимости развития сети метановых заправок в г. Оренбурге / Е. В. Бондаренко, А. А. Филиппов, М. Р. Фазуллин, Р. Т. Шайлин. – «Мир транспорта и технологических машин» (г. Орел), 2012. - №4 (39).

4 Природный газ – моторное топливо XXI века. Природный газ в моторе. Вопросы и ответы / Е. Н. Пронин. – М.: ОАО «Газпром», 2007.

5 Маленкина И.Ф., Ровнер Я.С., Мкртычан Я.С. Система обеспечения эффективного развития и эксплуатации сети метановых автозаправочных станций: монография М.: «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2005. 272 с.

6 Бондаренко Е.В. К методике прогнозирования работоспособности редуктора-испарителя / Е.В.Бондаренко, А.А. Филиппов, В.А.Морозов // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №3(30) 2010, 16-21 с.

7 Бондаренко Е. В. О взаимосвязи противопожарной безопасности и параметров технического состояния автомобилей / Е. В. Бондаренко, Р. Х. Хасанов, Е. С. Сидорин, В. С. Голованов // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №4(35) 2011, 78-85 с.

8 Бондаренко Е. В. К вопросу о необходимости развития сети метановых заправок в г. Оренбурге / Е. В. Бондаренко, А. А. Филиппов, М. Р. Фазуллин, Р. Т. Шайлин // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №4(39) 2012, 15-23 с.

### **Бондаренко Елена Викторовна**

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей,

Тел.: 89033923997

E-mail: [post@mail.osu.ru](mailto:post@mail.osu.ru)

### **Филиппов Андрей Александрович**

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей

Тел.: 89128487472

E-mail: [andrulia@rambler.ru](mailto:andrulia@rambler.ru)

### **Шайлин Равиль Ташбулатович**

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аспирант кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей, Тел.:89225466647

E-mail: [Raul20082008@mail.ru](mailto:Raul20082008@mail.ru)

## КОМПЬЮТЕРНЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ. ДИАГНОСТИКА ABS И ESP

*Данная работа посвящена созданию экспертной системы для диагностики неисправностей антиблокировочной тормозной системы и системы электронного контроля устойчивости автомобиля. Были проанализированы конструктивные особенности системы электронного контроля устойчивости, антиблокировочной системы тормозов, основные неисправности и методы диагностики, особенности, устройство, преимущества и недостатки экспертных систем. В результате получена экспертная система, которая позволяет заменить работу эксперта в области диагностики тормозной системы, ABS с ESP автомобиля.*

**Ключевые слова:** Антиблокировочная система, экспертная система, электронный контроль устойчивости.

G. O. MELNIKOV, E. S. LARIN, A.A. REVIN, V.G. DYGALO

## COMPUTER METHOD FOR DIAGNOSIS OF ACTIVE SAFETY CAR. DIAGNOSIS OF ABS AND ESP

*This work is devoted to the creation of an expert system for fault diagnosis of anti-lock braking system and electronic stability control car. Design features electronic stability control, the main fault and diagnostic methods, features, general concepts, architecture, advantages and disadvantages of expert systems were analysed. As a result, an expert system, which allows to replace expert's work in the field of diagnostics of brake system, ABS with ESP car, was created.*

**Keywords:** Anti-lock system, expert system, electronic stability control.

Рост числа автомобилей, несомненно, ведет к росту ДТП. Ежегодно 1,2 миллиона человек погибает в ДТП и 50 миллионов получают травмы. Но даже это число каждый день растет. На развивающихся авторынках аварийность на порядок выше. Связанно это с тем, что страны, где большая доля населения не имеет возможности позволить себе приобрести качественные автомобили, оснащенные различными системами безопасности. Самые безопасные автомобили, выпускаемые в Российской Федерации – Lada Kalina, Granta и Priora, УАЗ Patriot а также семейство «Газель», для которых опционально доступны ABS и подушки безопасности, систему ESP на данный момент не предлагает ни один производитель, однако АВТОВАЗ планирует оснащать в качестве опции электронной системой стабилизации курсовой устойчивости модели Lada Granta, Priora и Kalina 2.

Антиблокировочная система тормозов уже давно носит обязательный характер в Европе, Америке и ряде других стран, с ноября 2011 года в список обязательного оборудования попала и система стабилизации курсовой устойчивости. Применение ABS и ESP вызывает потребность в техническом обслуживании и контроле работоспособности. Хотя системы считаются очень надежными, отказы всё же случаются. Официальная статистика ГИБДД за 2011 год утверждает, что процент происшествий по причине отказов сравнительно невелик. Однако реальное количество таких ДТП гораздо выше. Если ДТП вызвано несколькими причинами фиксируются в качестве основной нарушение ПДД, а техническая неисправность - в качестве сопутствующей. Наличие технических неисправностей автомобиля опасно не только потому, что они могут явиться прямой или косвенной причиной ДТП, но и потому, что вождение такого транспортного средства затрудняет работу водителя и отвлекает его от процесса управления.

При отказе система ABS отключается и водитель, привыкший к помощнику, оказывается тет-а-тет с тормозной системой. При экстренном торможении он по привычке

бьет по педали тормоза, срывая автомобиль в юз. Если автомобиль оборудован системой ESP, при отказе ABS отключается и ESP, что может быть куда опаснее. Связанно это с тем, что водитель привыкает к помощникам, которые незаметно компенсируют его ошибки. В случае отказа только системы ESP, некоторые системы активной безопасности остаются активными, однако в случае аварийной ситуации умений водителя, лишённого помощника может не хватить и произойдет снос или занос автомобиля.

Как и любая система автомобиля ABS и ESP нуждается в диагностике. Для проверки работоспособности и выявления дефектов применяют сканеры. Они отображают коды неисправностей, позволяют считывать текущие параметры, а так же открывают доступ к некоторым сервисным функциям. Так же сканеры ориентированы только под одну марку автомобиля. В случае использования сканеров и мануалов по ремонту влияние на точность и скорость диагностики имеет квалификация персонала. При использовании технических консультантов скорость и точность диагностики возрастает вместе с затратами. Выходом из данной ситуации может стать экспертная система, которая будет удобна и проста в использовании, что позволит снизить время диагностики и затраты.

Разработанная авторами экспертная система предназначена для стандартного поста диагностики тормозной системы. Пост должен быть оборудован следующими инструментами и оборудованием:

Таблица 1

Механическое:	Диагностическое:
- подъемник (или смотровая яма);	- автомобильный осциллограф;
- набор торцевых ключей;	- мультиметр;
	- персональный компьютер;

Экспертная система призвана заменить работу эксперта на посту диагностики неисправностей тормозной системы и ABS автомобиля.

Существует два поколения экспертных систем. Компьютерные системы, которые могут лишь повторить логический вывод эксперта, принято относить к первому поколению. Здесь знания представлены следующим образом:

- знаниями системы являются только знания эксперта, опыт накопления знаний не предусматривается;
- методы представления знаний позволяли описывать лишь статические предметные области;
- модели представления знаний ориентированы на простые области.

Экспертные системы, относящиеся ко второму поколению, называют партнерскими, или усилителями интеллектуальных способностей человека. Их общими отличительными чертами является умение обучаться и развиваться, т.е. эволюционировать. Представление знаний в экспертных системах второго поколения следующее:

- используются не поверхностные знания, а более глубинные. Возможно дополнение предметной области;
- ЭС может решать задачи динамической базы данных предметной области.

Представленный программный продукт был создан то типу экспертной системы первого поколения. Это было необходимо, т.к. создание экспертной системы второго поколения сильно бы повысило стоимость ЭС, а так как диагностика не является интеллектуально сложной задачей эффект не был бы достигнут.

Экспертная система по диагностике ABS и ESP имеет следующую структуру:

- подсистема приобретения знаний - предназначена для добавления в базу знаний новых правил и модификации имеющихся.

- база знаний - это множество фактов и набор правил, полученных от экспертов и введенных из специальной и справочной литературы.;
- подсистема вывода - реализует процесс рассуждений на основе базы знаний и рабочего множества.
- диалоговый процессор - состоит из ряда вопросов с вариантами ответа.

Цель ЭС - вывести некоторый заданный факт, который называется целевым утверждением. Работа системы представляет собой последовательность шагов, на каждом из которых из базы выбирается некоторое правило, которое применяется к текущему содержимому рабочего множества. Цикл заканчивается, когда выведено либо опровергнуто целевое утверждение. Цикл работы экспертной системы иначе называется логическим выводом. Логический вывод может происходить многими способами, из которых наиболее распространенные - прямой порядок вывода и обратный порядок вывода. Прямой порядок вывода - от фактов, которые находятся в рабочем множестве, к заключению. Если такое заключение удастся найти, то оно заносится в рабочее множество. Прямой вывод часто называют выводом, управляемым данными.

В системах диагностики чаще применяется прямой вывод, в то время как в планирующих системах более эффективным оказывается обратный вывод. В некоторых системах вывод основывается на сочетании обратного и ограниченно- прямого. Такой комбинированный метод получил название циклического. В данном программном продукте применялся прямой порядок вывода.

Экспертная система была построена на основе модели «графа - дерева». Блок схема алгоритма имеет 3 основных разветвления: диагностика АБС и ESP, а так же диагностика тормозной системы. Диагностика начинается с визуального осмотра и анализа поведения автомобиля в ходе дорожных испытаний. В случае, если после этого дефект не выявлен, система запрашивает данные показаний измерительных приборов без разборки. При необходимости дальнейшей диагностики производится снятие показаний измерительных приборов с разборкой узлов и агрегатов, и делается окончательное заключение о неисправности. В результате прохождения всего теста идет программный анализ ответов пользователя и в конце тестирования высвечивается результат – искомый дефект. Так же в программном продукте есть пособие по диагностике, для облегчения труда слесаря или мастера.

На рисунке 1 представлен пример работы программы. Дефект «окисление контактов от датчиков» может быть выявлен пользователем, отвечающим на вопросы в ходе работы ЭС.

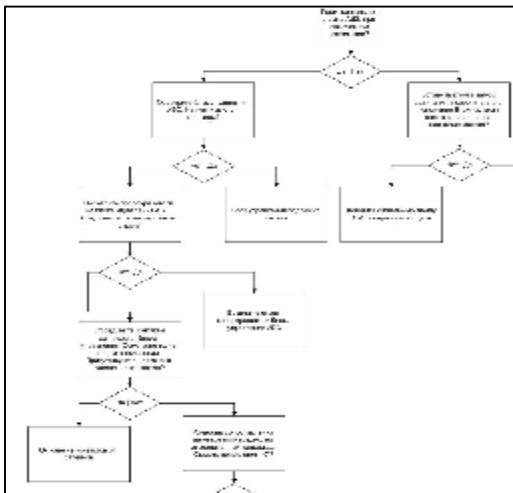


Рисунок 1 – Фрагмент алгоритма поиска дефектов

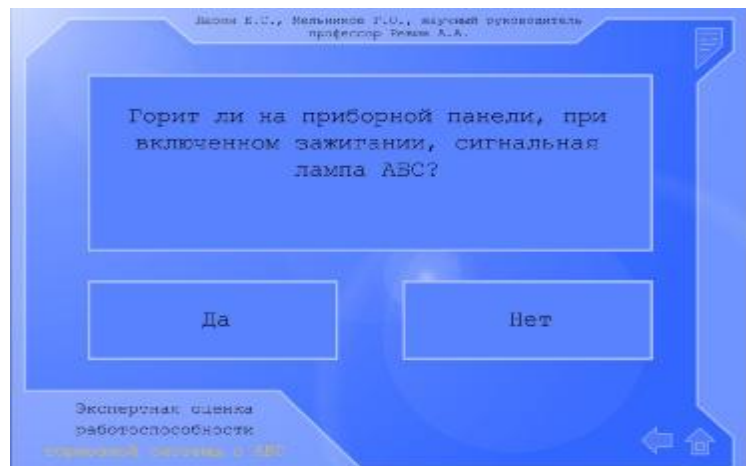


Рисунок 2 – Интерфейс программы



Интерфейс программы (рисунок 2) разработан с учетом удобства работы для пользователя. Система навигации позволяет легко управлять ходом выполнения программы. В результате прохождения всего теста идет программный анализ ответов пользователя и в конце тестирования высвечивается результат – искомый дефект.

Данный программный продукт предназначен для поста диагностики, пользователь – слесарь со средним специальным образованием, с опытом работы не менее 2 месяцев. В настоящее время, при возникновении затруднений у слесаря в ходе диагностики, он вынужден обращаться к техническому консультанту. Время диагностики увеличивается т.к. мастеру необходимо объяснить проблему, и если специалист не может с ходу решить сложность, приходится использовать специальную литературу.

При использовании экспертной системы рабочий обращается к базе знаний программного продукта, и пошагово диагностирует систему. Так же слесарь может использовать пособие по диагностике, встроенного в экспертную систему, где подробно указана методика диагностики, необходимый инструмент и места расположения узлов, агрегатов и разъемов. Это позволит сократить время диагностики.

В перспективе база знаний может охватить все системы автомобиля. В таком случае диагностика может производиться быстро и с довольно высокой точностью без привлечения технических консультантов. Это позволит сократить время, затрачиваемое на диагностику и сократить затраты.

Разработанная нами экспертная система позволяет диагностировать помимо систем ABS и ESP, тормозную систему автомобиля, имеет универсальность, увеличивает точность и скорость диагностики, а так же не требует специальных знаний от пользователя. К недостатком можно отнести отсутствие альтернативных вариантов диагностики и сложности при диагностике специфических неисправностей. В результате проделанной работы создана таблица возможных дефектов, составлен алгоритм поиска дефекта, разработано программное средство – экспертная система, реализующая данный алгоритм диагностики тормозной системы, ABS и ESP автомобиля.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворянкин, А.М. Искусственный интеллект. Базы знаний и экспертные системы : учеб. пособие / А.М. Дворянкин и др. Волгоград : РПК «Политехник», 2002.-140с.
2. Ревин, А.А. Теория эксплуатационных свойств автомобилей и автопоездов с ABS в режиме торможения: монография / А.А. Ревин; ВолГГТУ. - Волгоград: РПК "Политехник", 2002. - 372 с.
3. Дыгало В.Г. Виртуально-физическая технология лабораторных испытаний систем активной безопасности автотранспортных средств: монография / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин; ВолГГТУ. – Волгоград, 2006. – 316 с.
4. Дыгало, В.Г. Технологии испытания систем активной безопасности автотранспортных средств : монография / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин. - М. : Машиностроение, 2012. - 387 с.
5. Дыгало, В.Г. Виртуально-физическая технология моделирования в цикле проектирования автоматизированных тормозных систем многоцелевых колёсных машин / В.Г. Дыгало // Вестник Академии военных наук. - 2011. - № 2 (спецвыпуск). - С. 122-125.
6. Дыгало, В.Г. Виртуально-физическая технология моделирования систем активной безопасности / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин // Труды Нижегородского гос. техн. ун-та им. Р.Е. Алексеева. - 2011. - № 3. - С. 146-155.
7. Ревин, А.А. Виртуальные испытания в цикле проектирования автоматизированных тормозных систем / А.А. Ревин, В.Г. Дыгало // Наука - производству. - 2005. - №1. - С. 43-47.
8. Исследование свойств активной безопасности транспортных средств методом имитационного моделирования / А.В. Тумасов, А.М. Грошев, С.Ю. Костин, М.И. Саунин, Ю.П. Трусов, В.Г. Дыгало // Журнал автомобильных инженеров. - 2011. - № 2. - С. 34-37.
9. Ревин, А.А. Комплексное моделирование в цикле проектирования автомобилей и их систем / А.А. Ревин, В.Г. Дыгало // Автомобильная промышленность. - 2002. - №11. - С. 29-30.
10. Дыгало, В.Г. Оценка адекватности при моделировании тормозной динамики автомобиля с ABS / В.Г. Дыгало, В.В. Котов, А.А. Ревин // Автомобильная промышленность. - 2012. - № 12. - С. 16-18.

11. Дыгало, В.Г. Разработка алгоритма управления двухпозиционными клапанами для электрогидравлической тормозной системы колёсной машины методами виртуально-физической технологии моделирования / В.Г. Дыгало // Вестник Академии военных наук. - 2011. - № 2 (спецвыпуск). - С. 118-122.
12. Стенд для комплексных лабораторных испытаний ЭГТС / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин, А. Сорниотти, М. Веллардокиа // Автомобильная промышленность. - 2006. - №3. - С. 34-36.
13. Дыгало, В.Г. Виртуально-физическая технология моделирования в V-цикле при проектировании систем активной безопасности / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин // Изв. ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". Вып. 5 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2012. - № 2. - С. 35-38.
14. Дыгало, В.Г. Виртуально-физическая технология моделирования в цикле проектирования автоматизированных тормозных систем / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин // Изв. ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы": межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2007. - Вып.2, № 8. - С. 13-15.
15. Дыгало, В.Г. Разработка алгоритма управления двухпозиционными клапанами для электрогидравлической тормозной системы методами виртуально-физической технологии моделирования / В.Г. Дыгало // Изв. ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". Вып. 3 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - № 10. - С. 37-40.
16. Дыгало, В.Г. Разработка устройства имитации сигналов колёсных датчиков системы активной безопасности / В.Г. Дыгало // Изв. ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". Вып. 5 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2012. - № 2. - С. 32-35.
17. Дыгало, В.Г. Средства виртуальных испытаний автоматизированных тормозных систем / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин // Изв. ВолгГТУ. Сер. Транспортные наземные системы: Межвуз. сб. науч. статей / ВолгГТУ. - Волгоград, 2004. - Вып.1, №3. - С. 67-73.

**Ларин Егор Сергеевич**

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград  
Магистрант  
Тел.: +79053364804  
E-mail: [gorge90@mail.ru](mailto:gorge90@mail.ru)

**Мельников Глеб Олегович**

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград  
Магистрант  
Тел.: +79377364712  
E-mail: [n.l.k.o@mail.ru](mailto:n.l.k.o@mail.ru)

**Ревин Александр Александрович**

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград  
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ТЭРА

**Дыгало Владислав Геннадьевич**

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград  
Кандидат технических наук, доцент кафедры ТЭРА

УДК 629.3.064.5:621.3

А.М. БЕЛОКОВЫЛЬСКИЙ, Д.А. ИСКОРКИН

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМА ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТИ В СИСТЕМАХ ВПРЫСКА ЛЕГКОГО ТОПЛИВА

*На основе анализа возможных неисправностей базовой системы впрыска топлива «L-Jetronik», а также объективных проявлений этих неисправностей предлагается методический подход к разработке алгоритма поиска неисправностей в системах впрыска современных легковых автомобилей, позволяющего в последствии проводить диагностирование с минимальными затратами времени и труда.*

**Ключевые слова:** диагностирование, поиск неисправности, отказ, проверка.

A.M. BELOKOVYLSKY, D.A. ISKORKIN

## SYSTEMATIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF FAULT FINDING IN SYSTEMS LIGHT FUEL INJECTION

*Methodical approach to develop the algorithm of faults search in fuel injection systems of present passenger cars has been developed on the analysis basis of possible faults in the basic fuel injection systems «L-Jetronik» and the objective results of these faults. It allows to make diagnostics with minimal expenditures of time and labor.*

**Keywords:** diagnostics, faults search, damage, testing.

Существующая практика поиска неисправностей в оборудовании, основанная на интуиции и опыте ремонтного персонала, не позволяет в достаточной степени эффективно выполнять работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования автомобиля. Для решения этой проблемы разрабатывается система поиска неисправности, которая строится так, чтобы были минимальны: время диагностирования и стоимость соответствующих средств.

Основу системы диагностирования составляет программа поиска неисправности (ППН) или алгоритм диагностирования, которые в последующем закладываются в разрабатываемые средства диагностирования.

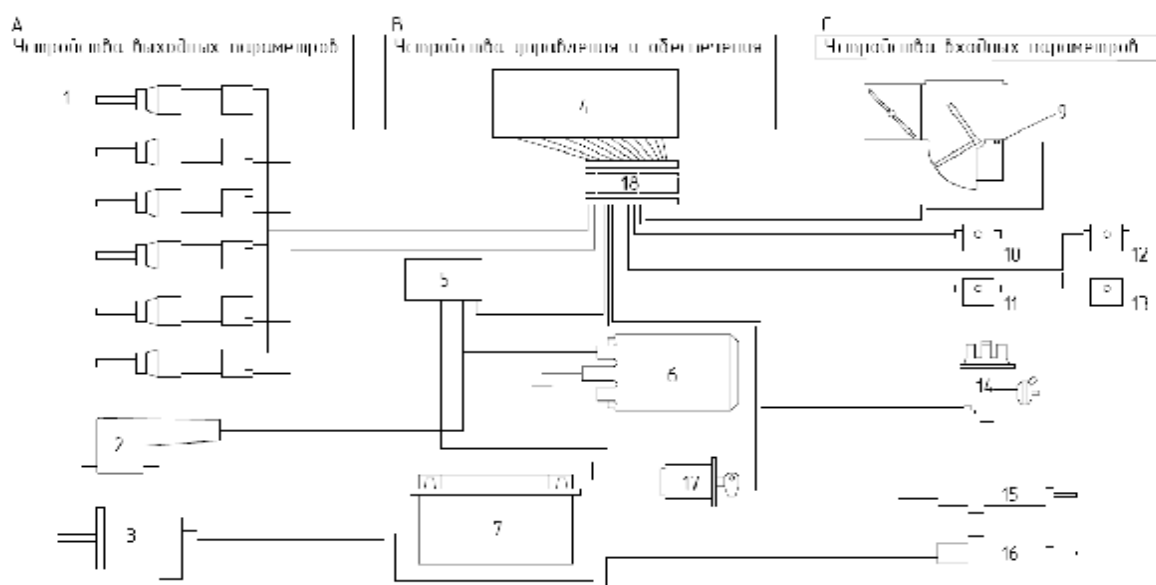
На рисунке 1 приведена функциональная схема управления системой впрыскивания топлива «L-Jetronik», которая позволяет определить совокупность параметров, подлежащих контролю, и последовательность их контроля, при обработке результатов (при одновременном контроле).

Проведя анализ возможных неисправностей базовой системы впрыска топлива современных легковых автомобилей «L-Jetronik», а также объективных проявлений этих неисправностей [1] можно сформировать соответствующие перечни в следующем виде:

### **Перечень проверяемых приборов и систем (причины неисправности)**

1. Топливный насос
2. Фильтр очистки топлива
3. Давление впрыскивания форсунок
4. Давление нагнетания топливного насоса
5. Производительность топливного насоса
6. Качество топлива
7. Клапан дополнительной подачи топлива
8. Термореле
9. Пусковая форсунка

10. Рабочие форсунки
11. Датчик температуры охлаждающей жидкости
12. Выключатель дроссельной заслонки
13. Корпус дроссельной заслонки
14. Пневмопривод дроссельной заслонки
15. Измеритель расхода воздуха
16. Электронный блок управления
17. Электропровода и соединения
18. Реле включения топливного насоса
19. Воздушный фильтр
20. Система охлаждения двигателя
21. Герметичность соединений во впускном тракте двигателя
22. Отсутствие подсоса воздуха в двигатель
23. Впускной тракт двигателя
24. Отсутствие рабочей смеси при частичной нагрузке двигателя



**Рисунок 1 – Функциональная схема управления системой впрыскивания топлива «L-Jetronic»:** А – устройства входных параметров: 1 – датчик температуры всасываемого воздуха; 2 – расходомер воздуха; 3 – выключатель положения дроссельной заслонки; 4 – высотный корректор; 5 – датчик-распределитель зажигания; датчик температуры охлаждающей жидкости; 7 термореле; В – устройства управления и обеспечения: 8 – электронный блок управления; 9 – блок реле; 10 – топливный насос; 11 – аккумуляторная батарея; 12 – выключатель зажигания; С – устройства выходных параметров: 13 – рабочие форсунки; 14 – клапан добавочного воздуха; 15 – пусковая форсунка.

### **Объективные проявления неисправностей системы впрыска**

1. Двигатель не запускается (температура масла <math><20^{\circ}\text{C}</math>)
2. Двигатель не запускается (температура масла >math>>60^{\circ}\text{C}</math>)
3. Затрудненный пуск двигателя (температура масла <math><20^{\circ}\text{C}</math>)
4. Затрудненный пуск двигателя (температура масла >math>>60^{\circ}\text{C}</math>)
5. Двигатель запускается и глохнет
6. Двигатель работает неустойчиво на холостом ходу при прогреве
7. Холостой ход двигателя не соответствует номинальному значению
8. Двигатель работает с перебоями на холостом ходу
9. Двигатель «трясет» при разгоне
10. Двигатель «трясет» при движении с постоянной скоростью
11. Двигатель «трясет» на принудительном холостом ходу
12. Стук в двигателе при увеличении частоты вращения коленчатого вала

13. Двигатель не обладает достаточной приемистостью
14. Повышенный расход топлива
15. Повышенное содержание СО и СН в отработавших газах на холостом ходу
16. Пониженное содержание СО и СН в отработавших газах на холостом ходу
17. Двигатель не развивает полной мощности

Большинство современных автомобилей оснащается достаточным количеством датчиков для отслеживания технического состояния автомобиля и подающих сигналы на электронный блок управления (ЭБУ). Для прочтения информации от ЭБУ обычно предусмотрен диагностический разъем. В настоящее время наибольшее распространение получил интерфейс OBD-II, но данные, поступающие от ЭБУ необходимо расшифровывать с помощью специальных адаптеров и необходимого программного обеспечения.

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

В настоящее время в электронном блоке управления современных легковых автомобилей ISFI-2S, оборудованных электронными системами управления двигателем, имеется три вида памяти: постоянная, оперативная и постоянная программируемая. Постоянная память это неизменяемая память. Информация в нее записана физическим методом в микросхемах при изготовлении блока управления, и не может быть изменена. Постоянная память содержит полные алгоритмы управления системой впрыска.

Программируемая постоянная память содержит различную калибровочную информацию по автомобилю и находится в отдельном модуле - в запоминающем устройстве калибровок, которое может отсоединяться от блока управления. Эти типы памяти не нуждаются в питании для сохранения записанной в них информации, которая не стирается при отключении питания.

Запоминающее устройство калибровок применяется для того, чтобы одну модель блока управления можно было устанавливать на различных моделях автомобилей. Запоминающее устройство калибровок содержит информацию о массе автомобиля, двигателе, трансмиссии, главной передаче и некоторые другие данные. Если сам блок управления (без запоминающего устройства) может применяться на различных автомобилях, то запоминающее устройство калибровок специфично для каждой модели автомобиля. Поэтому при замене блока управления, запоминающее устройство калибровок должно соответствовать конкретной модели автомобиля.

Оперативная память - это "блокнот" блока управления, в ней хранится вся текущая информация, используемая для управления двигателем. Процессор блока управления может записывать туда информацию и считывать ее при необходимости. Эта память требует питания для сохранения записанной информации. При отключении питания от аккумуляторной батареи (АКБ) хранящиеся в оперативной памяти коды неисправностей и другие данные стираются. Именно поэтому на автомобилях оборудованных электронными системами управления двигателем не рекомендуется отключать АКБ без острой необходимости.

В блоках управления "Январь-4" отсутствует постоянная память, а программное обеспечение и калибровочная информация хранятся в программируемой постоянной памяти (EPROM).

Электронный блок управления автомобилей, оборудованных электронными системами управления двигателем, имеет встроенную систему диагностики. Он может распознавать неполадки в работе системы, предупреждая о них водителя через контрольную лампу "CHECK ENGINE". Кроме того, он хранит в оперативной памяти диагностические

коды, указывающие области неисправности, чтобы помочь специалистам в проведении ремонта. Информацию о неполадках в работе системы впрыска можно получить через колодку диагностики, к которой подключается специальный диагностический прибор "TECH 1"(GM) или ДСТ-2М (Россия).

В состав кодов неисправностей систем на базе контроллеров "Январь-4" входят следующие неисправности, приведенные в таблице 1. Анализ данных кодов показывает, что они не в полной мере описывают всю совокупность возможных неисправностей электронных систем управления двигателем (см. перечни проверяемых приборов и систем, а также, соответствующих им, объективных проявлений данных причин неисправностей системы впрыска).

Таблица 1 – Коды неисправностей систем на базе контроллеров "Январь-4"

Код	Наименование неисправности
1	Высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости
2	Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости
3	Высокое напряжение бортовой сети
4	Низкий уровень бортового напряжения
5	Ошибка датчика положения коленчатого вала
6	Высокий уровень сигнала датчика положения дросселя
7	Низкий уровень сигнала датчика положения дросселя
8	Отсутствует сигнал скорости автомобиля
9	Высокий уровень сигнала потенциометра коррекции СО
10	Низкий уровень сигнала потенциометра коррекции СО
11	Высокий уровень сигнала датчика расхода воздуха
12	Низкий уровень сигнала датчика расхода воздуха
13	Ошибка частоты вращения КВ на холостом ходу
14	Ошибка датчика фаз (отсутствует сигнал)
15	Ошибка в цепи датчика детонации
16	Ошибка постоянного запоминающего устройства
17	Ошибка оперативного запоминающего устройства
18	Ошибка EEPROM
19	Ошибка связи с иммобилизатором
20	Ошибка сброса электронного блока управления

Исходя из этого, возвращаясь к перечню возможных неисправностей системы с электронным управлением впрыска топлива и, соответствующего ему перечню проверок, а также используя символы алгебры логики, можно записать уравнение вероятностей для несовместных событий, т.е. оценки отказа электронной системы управления двигателем  $Q_C$  через отказы ее элементов  $Q_{A_i}$  в следующем виде:

$$Q_C = Q_{A1} \cup Q_{A2} \cup Q_{A3} \cup Q_{A4} \cup Q_{A5} \cup Q_{A6} \cup Q_{A7} \cup Q_{A8} \cup Q_{A9} \cup Q_{A10} \cup Q_{A11} \cup Q_{A12} \cup Q_{A13} \cup Q_{A14} \cup Q_{A15} \cup Q_{A16} \cup Q_{A17} \cup Q_{A18} \cup Q_{A19} \cup Q_{A20} \cup Q_{A21} \cup Q_{A22} \cup Q_{A23} \cup Q_{A24} \quad (1),$$

где  $Q_{A_i}$  – отказ  $i$ -го элемента, вызывающий отказ всей системы.

Возможные комбинации признаков можно отобразить в виде таблицы 2.

Графы таблицы 2 представляют собой перечень причин, вызывающих неисправность приборов и систем, а ее строки – основные объективные проявления данной конкретной неисправности. Цифра «1» говорит о соответствии проверяемых приборов всем параметрам, а «0» - об их неисправности. Из полученных данных таблицы 2 необходимо создать такую совокупность из ее строк, при которой бы обеспечивалась различимость (распознаваемость) причин вызывающих неисправность приборов и систем [2]. Условие различимости неисправностей выполняется, если каждая графа таблицы отличается от остальных хотя бы одним значением. Этим мы могли бы минимизировать количество проверок, которые

необходимо проводить в первую очередь. Необходимость таких действий весьма целесообразна по причине того, что в большинстве случаев реальная картина проявления признаков неисправностей системы не будет иметь такого явного характера, как приводится в таблице 2. Они могут проявляться весьма разнообразно, а порой даже в различном сочетании.

Таблица 2 – Проверки технического состояния

Номер	Номера причин, вызывающих неисправность																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1.	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
2.	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
4.	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
5.	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
6.	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
7.	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
8.	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
9.	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
10.	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
11.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
12.	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
13.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
14.	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
15.	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
16.	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
17.	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0

Минимизацию проводят путем анализа меры изменчивости строк, которая характеризуется количеством переходов от «0» к «1» и обратно. В таблице 2 наиболее информативной строкой является 5-я (13 переходов), далее 16-я и 17-я (по 12 переходов), 6-я и 8-я (по 10 переходов), и т.д. Строки 1-я, 9-я и 10-я имеют равное количество переходов (по 9 переходов), но по различимости признаков неисправностей наиболее информативной является 10-я строка, поэтому для дальнейших исследований необходимо оставить ее. Кроме того, также в этих целях по мере убывания фактора изменчивости необходимо оставить строки: 4-ю, 14-ю, 15-ю и 12-ю. Таким образом, была сформирована таблица 3.

Из-за своей низкой информативности в перечень не вошли первые три проявления признаков отказа, когда двигатель изначально не запускается. Несмотря на свою важность, эти проявления не несут никакой полезной информации о причине отказа, а скорее всего, говорят о комплексной неисправности: или полном отсутствии поступления топлива, или полном отсутствии зажигания.

Таблица 3 – Минимизированная таблица

Номер	Номера причин, вызывающих неисправность																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
5.	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
16.	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
17.	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
6.	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
8.	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
10.	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
4.	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
14.	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
15.	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
12.	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 3 позволяет использовать для диагностирования системы вместо 17-ти возможных проявлений признаков неисправностей только 10 из них, располагающихся в таблице по мере убывания информативности. Эти 10 проявлений технических состояний уже позволяют сократить время на поиск неисправностей и являются основой для формирования алгоритма поиска неисправности в системах впрыска легкого топлива.

Рекомендуемые двоичные диагностические коды распознавания неисправностей приведены в таблице 4. В таблице 4 была достигнута различимость по всем неисправностям проверяемых приборов и систем, кроме 15 (отказ измерителя расхода воздуха) и 16 (отказ

электронного блока управления). Им обоим соответствуют коды, состоящие из одних нулей (0000000000), что не позволяет различить эти неисправности по имеющейся совокупности объективных проявлений состояний системы впрыска. Проверку данных приборов необходимо выделить отдельно из всей системы проверок и, возможно, проводить в первую очередь.

Проверку потенциометра расхода воздуха проводят при отсоединении от расходомера трубопровода подвода воздуха. Далее перемещают напорный диск потенциометра и измеряют сопротивление потенциометра, которое должно находиться в пределах 60-1000 Ом. Если результат измерения выходит за указанные пределы, расходомер воздуха заменяют.

Проверку электронных блоков осуществляют измерением частот вращения коленчатого вала двигателя, соответствующих резкому изменению напряжения на выводах, предназначенных для подключения электромагнитного клапана. Эти частоты определяются сначала при плавном увеличении, а затем снижении частоты. Измеренные частоты вращения должны соответствовать пороговым частотам срабатывания блока. Электронные блоки регулируют на заводе-изготовителе. В случае выхода из строя блок управления заменяется новым.

Таблица 4 – Распознавание кодов неисправностей

Номер проверяемого прибора	Код распознавания неисправности	Наименование неисправности
1	0101111111	Топливный насос
4	0010100111	Давление нагнетания топливного насоса
5	0111001111	Производительность топливного насоса
18	0111110111	Реле включения топливного насоса
2	1011100111	Фильтр очистки топлива
3	0000100111	Давление впрыскивания форсунок
10	0000000001	Рабочие форсунки
5	1101001010	Качество топлива
7	0110111011	Клапан дополнительной подачи топлива
8	1110111001	Термореле
9	1100100001	Пусковая форсунка
11	1000001001	Датчик температуры охлаждающей жидкости
12	1101111001	Выключатель дроссельной заслонки
13	0000111101	Корпус дроссельной заслонки
14	1100100011	Пневмопривод дроссельной заслонки
15	0000000000	Измеритель расхода воздуха
16	0000000000	Электронный блок управления
17	0000100000	Электропровода и соединения
19	1000000001	Воздушный фильтр
20	1101100001	Система охлаждения двигателя
23	0000110111	Впускной тракт двигателя
21	1111001111	Герметичность соединений во впускном тракте
22	0001100111	Отсутствие подсоса воздуха в двигатель
24	1101101001	Отсутствие рабочей смеси при частичной нагрузке двигателя

Используя рассмотренный методический подход распознавания признаков и возвращаясь к анализу таблицы 1 становится очевидно, что, например, низкий или высокий уровень сигнала потенциометра коррекции СО (код 9, 10) может быть связан с наличием пониженного или повышенного содержания СО и СН в отработавших газах на холостом ходу, что соответствует проявлениям неисправностей 15, 16. Найдем, например, возможные комбинации [3] диагностической ситуаций при низком уровне сигнала потенциометра



коррекции СО (код 10), связанного с пониженным содержанием СО и СН в отработавших газах на холостом ходу (признак 16). В этом случае, при условии хорошего качества топлива, можно говорить об исправности таких элементов как:

- топливный насос в сборе с реле включения;
- клапан дополнительной подачи топлива;
- термореле;
- пусковая форсунка;
- выключатель дроссельной заслонки с пневмоприводом;
- система охлаждения двигателя;
- не нарушена герметичность соединений во впускном тракте двигателя;
- отсутствует рабочая смесь при частичной нагрузке двигателя,

при одновременном отказе всех остальных элементов.

В данном случае уравнение (1) для определения вероятности отказа системы примет следующий вид:

$$Q_c = Q_{A1}UQ_{A5}UQ_{A6}UQ_{A7}UQ_{A8}UQ_{A9}UQ_{A12}UQ_{A14}UQ_{A18}UQ_{A20}UQ_{A21}UQ_{A24} \quad (2).$$

Если же теперь вернуться к ранее не распознанной неисправности 15, связанной с отказом измерителя расхода воздуха, то теперь, используя коды 11, 12 неисправностей (см. таблица 1), проявляющиеся соответственно в высоком или низком уровне сигнала датчика расхода воздуха, ее можно распознать. Само наличие сигнала уже будет косвенно информировать о работоспособности расходомера, а это значит – неисправность распознана.

Исходя из всего сказанного, следует, что отдельно таблица 1 не дает информации о выходе из строя конкретного элемента, а сообщает только код. Таблица 4 имеет достаточно полную информацию о самих неисправностях и кодах их распознавания, но не позволяет распознать ситуацию о выходе из строя 15-го или 16-го элементов. Таким образом, все это доказывает необходимость совместного использования информации таблиц 1 и 4.

Новая таблица кодов неисправностей должна быть сформирована по принципу минимальной достаточности для распознавания всей совокупности неисправностей, при этом в нее могут войти дополнительные диагностические параметры. Все данные должны быть внесены в оперативную или программируемую постоянную память, что автоматизирует процесс поиска неисправности. Это в значительной мере упростит весь процесс поиска неисправности в электронных системах управления двигателем.

При выходе из строя самого ЭБУ и при реализации условного алгоритма поиска неисправности с использованием другого диагностического оборудования (газоанализатор, стенд для проверки тягово-экономических характеристик или комплекс КАД400, а также им подобные) эффективность поиска неисправности будет еще выше.

В дальнейшем, при получении новой информации данные будут корректироваться, с последующим перепрограммированием оперативной или постоянной памяти EPROM ЭБУ.

Предлагаемый методический подход, к разработке алгоритма поиска неисправностей в системах впрыска легкого топлива, предназначен для использования водителем автомобиля или механиком АТП для получения информации о работе и техническом состоянии основных элементов электронных систем управления двигателем, обеспечивается их контролем по функциональным параметрам и обобщенным показателям работоспособности. Позволяет выявлять предотказные состояния электронных систем управления двигателем, определяющих наибольшую частоту обращений в ремонтную зону АТП или на СТО.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов С.В. Электрооборудование автомобилей [Текст]: учебник для вузов / С.В. Акимов, Ю.П. Чижков. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2001. – 384 с.

2. Белоковьяльский А.М. Поиск неисправностей в электрооборудовании автомобилей [Текст]: учеб. пособие / А.М. Белоковьяльский. – Пенза: ПГУАС, 2006. – 38 с.
3. Белоковьяльский А.М. Основы работоспособности технических систем: Практикум [Текст]: учеб. пособие / А.М. Белоковьяльский, А.С. Ширшиков – Пенза: ПГУАС, 2006. – 43 с.
4. Лянденбургский В. В. Эффективность применения систем диагностирования и саморегулирования при эксплуатации автомобилей / В. В. Лянденбургский, А. И. Тарасов, А. В. Федосков // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №1(32) 2011, 51-55 с.
5. Иванов А. С. Виртуальный комплекс автодиагностики / А. С. Иванов, В. В. Лянденбургский, Ю. В. Родионов, Е. В. Кравченко // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №1(36) 2012, 19-24 с.
6. Белоковьяльский А. М. Разработка алгоритма поиска неисправностей в генераторных установках современных легковых автомобилей / А. М. Белоковьяльский, Д. А. Искоркин // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №3(38) 2012, 16-21 с.

**Белоковьяльский Александр Михайлович**

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»  
Тел. (8412) 49-83-30  
E-mail: [dekauto@pguas.ru](mailto:dekauto@pguas.ru)

**Искоркин Денис Андреевич**

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза  
Студент четвертого курса специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»  
Тел. (8412) 49-83-30

УДК 74.584

А.В. МАВЛЮБЕРДИНОВА, О.А. РУБЛЁВА, А.Н. НОВИКОВ

## МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРИФИРМЕННОГО ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА

*В статье перечислены основные виды внутрифирменного обучения персонала, их отличительные признаки, а так же слабые и сильные стороны.*

**Ключевые слова:** ротация, наставничество, коучинг, лекция, семинары, самостоятельное обучение, деловые игры, тренинг, кружки качества, конференция.

A.V. MAVLYUBERDINOVA, O.A. RUBLEVA, A.N. NOVIKOV

## PRINCIPLES AND TECHNIQUES OF IN-HOUSE TRAINING OF STAFF

*This article lists the main types of in-house training of staff, in their distinctive signs, as well as strengths and weaknesses.*

**Keywords:** rotation, mentoring, coaching, lectures, seminars, independent learning, business games, training, quality circles, conference.

Наш мир быстро меняется. Появляются новые технологии, новые продукты, изделия. Рынок находится в непрерывном движении. Объем информации растет, как снежный ком.

Значимость человека в работе выросла в связи с усложнением производства, с одной стороны, но и стоимость человеческой ошибки существенно увеличилась. Именно поэтому в работе с персоналом появилось много различных технологий, позволяющих более успешно и своевременно заниматься развитием кадров.

В мире существенно обострилась конкуренция и этому в немалой степени способствует быстрое развитие информационных технологий. В настоящее время конкурентное преимущество, основанное на введении новых технологий, возможно удержать лишь очень короткое время. Новая область конкурентной борьбы – это не качество двигателя или кондиционера, а дизайн, гарантия, обслуживание, имидж. Интеллект и неосязаемые активы. И, конечно же, люди. Люди делают организацию, продукты или услуги уникальными. От того, как осуществляется руководство людьми, от того, как организованы операции, зависит конечный успех всего предприятия.

Одним из основных инструментов «выживания» организации является инвестирование в людей, т.е. привлечение специалистов со стороны либо обучение и ротация собственного персонала. В связи с большой неопределенностью человеческого фактора риск таких вложений весьма велик (обучатся и уйдут). Однако привлекательность такого подхода очень высока: без затрат на переоборудование, приобретения технических средств, расширение офисных, производственных или торговых площадей можно значительно поднять производительность предприятия. При анализе инвестиций выявлено, что вложения позволяют получить прибыль в 2 -3 раза больше, чем те же вложения в технику и технологию.

Выделим два вида классификации методов внутрифирменного обучения:

- классификация методов обучения по принципу близости к рабочему месту;

- классификация в соответствии с дидактическим подходом по принципу «активные» и «пассивные» методы обучения, применяемые в основном при обучении вне рабочего места. Обучение на рабочем месте отличается своей практической направленностью, непосредственной связью с производственными функциями сотрудника, предоставляет, как

правило, значительные возможности для повторения и закрепления вновь изученного. Наиболее известный - *метод инструктажа или дублирования*. В этом случае работника обучает более опытный сотрудник или непосредственный руководитель. На низших уровнях инструктаж может представлять собой лишь приобретение работником необходимых навыков управления оборудованием под наблюдением начальника. Однако этот метод применяется и на высшем управленческом уровне.

*Ротация* представляет собой метод самостоятельного обучения, при котором сотрудник временно перемещается на другую должность с целью приобретения новых навыков. Ротация широко применяется предприятиями, требующими от работников поливалентной квалификации, т.е. владения несколькими профессиями. Помимо чисто обучающего эффекта ротация оказывает положительное влияние на мотивацию сотрудника, помогает преодолеть стресс, вызываемый однообразными производственными функциями, расширяет социальные контакты на рабочем месте.

*Наставничество* является традиционным методом обучения, особенно распространенным там, где практический опыт играет исключительную роль в подготовке специалистов. Данный метод требует особой подготовки и склада характера от наставника, которым практически невозможно стать по распоряжению сверху.

#### *Коучинг.*

Методы обучения вне рабочего места дают учащемуся возможность абстрагироваться от сегодняшней ситуации на рабочем месте и выйти за рамки традиционного поведения. Такое обучение способствует формированию принципиально новых поведенческих и профессиональных компетенций. Метод обучения вне рабочего места включает следующие методы.

Коучинг как новая модель развития персонала.

Коучинг не только метод непосредственного обучения, но и философия, система технологий и методов, направленных на постановку и максимально быстрое достижение целей. Эта методика предназначена для расширения возможностей людей, осознавших потребность в изменениях и ставящих перед собой задачи профессионального и личного роста. Она может быть направлена на реализацию планов в самых различных областях жизни.

Все используемые в коучинге методы направлены, главным образом, на то, чтобы сосредоточить внимание человека на целенаправленном действии и побудить его совершить это действие, получив от этого удовольствие.

*Традиционные методы обучения персонала.*

*Лекция* является традиционным и одним из самых древних методов профессионального обучения. Лекция является непревзойденным средством изложения большого объема учебного материала в короткий срок, позволяет развить множество новых идей в течение одного занятия, сделать необходимые акценты. Ограниченность лекций как средства профессионального обучения связана с тем, что слушатели являются пассивными участниками происходящего. В результате практически отсутствует обратная связь, инструктор не контролирует степень усвояемости материала и не может внести коррективы в ход обучения.

Но и сейчас уже чаще обращаются к интерактивному общению — проводят групповые дискуссии по рассматриваемой проблеме, предлагают решить практические задачи. Используют много наглядных пособий, таких как слайды, раздаточные материалы с основным содержанием курса и заданиями, актуальные статьи по теме.

*Семинары* предполагают большую активность участников и используются для совместного обсуждения проблемы, выработки общих решений или поиска новых идей. Стратегические сессии, мозговой штурм помогают обсудить и решить конкретные проблемы.

*Самостоятельное обучение* является наиболее простым видом обучения - для него не требуется ни инструктор, ни специальное помещение, ни определенное время - обучающийся учится там, тогда и так как ему удобно. Организации могут извлечь значительную пользу из самообучения при условии разработки и предоставления сотрудникам эффективных вспомогательных средств - аудио и видео кассет, учебников, задачников, обучающих компьютерных программ.

*Активные методы обучения персонала.*

*Деловые игры* представляют собой метод обучения, наиболее близкий к реальной профессиональной деятельности обучающихся. Преимущество деловых игр состоит в том, что являясь моделью реальной организации, они одновременно дают возможность значительно сократить операционный цикл и, тем самым, продемонстрировать участникам, к каким конечным результатам приведут их решения и действия. В условиях деловых игр создаются исключительно благоприятные возможности включения участников творчески и эмоционально в отношения, подобные действительным отношениям в производстве. В игре происходят быстрое пополнение знаний, дополнение их до необходимого минимума, практическое освоение навыков проведения расчетов и принятия решений в условиях реального взаимодействия с партнерами.

*Тренинг* - это активная форма обучения с использованием практических упражнений. Благодаря тренингам можно повысить личную эффективность сотрудников — развить ориентацию на результат, способность управления конфликтами, коммуникативные навыки, лидерство. На тренингах более 70% времени посвящено деловым играм и их анализу, закреплению наиболее эффективных стратегий поведения в типичных деловых ситуациях. Эффективность усвоения новой информации на тренингах гораздо выше, чем на лекциях и семинарах, так как здесь не только приобретаются знания теоретического характера, но в различных ролевых играх и учебных ситуациях вырабатываются практические умения и навыки.

*Кружки качества.* Это ориентированная на длительный срок групповая работа с сотрудниками, принадлежащими одному профессиональному направлению и одному уровню иерархии, регулярно встречающимися в рабочее или вне рабочее время на добровольных началах для обсуждения самостоятельно выбранных проблем под управлением модератора. При этом предложения по решению существующих проблем, разработанные в группе, передаются для рассмотрения менеджменту, оплачиваются в рамках существующего в организации положения о вознаграждении.

Обучение и участие в кружках качества ориентировано на повышение качества продукции (работ, услуг), повышение квалификации сотрудников, изменение трудовой мотивации сотрудников, формирование чувства общей ответственности.

*Конференция — конфронтация.* Основная задача данного метода — выявление разногласий в видении данной организации на различных уровнях управления и в различных группах.

В процессе конференции различные группы вступают в конфронтацию по поводу основных проблем, существующих в организации, и способов их решения.

Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки. И главным критерием при выборе того или иного метода является его эффективность для достижения целей обучения каждого конкретного работника.

И самое главное, любое обучение тогда приносит результаты, когда сформирована потребность человека в нем. Когда различными моментами системы мотивации сотрудник сам заинтересован в повышении квалификации, освоении нового.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков В.В. Анализ конкурентной среды на рынке автосервисных услуг / В.В. Жуков, А.В. Мавлюбердинова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №4(31) 2010, 99-102 с.
2. Жуков В. В. Квалификация персонала – доминантный фактор влияния на качество услуг предприятий автомобильного сервиса / В.В. Жуков, А.В. Мавлюбердинова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №1(32) 2011, 90-93 с.
3. Жуков В. В. Теоретические предпосылки повышения квалификации персонала предприятий автосервиса / В.В. Жуков, А.В. Мавлюбердинова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №3(34) 2011, 88-91 с.
4. Новиков А. Н. Профессиональное мышление технического профиля как элемент образовательного нормирования / А. Н. Новиков, Г. В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №3(38) 2012, 100-102 с.

**Мавлюбердинова Анна Викторовна**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г. Орел  
Доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»  
Тел. +7 (4862) 73 29 94  
E-mail: [anvic@oreloblato.ru](mailto:anvic@oreloblato.ru)

**Рублёва Ольга Александровна**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г. Орел  
Студентка 5-ого курса  
Телефон: +7 (4862) 73-43-50  
E-mail: [sirm@ostu.ru](mailto:sirm@ostu.ru); [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

**Новиков Александр Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г. Орёл  
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сервис и ремонт машин»  
Тел. +7(4862)734350  
E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

УДК 629.3.03

И.В. СТАРОДУБЦЕВА

## МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ТОРМОЗНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГИБРИДНОГО ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

*Тормозное сопротивление - ключевой компонент, обеспечивающий безопасность и надежность гибридных электромобилей (ГЭМ). В этой статье исследуются математические модели электрической тормозной системы и способы контроля тормозного сопротивления. Ключевые детали, включая двигатель, аккумуляторы и шины, которые влияют на контроль тормозного сопротивления, выбраны. Методы ручного управления с помощью переключателей и линейного регулирования тормозным сопротивлением сравниваются с помощью моделирования и анализа. Результаты показывают: математические модели отражают характеристики электрической тормозной системы. Оба метода ручного управления с помощью переключателей и линейного регулирования могут осуществлять эффективный контроль. Метод ручного управления с помощью переключателей может быть осуществлен достаточно легко. Метод линейного регулирования достаточно точный и равномерный.*

**Ключевые слова:** гибридный электромобиль (ГЭМ); тормозное сопротивление; метод ручного управления с помощью переключателей, метод линейного регулирования.

I.V. STARODUBTSEVA

## CONTROL METHODS OF BRAKE RESISTANCE OF HYBRID ELECTRIC VEHICLE

*The brake resistance is a key component to ensure the safety and reliability of hybrid electric vehicles (HEVs). The mathematical models of electric brake system and control methods of brake resistance are researched in this article. The key details including motor, batteries and bus which effect the control of brake resistance are established. The switch control and linear control methods of brake resistance are compared by the simulation and analysis. The results indicate: the mathematical models can reflect the state properties of electric brake system. The switch control and linear control methods both can realize the effective control. The switch control can be implemented easily. The linear control is accurate and smooth.*

**Keywords:** hybrid electric vehicle (HEV); brake resistance; switch control; linear control.

Электрический тормоз – важный элемент гибридных электромобилей, который применяется, чтобы сохранить энергию и увеличить срок службы тормозов с механическим приводом.

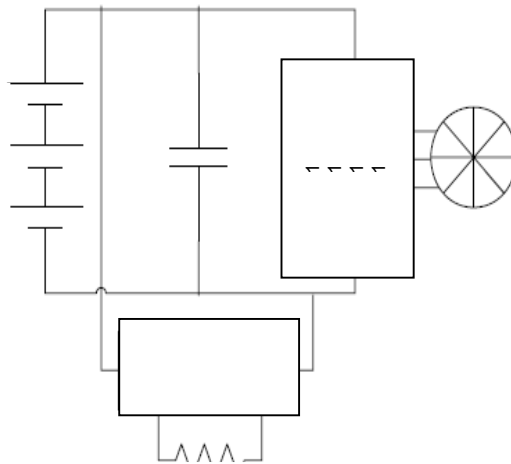
Электрический тормоз включает рекуперативный тормоз и тормозной реостат. Рекуперативный тормоз возвращает электроэнергию, которая может использоваться электрическими компонентами или поглощаться аккумуляторами. В условиях достаточно большой тормозной силы или непрерывного торможения, ограниченного мощностью аккумуляторов, рекуперативная энергия не может быть полностью поглощена. В этом случае избыточная энергия должна быть преобразована в тепло тормозным реостатом для безопасности и надежности ГЭМ.

В этой статье исследуются методы контроля тормозного сопротивления ГЭМ, и сравниваются методы ручного управления с помощью переключателей и линейного регулирования.

### **Принцип тормозного сопротивления.**

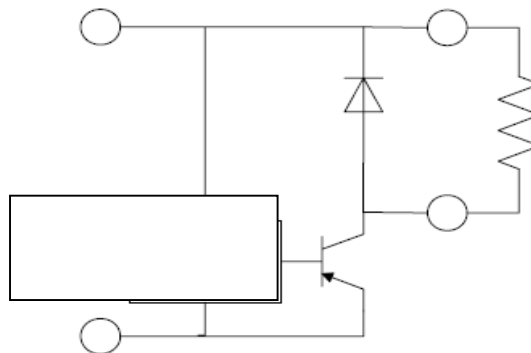
Когда работает реостатное торможение, электроэнергия от двигателя переходит в тормозное сопротивление, и электроэнергия преобразуется в тепловую энергию. Тепловая энергия выделяется в атмосферу воздушным маслоохладителем. Стационарная сила тормоза

может быть достигнута реостатным торможением, но для этого необходимо большое сопротивление. Структура электрической тормозной системы ГЭМ с тормозным реостатом показана на рис. 1.



**Рисунок 1 – Структура электрической тормозной системы**

В результате торможения транспортного средства, часть кинетической энергии преобразуется в электроэнергию. Часть электроэнергии поглощается обмоткой, большая часть энергии возвращается в шину и напряжение увеличивается. Если электроэнергия на шине не выделялась, то напряжение увеличилось, и на прибор управления поступил бы предупреждающий сигнал. Когда напряжение выше, чем пороговое, цепь тормозного реостата открыта, и избыточная электроэнергия потребляется сопротивлением. Система управления тормозным сопротивлением представлена на рис. 2.



**Рисунок 2 – Структура блока управления тормозного сопротивления**

### **Моделирование электрической тормозной системы.**

Модель электродвигателя.

В этой статье используется метод моделирования с помощью моторных характеристик. Просмотр и интерполирование результатов осуществляются в программе Matlab.

Вращающий момент на выходном валу электродвигателя рассчитывается так:

$$T_m = \frac{1}{1 + \tau s} T_{m0} \quad (1)$$

где  $T_m$  - фактический тормозной момент двигателя,  $T_{m0}$  - расчетный тормозной момент двигателя,  $\tau$  - время моторного тормозного момента,  $s$  – оператор Лапласа.

Входной сигнал модели электродвигателя – это крутящий момент от распределительного контроллера силы торможения и частоты вращения электродвигателя. Выходной сигнал – это фактический вращающий момент и рекуперативный ток. Частота вращения двигателя может быть вычислена с помощью скорости вращения колеса.



Рекуперативная энергия и ток рассчитываются от фактического моторного вращающего момента, частоты вращения двигателя и коэффициента полезного действия.

Полная мощность электродвигателя:

$$P_{total} = T_m \omega_m \quad \text{или} \quad P_{total} = P_m + P_{lost} \quad (2)$$

где  $P_{total}$  - полная мощность электродвигателя,  $\omega_m$  - частота вращения электродвигателя,  $P_m$  - эффективная мощность электродвигателя,  $P_{lost}$  - мощность потери электродвигателя.

Эффективная мощность это:

$$P_m = I_m U \quad (3)$$

где  $I_m$  - ток электродвигателя;  $U$  - напряжение на шине.

Таким образом, рекуперативный ток электродвигателя при условии торможения:

$$I_m = \frac{T_m \omega_m - P_{lost}}{U} \quad (4)$$

### Модель аккумулятора

Зарядка и разрядка аккумуляторов - химический процесс, связанный с температурой и током. В связи с этим этот процесс достаточно сложно смоделировать из-за нелинейной и изменяющейся во времени характеристики аккумуляторов.

Внутренняя модель сопротивления аккумуляторов состоит из источника напряжения и переменного резистора. Напряжение разомкнутой цепи аккумулятора соответствует состоянию заряда аккумулятора (СЗА) и температуре. СЗА аккумуляторов вычисляется с помощью модели аккумулятора.

Внутреннее сопротивление аккумуляторов  $R_{int}$  является функцией СЗА, температуры и текущего направление тока (зарядка или разрядка). Соответствующие переменные величины модели аккумулятора вычисляются с помощью таблицы поиска данных и интерполяцией.

Динамическое СЗА вычисляется как:

$$SOC = SOC_0 - \frac{\int I_B dt}{C_N} \quad (5)$$

где  $SOC_0$  - начальная величина SOC,  $I_B$  - ток аккумулятора,  $C_N$  - суммарная мощность аккумуляторов.

Динамические функции переменных величин в модели аккумулятора вычислены следующим образом. Динамическое напряжение аккумуляторов рассчитывается как:

$$E(SOC) = U_{oc} + I_B R_{int} \quad (6)$$

Мощность зарядки/разрядки аккумуляторов:

$$P_B = I_B U_{oc} \quad (7)$$

Полная мощность аккумуляторов:

$$EI_B = P_B + I_B^2 R_{int} \quad (8)$$

Ток аккумулятора:

$$I_B = \frac{E - \sqrt{E^2 - 4R_{int}P_B}}{2R_{int}} \quad (9)$$

Температура аккумулятора влияет на ток и срок службы. Температура вычисляется как:

$$T_{ess} = T_0 + \int_0^t \frac{Q_w - Q_a}{mc} \quad (10)$$

где  $T_0$  - начальное значение температуры,  $Q_w$  - тепло, выделенное из-за потери мощности

аккумуляторов,  $Q_a$  - тепло, выделенное в атмосферу,  $m$  - масса аккумуляторов,  $c$  – удельная теплоемкость аккумуляторов.

Модель шины.

Шина соединяет двигатель, аккумуляторы и тормозное сопротивление (см. рис.1). Между положительным и отрицательным электродом есть конденсатор фильтра. Напряжение на шине - важный параметр для вычисления модели и управления тормозным сопротивлением. Согласно упрощенной модели, показанной на рис. 1, напряжение на шине вычисляется:

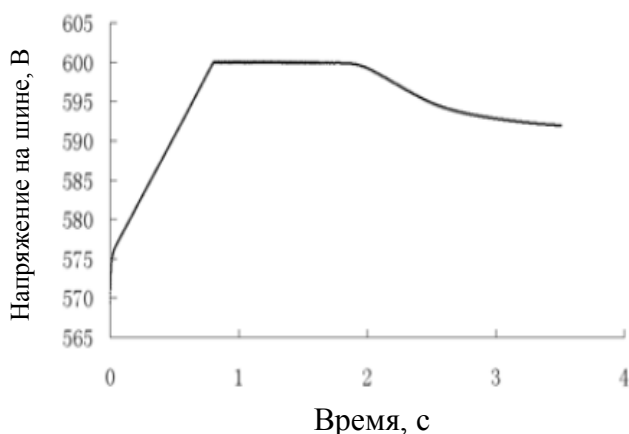
$$U = E(SOC) + C(I_m - I_B) = U_{\infty} + I_B R_{int} + C(I_m - I_B) \quad (11)$$

где  $C$  - емкость конденсатора фильтра текущей шины.

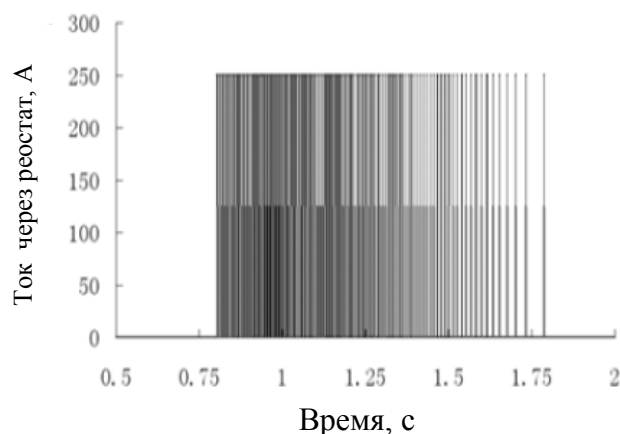
Когда цепь шины разомкнута, напряжение на шине эквивалентно напряжению разомкнутой цепи аккумулятора и напряжению на конденсаторе фильтра. Когда есть ток в шине и  $I_m$  не равен  $I_B$ , конденсатор фильтра заряжается или разряжается и напряжение на шине изменяется. Когда тормозное сопротивление работает, напряжение на шине вычисляется как:

$$U = E(SOC) + C(I_m - I_B - I_R) \quad (12)$$

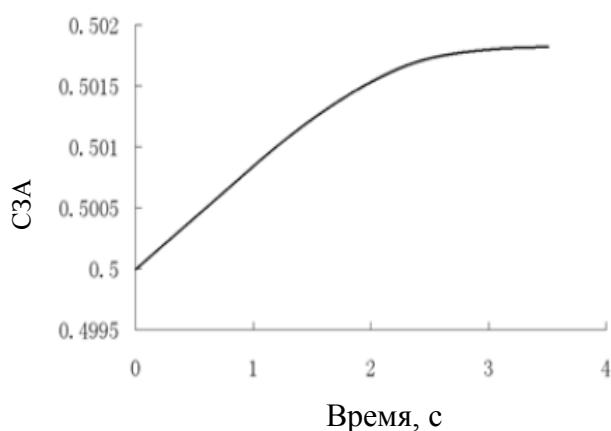
где  $I_R$  – ток, протекающий через тормозной реостат.



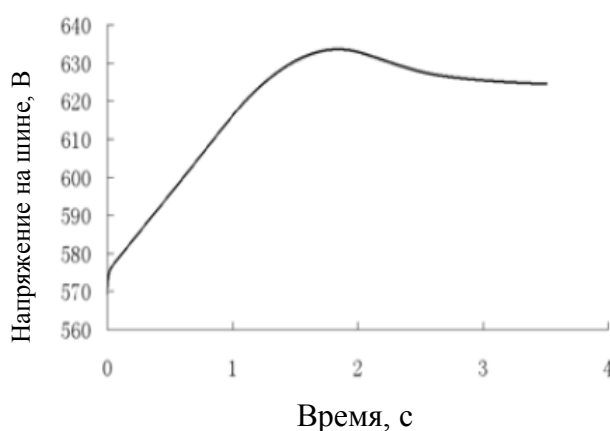
(а) Напряжение на шине с контролем



(б) Ток тормозного реостата



(в) СЗА



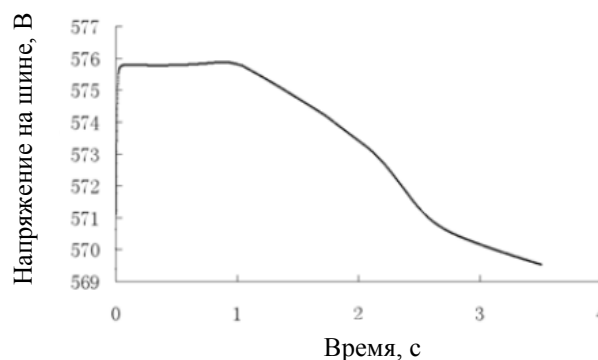
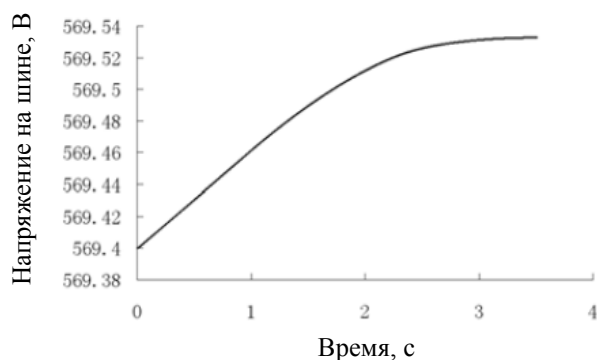
(г) Напряжение на шине без контроля

**Рисунок 3 – Состояние электрической тормозной системы с ручным управлением тормозного сопротивления**

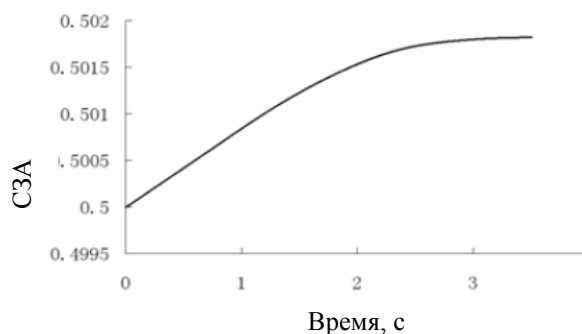
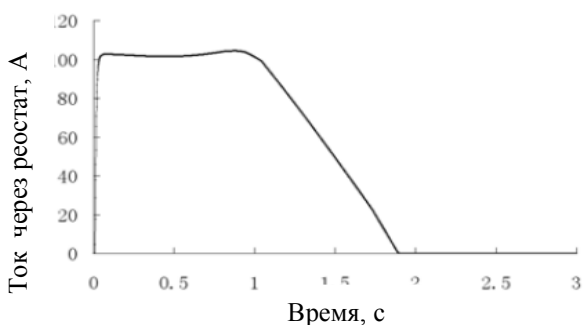
### Методы контроля тормозного сопротивления.

Этот метод устанавливает рабочий порог тормозного сопротивления согласно напряжению на шине. Когда напряжение на шине выше, чем пороговое, тормозное сопротивление открыто. Ток через тормозной реостат равен отношению напряжения на шине к величине тормозного сопротивления. Метод ручного управления с помощью переключателей не может регулировать ток через тормозной реостат. Когда напряжение на шине ниже, чем пороговое, тормозное сопротивление закрыто. Ручное управление с помощью переключателей используется в ГЭМ. Результат моделирования ручного управления с помощью переключателей показан на рис. 3.

Предположим, что рекуперативный ток и зарядный ток могут быть измерены или оценены точно, и ток тормозного реостата может регулироваться линейной системой управления. Тогда может быть применен линейный способ регулирования. В этом методе только избыточный ток, который является разницей между рекуперативным током и максимально допустимым зарядным током аккумуляторов, передает тормозное сопротивление. Напряжение на шине и ток тормозного реостата контролируются очень плавно и повышается эффективность контроля. Для сравнения с ручным управлением, результат моделирования линейного способа регулирования показан на рис. 4.



(а) Напряжение разомкнутой цепи аккумуляторов (б) Напряжение на шине с контролем



(в) Ток через тормозной реостат (г) СЗА

Рисунок 4 – Состояние электрической тормозной системы с линейным контролем тормозного сопротивления

### Анализ результатов моделирования

Когда тормозная сила велика, и рекуперативный ток выше, чем допустимый зарядный ток аккумуляторов, конденсатор фильтра шины заряжен избыточным током. Напряжение на шине увеличивается быстро. При отсутствии тормозного сопротивления, напряжение на

шине было бы намного выше, чем допустимый диапазон напряжения, который показан на рис. 3 (г). Это повлияло бы на работу и на срок службы аккумуляторов. Если есть тормозное сопротивление, то цепь будет открыта, когда напряжение на шине выше, чем пороговое. Ток через тормозной реостат равен отношению напряжения на шине к величине тормозного сопротивления. Когда ток потребляется тормозным сопротивлением, и напряжение на шине становится меньше, чем пороговое, цепь закрыта, и протекающий ток равен нулю (см.рис. 3 (б)). Несмотря на контроль тормозного сопротивления, напряжение на шине ограничено, и удастся избежать воздействия большого напряжения на аккумуляторы. Напряжение на шине немного колеблется и существует шум, производимый в результате контроля тормозного сопротивления. Это недостатки метода ручного управления.

Преимущества линейного контроля показаны на рис. 4. Поскольку переданный ток тормозного сопротивления регулируется линейным управлением, напряжение на шине и ток через тормозной реостат контролируются плавно, и аккумуляторы заряжены равномерно в допустимом диапазоне тока заряда. Конечно, линейный способ регулирования требует точные значения рекуперативного тока и зарядного тока аккумулятора, и соответственно током через тормозной реостат можно управлять линейно.

#### **Заключение.**

Посредством методов контроля был произведен анализ тормозного сопротивления, математических моделей электродвигателя и аккумуляторов. Результаты моделирования показывают, что модели могут отразить особенности параметров состояния электрической тормозной системы.

Воздействие контроля тормозного сопротивления обосновывается системным моделированием. По результатам моделирования можно сделать вывод, что тормозное сопротивление потребляет избыточный рекуперативный ток, и таким образом, удастся избежать большого напряжения на шине.

Оба метода выполняют эффективный контроль тормозного сопротивления, и следовательно обеспечивают безопасность и надежность гибридных электромобилей.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Дидманидзе О.Н., Иванов С.А. Использование суперконденсаторов в комбинированных установках тягово-транспортных средств.- М.:УМЦ «ТРИАДА», 2004.-160с.
2. Златин П.А., Кеменов В.А., Ксенович И.П. Электромобили и гибридные автомобили.- М.:Агроконсалт, 2004-416с.
3. Machowski J, Smolarczyk A and Bialek J W. Damping of power swings by control of braking resistors. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2008, 23(7): p. 539-548.
4. Wang Suzhen. Research on the energy management strategy and simulation of Hybrid Electric Vehicles. Beijing Institute of Technology, Beijing, 2006.

#### **Стародубцева Ирина Владимировна**

Московский государственный агроинженерный университет им.В.П.Горячкина,  
Программист, аспирант кафедры «Автомобильный транспорт»,  
Тел.: +7 (903)593-13-36  
E-mail: [i.starodubtseva@mail.ru](mailto:i.starodubtseva@mail.ru)

УДК 629.113

М. ДЕМИЧ, ДЖ. ДЕЛИЖЕНСКИ, М. ДЕМИЧ, И. ДЕМИЧ

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК ПОЛУАКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

*Динамическая симуляция на основе моделирования, играет важную роль в процессе развития транспортного средства. Это особенно важно на первых этапах проектирования, когда соответствующие параметры должны быть определены. Амортизатор как исполнительная часть полуактивной системы подвески, подвергается воздействию тепловых нагрузок, которые могут привести к его повреждению и деградации характеристик. Таким образом, в настоящей статье сделана попытка проанализировать преобразование механической работы в тепловую энергию с использованием метода динамического моделирования. Вопрос теплоотвода от амортизатора не был принят во внимание.*

**Ключевые слова:** автомобиль, параметры вибрации, деградация, тепловая нагрузка амортизатора

M. DEMIĆ, DJ. DILIGENSKI, M. DEMIĆ, I. DEMIĆ

## SOME ASPECT OF THE INVESTIGATION OF HEAT LOAD OF SEMI-ACTIVE SUSPENSION SYSTEM OF MOTOR VEHICLE

*Dynamic simulation, based on modelling, has a significant role during to the process of vehicle development. It is especially important in the first design stages, when relevant parameters are to be defined. Shock absorber, as an executive part of a semi-active suspension system, is exposed to thermal loads which can lead to its damage and degradation of characteristics. Therefore, this paper attempts to analyze a conversion of mechanical work into heat energy by use of a method of dynamic simulation. The issue of heat dissipation from the shock absorber has not been taken into consideration.*

**Keywords:** Vehicle, vibration parameters, degradation, thermal load of shock absorber

### 1 Introduction

Shock absorbers are an integral part of the semi-active suspension system, which directly affect the active vehicle safety. The role of shock absorber in addition to its basic, is to absorb mechanical vibrations transferred from the ground and consecutively to ensure the safety of passengers in a vehicle.

As it is known, in shock absorbers the kinetic energy of the system transforms into mechanical work or heat [22, 32, 35, 37, 42]. In practice, in the stage of vehicle development, shock absorber parameters are chosen from the condition of damping of vehicle vibrations, but in order to avoid the negative impact on the function, thermal loads should be taken into consideration [37]. The goal is to convert, as much as possible, the mechanical work received from the ground into thermal energy which will be transferred to the environment and thus provide the cooling of shock absorber. Wrong selection of shock absorbers, from the standpoint of thermal loads, can cause rapid degradation of its properties during service life. Excessive amount of heat energy, eventually kept "inside" the shock absorber, would cause rapid deterioration of sealing elements and loss of function of the damping element.

Tests have shown that the mechanical work is partly converted into the heat which is transferred to the working fluid and dampers body, and the remaining amount of heat delivery is transferred to the environment, thus cooling the shock absorber. Mathematically, it can be displayed by the formula [1, 7, 26, 30, 35, 36]:

$$A = Q_t + Q_f + Q_e \quad (1)$$

where:

- $A$  - mechanical work (equal to the quantity of heat),
- $Q_t$  - quantity of heat transferred to the shock absorbers body,
- $Q_f$  - quantity of heat transferred to the working fluid, and
- $Q_e$  - quantity of heat transferred to the environment.

The work of the force in the shock absorber is of relevance because it enables the analysis of its transformation into heat energy. The work of force in the shock absorber is experimentally measurable, but it is hard to measure the amount of heat released from the shock absorber [21]. This phenomenon is complex and difficult to measure because it is known that a part of the energy is consumed to heat shock absorbers elements, such as piston, cylinder, working fluid, etc. In addition, the nature of heat transfer from the absorber to the environment is very complex. Heat transfer is carried out by convection, as dominant, also by conduction and radiation [37].

From the point of maximal cooling, proper selection of shock absorbers requires a comprehensive analysis of the transformation of mechanical energy into heat. Method of transformation of mechanical energy into heat is largely determined by the shock absorbers design. It is not possible to influence directly on the conduction of heat and radiation from the shock absorber. It is necessary to increase the influence of the heat transfer by convection from the shock absorber to the surrounding environment, as dominant appearance. This is best achieved by design of the vehicle body (fender). The idea is to utilize convection flow of air around the absorber with the least complexity of the structure. In practice, this solution is rarely used, but can be applied. Making some kind of air deflectors on the elements of the body should increase the effect of convective heat transfer to the environment.

Note that the objective of this study was not to analyze the cooling of shock absorber, but only thermal load to which it is exposed. Therefore, it was deemed expedient to analyze the heat which is obtained by converting mechanical work into heat energy per time unit. Mechanical work in shock absorbers of a semi-active suspension system was calculated by use of mechanical model of the vehicle, which will be discussed below.

## 2 Vehicle model with semi-active suspension system

Motor vehicles have complex dynamic characteristics, which are displayed by the appearance of spatial movements, variation of characteristics during operation, a number of disturbing influences, the appearance of clearances, friction, hysteresis, etc [8, 10-15, 22-23, 32, 41]. The above mentioned dynamic phenomena, especially vibrations, lead to the fatigue of passengers and driver, reduce service life of the vehicle and its systems, etc. The main objective of the suspension system is to reduce the above mentioned negative effects, improving the vehicle's behavior on the road and to allow the exploitation of the vehicle in a wide range of service conditions.

Classical systems cannot meet the above mentioned requirements, so there was a need to introduce new suspension system with controlled characteristics (briefly called "semi-active", or "active" systems). Their classifications are known from [23, 40], and it will not be discussed here.

The fact is that classic "passive" systems can only offer a compromise between the conflicting demands for comfort and vibration behavior of the vehicle on the road [3, 8-15, 22-23, 32, 41], because their stiffness and damping parameters are not variable. Given the tendency for lower fuel consumption, especially in the midsize vehicle segment, which, among other options, can be achieved by the reduction on the vehicle curb weight, it is obvious that the aspect of "loaded / unloaded" condition manifests degradation of parameters of ride comfort and vehicle handling performances on the road.

Hence it can be concluded that only the suspension systems with controlled properties can satisfactorily compensate for disturbing influences, and historically observed, this system was first

used in the cosmic ships ("Sputnik", between 1950 and 1960, while the application in ground vehicles begins in the 1970s [44] and the first with the "semi-active" concept.

In practice, there are two kinds of systems with controlled characteristics [13, 18, 20, 24-25, 27, 39-41, 44, 45-46]:

- 1 "*semi-active*", in which the control of stiffness or damping is being carried out; they have favorable characteristics, and their price is acceptable for vehicles of lower categories, and
- 2 "*active*", with power generator (actuator) that can be combined with conventional elasto-damping elements; their price is very high, so the application is for high-class vehicles or special vehicles only.

Since there are different design aspects of these systems, which are discussed in details in [44], this paper will discuss the semi-active suspension systems with the adjustable damping properties of shock absorbers and their thermal load. Besides, the impact of variation of degradation of shock absorbers properties on thermal characteristics, due to aging, will be observed.

### 3 Vehicle vibration model

Bearing in mind the research goal, the following secondary (vibration) vehicle mass motions were subjected to observation (Fig. 1):

Sprung mass

- $z$  - vertical vibration,
- $\varphi$  - roll,
- $\theta$  - pitch

Unsprung mass vibration (wheels)

- $z_{fl}$  - front left,
- $z_{fr}$  - front right
- $z_{rl}$  - rear left
- $z_{rr}$  - rear right

Differential equations of the vibratory motion of the observed vehicle model are written by use of software package 'NEWEUL' [38]. The preparation of input data was carried out in accordance with the requirements of the mentioned software. For definition of dynamic vehicle model with 7 degrees of freedom, 24 coordinate systems were used (including inertial-global coordinate system  $OI_1I_2I_3$ ), with reference to which the inertial parameters, forces, etc. were specified accordingly. Since the procedure of the input data preparation is thoroughly described in [38, 43], it will not be repeated here.

It should be noticed that generalized coordinates of the sprung mass ( $z$ ,  $\varphi$  and  $\theta$ ) and generalized coordinates of wheels masses vibration ( $z_{fl}$ ,  $z_{fr}$ ,  $z_{rl}$  and  $z_{rr}$ ) are defined the reference to their equilibrium position. Therefore, gravity forces of the observed masses are not included in differential equations of the vehicle motion [8-15, 22-23, 32, 41]. Nonlinear differential equations of vehicle motion (Fig. 1) were written by use of software 'NEWEUL' [38, 43]:

$$M\ddot{q} + K = QE \quad (2)$$

where:

- $M$  – matrix of inertial parameters (DOF x DOF – DOF number of degrees of freedom),
- $K$  – matrix of Coriolis and centrifugal forces (1 x DOF),
- $QE$  – matrix of generalized forces,
- $q, \ddot{q}$  - matrices of generalized coordinates and their accelerations, respectively (1 x DOF).

Bearing in mind that the vehicle oscillatory model is described in detail in [13], it will not be done here.

Displacements of characteristic points, relevant for calculation of collective forces in springs and shock absorbers ( $F_{fl}$ ,  $F_{fr}$ ,  $F_{rl}$  and  $F_{rr}$ ), are automatically calculated by the same software. They are given by expressions:

$$\begin{aligned} \Delta_{fl}, \Delta_{fr} &= a \sin(\theta) \pm s_1 \sin(\varphi) \cos(\theta) + z \cos(\varphi) \cos(\theta) \\ \Delta_{rl}, \Delta_{rr} &= -b \sin(\theta) \pm s_1 \sin(\varphi) \cos(\theta) + z \cos(\varphi) \cos(\theta) \end{aligned} \quad (3)$$

Relative piston displacements in shock absorbers can now be calculated:

$$\begin{aligned} \Delta_{fl}^* &= \Delta_{fl} - z_{fl} \\ \Delta_{fr}^* &= \Delta_{fr} - z_{fr} \\ \Delta_{rl}^* &= \Delta_{rl} - z_{rl} \\ \Delta_{rr}^* &= \Delta_{rr} - z_{rr} \end{aligned} \quad (4)$$

Velocities of motion ( $\dot{\Delta}_{fl}^*$ ,  $\dot{\Delta}_{fr}^*$ ,  $\dot{\Delta}_{rl}^*$ ,  $\dot{\Delta}_{rr}^*$ ) can be calculated as time derivatives of the expression (3), what will not be done here.

For easier understanding of the following text, Fig. 2 will be observed, showing control scheme of semi-active suspension system of the observed vehicle model. In the specific case, a concept of control of the suspension system is realized by means of two groups of feedback reactions. The external feedbacks are assigned to minimize the influence of road microroughness, and internal to control forces in shock absorbers. To be more specific, external feedback loops are to control ride comfort and internal feedback should enable favorable load distribution and leveling, in case of vehicle maneuver (the aspect of vehicle handling). It is obvious from Fig. 2 that this concept of semi-active suspension is based on recording of sprung mass vertical, roll and pitch vibration, as well as cylinder piston displacements and corresponding velocities.

Since the forces in elasto-damping elements (sum of forces in spring and shock absorber)  $F_{fl}$ ,  $F_{fr}$ ,  $F_{rl}$  and  $F_{rr}$  depend on sprung mass vertical, roll and pitch vibration, the components causing vertical vibration  $z$  should be separated from those inducing roll- $\varphi$  and pitch- $\theta$  (see block “Decoupling” in Fig. 2). Based on generalized forces  $F_z = QE[1]$ ,  $F_\varphi = QE[2]$  and  $F_\theta = QE[3]$ , [13], together with generalized coordinates, the relations that link resulting signals  $f_z$ ,  $f_\varphi$  and  $f_\theta$  with the parts of force control signals in shock absorbers  $f_{fl}$ ,  $f_{fr}$ ,  $f_{rl}$  and  $f_{rr}$  can be written in the following form:

$$\begin{bmatrix} f_z \\ f_\varphi \\ f_\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -c\varphi c\theta & -c\varphi c\theta & -c\varphi c\theta & -c\varphi c\theta \\ s_1 c\varphi c\theta & -s_1 c\varphi c\theta & s_2 c\varphi c\theta & -s_2 c\varphi c\theta \\ ac\theta - s_1 s\varphi s\theta & ac\theta + s_1 s\varphi s\theta & -bc\theta - s_2 s\varphi s\theta & -bc\theta + s_2 s\varphi s\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_{pl} \\ f_{pd} \\ f_{zl} \\ f_{zd} \end{bmatrix} \quad (5)$$

where abbreviations  $s(.) = \sin(.)$  and  $c(.) = \cos(.)$  were introduced for the sake of brevity, and matrix dimensions are 4x3. It should be noticed that expression (5) includes only forces in shock absorbers, whose parameters are controlled, while spring parameters are fixed values.

The expression (5) can be written shortly, in matrix form:

$$F = AF_F \quad (6)$$

wherefrom the relation follows:

$$F_F = A^{-1}F \quad (7)$$

The procedure for calculation of pseudo-inverse matrix  $A^{-l}$  is known from linear algebra:

$$A^{-l} = A^T (AA^T)^{-1} \quad (8)$$

where  $A^T$  is transposed matrix of matrix  $A$ . Bearing in mind the complexity of matrix  $A$  (expression (4)), a pseudo-inverse matrix is calculated by use of program “Mathematica”, leading to the expression:



$$\begin{bmatrix} f_{fl} \\ f_{fr} \\ f_{rl} \\ f_{rr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{b}{Lc\varphi c\theta} & \frac{(s_1^2 + s_2^2)s\varphi s\theta + s_1Lc\theta}{2L(s_1^2 + s_2^2)c\varphi c^2\theta} & \frac{1}{2Lc\theta} \\ \frac{b}{Lc\varphi c\theta} & \frac{(s_1^2 + s_2^2)s\varphi s\theta - s_1Lc\theta}{2L(s_1^2 + s_2^2)c\varphi c^2\theta} & \frac{1}{2Lc\theta} \\ \frac{a}{Lc\varphi c\theta} & -\frac{(s_1^2 + s_2^2)s\varphi s\theta - s_2Lc\theta}{2L(s_1^2 + s_2^2)c\varphi c^2\theta} & -\frac{1}{2Lc\theta} \\ \frac{a}{Lc\varphi c\theta} & -\frac{(s_1^2 + s_2^2)s\varphi s\theta + s_2Lc\theta}{2L(s_1^2 + s_2^2)c\varphi c^2\theta} & -\frac{1}{2Lc\theta} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_z \\ f_\varphi \\ f_\theta \end{bmatrix} \quad (9)$$

where  $f_{fl}$ ,  $f_{fr}$ ,  $f_{rl}$  and  $f_{rr}$  ( $e7$ ,  $e8$ ,  $e9$  and  $e10$ ) refer to control signals for the forces in shock absorbers.

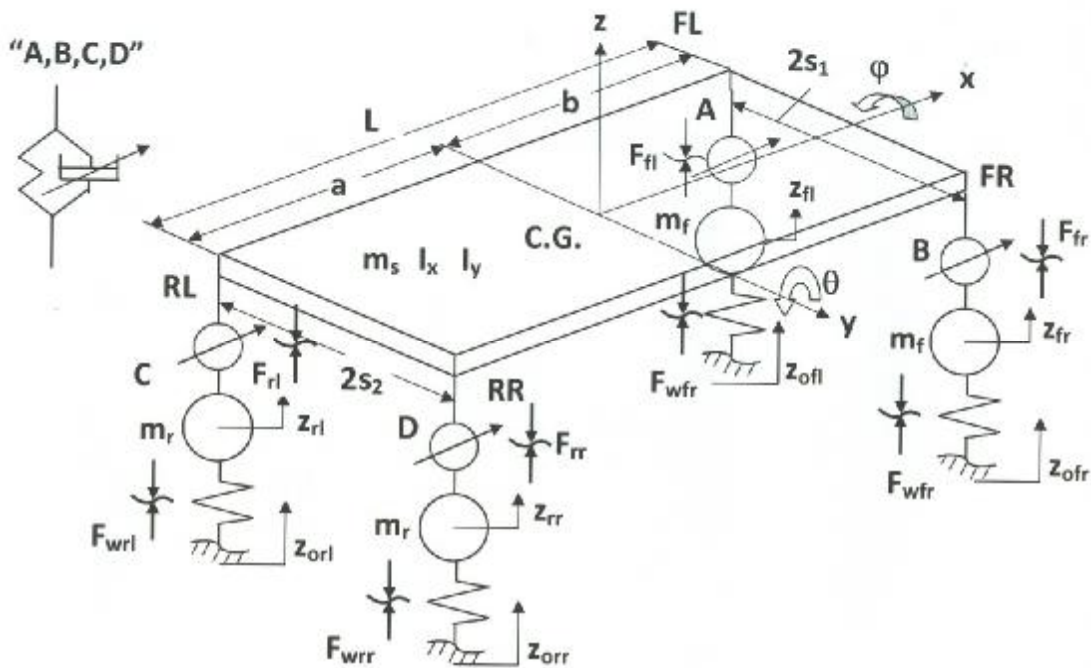


Figure 1 - Space model of a vehicle with semi-active suspension system ("A,B,C,D" system of springs with fixed parameters and shock absorbers with controlled damping)

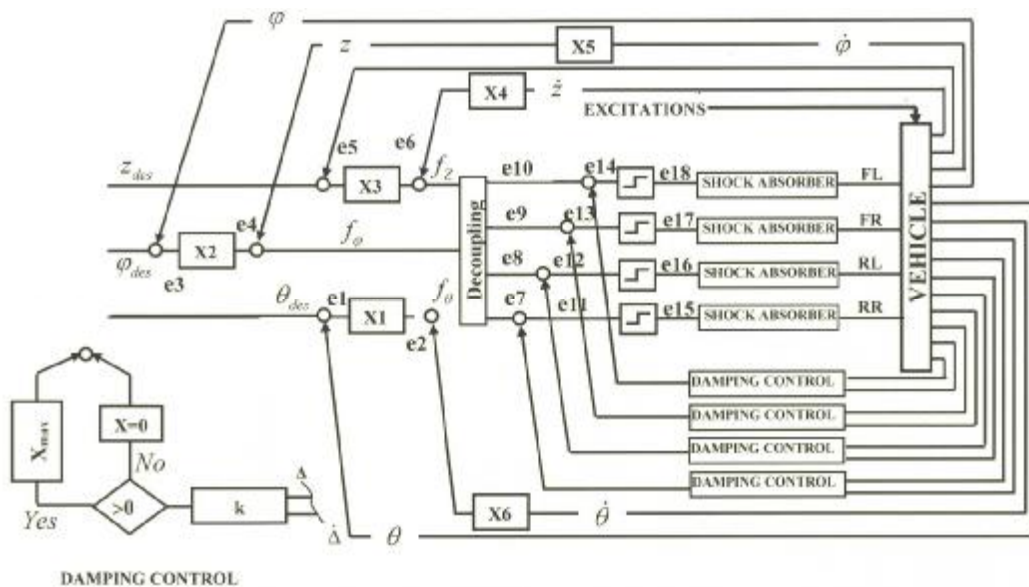


Figure 2 - Block scheme of the observed semi-active suspension system

Based on the adopted concept of force control in shock absorbers and Fig. 2, the following relations can be written:

$$\begin{aligned}
e1 &= \theta_{des} - \theta \\
e2 &= e1x[1] \\
e3 &= \varphi_{des} - \varphi \\
e4 &= e3x[2] \\
e5 &= z_{des} - z \\
e6 &= e3x[2] \\
f_{\varphi} &= e2 - x[6]\dot{\varphi} \\
f_{\theta} &= e4 - x[5]\dot{\theta} \\
f_z &= e5 - x[4]\dot{z} \\
e7 &= f_{rr} \\
e8 &= f_{rl} \\
e9 &= f_{fr} \\
e10 &= f_{fl} \\
e11 &= e7 - x[7] \\
e12 &= e8 - x[8] \\
e13 &= e9 - x[9] \\
e14 &= e10 - x[10] \\
e15 &= step(e11) \\
e16 &= step(e12) \\
e17 &= step(e13) \\
e18 &= step(e14)
\end{aligned} \tag{10}$$

It should be noticed that variables e7-e18 represent control variables for forces in rear-right, rear-left, front-right and front-left shock absorber ( $f_{arr}$ ,  $f_{arl}$ ,  $f_{afr}$ ,  $f_{afl}$ ), respectively – see Fig. 2. Bearing in mind the adopted concept of damping control in the form of switch [44], in this paper forces in shock absorbers are defined as follows:

$$\begin{aligned}
F_{arr} &= e15 \cdot A_{ar} \cdot (\dot{\Delta}_{rr} - \dot{z}_{rr}) \\
F_{arl} &= e16 \cdot A_{ar} \cdot (\dot{\Delta}_{rl} - \dot{z}_{rl}) \\
F_{afr} &= e17 \cdot A_{af} \cdot (\dot{\Delta}_{fr} - \dot{z}_{fr}) \\
F_{afl} &= e18 \cdot A_{af} \cdot (\dot{\Delta}_{fl} - \dot{z}_{fl})
\end{aligned} \tag{11}$$

where  $A_{af}$  and  $A_{ar}$  refer to maximal apertures the oil is flowing through, for front and rear shock absorbers.

Bearing in mind the remarks concerning the use of switch “on”-“off” [44], the relation for control of damping coefficient is adopted in the following form:

$$k = \begin{cases} k_{\max} & \forall \dot{z}_s (\dot{z}_s - \dot{z}_{w,s}) > 0 \\ 0 & \forall \dot{z}_s (\dot{z}_s - \dot{z}_{w,s}) \leq 0 \end{cases} \tag{12}$$

$$s = fl, fr, rl, rr$$

On the basis of Fig. 2, it is obvious that variables e15-e18 have values 0 or 1, depending on the corresponding result of the expression (12).

Nonlinear forces in springs, not being a subject to control, are defined by expressions [3, 8-15, 22-23, 32, 41]:

$$\begin{aligned}
 F_{orr} &= x[11] \cdot (\Delta_{rr} - z_{rr}) + x[12] \cdot (\Delta_{rr} - z_{rr})^3 \\
 F_{orl} &= x[11] \cdot (\Delta_{rl} - z_{rl}) + x[12] \cdot (\Delta_{rl} - z_{rl})^3 \\
 F_{ofr} &= x[13] \cdot (\Delta_{fr} - z_{fr}) + x[14] \cdot (\Delta_{fr} - z_{fr})^3 \\
 F_{ofl} &= x[13] \cdot (\Delta_{fl} - z_{fl}) + x[14] \cdot (\Delta_{fl} - z_{fl})^3
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Radial forces in tires can be expressed on the basis of their radial deformations [10]:

$$\begin{aligned}
 F_{w,s} &= c_{p1,s} \Delta_s + c_{p2,s} \Delta_s^2 - c_{p2,s} \Delta_s^3 \\
 s &= fl, fr, rl, rr.
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

where tire deformations are given by expressions:

$$\begin{aligned}
 \Delta_s &= z_s - z_{o,s} \\
 s &= fl, fr, rl, rr.
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

Bearing in mind that differential equations that describe oscillatory model are nonlinear [13], and stochastic or shock character of road microroughness excitation, it is obvious that the equations should be solved numerically, by use of Runge-Kutta method. Numerical integration is carried out with time increment of 0.001 s, in 4096 points, which leads to reliable results in the frequency range 0.048 – 50 Hz [4-6], what was found acceptable from the aspect of vibration comfort and handling [23, 43].

Referring to Fig. 1, it is obvious that the observed vehicle model vibrates due to the excitation generated by the road micro-roughness, acting on front and rear wheels.

In the available literature there are many data on road microroughness [2, 10], most of them are based on definition of power spectra, what does not enable the inverse Fourier transform for determination of time function of excitation [10]. Therefore, a procedure for definition of polyharmonic time function of excitation from [10] will be adopted in this paper, and briefly described. Initial data on road microprofile are adopted from [10], and shown in Fig. 3.

The excitation function coming from the road microroughness applied on the corresponding wheel is assumed to be in the following form:

$$z_{oi}(t) = \sum_1^{NH} A(f) \sin[2\pi ft + \varepsilon(f)]
 \tag{16}$$

where:

- $z_{oi}$   $i$  -  $fl, fr, rl, rr$  - excitation functions coming from the road microroughness, acting on the corresponding wheel,
- $A(f)$ - amplitude of road micro-roughness,
- $f$  - frequency,
- $\varepsilon(f)$ - phase angle,
- $t$  - time, and
- $NH$ - desired number of harmonics.

This study utilizes excitation function of 100 harmonics, which enables excitation distributed within the frequency interval 0.015-35 Hz.

On the basis of Fig. 3, the following expression can be written:

$$A(f)_{oi} = (A_0 + B_0 f_p) / v
 \tag{17}$$

where:

- $A_0, B_0$  - coefficients dependent on the type of road surface,
- $\lambda$ - wavelength,
- $f_p$ - road unevenness wavelength ( $f_p = 1/\lambda$ ), and
- $v$ - vehicle velocity,

Lacking better data, the phase angle was defined by the following relation [10]:

$$\varepsilon(f)_{0i} = 2\pi(RND - 0.5) \quad (18)$$

where  $RND$  refers to a set of random numbers, uniformly distributed within the interval  $\{0, 1\}$ .

$i - fl, fr, rl, rr$

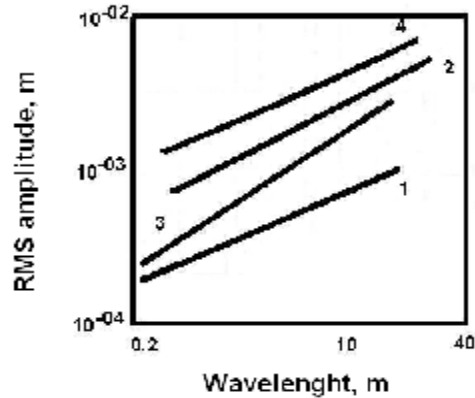


Figure 3 - Limit values of road roughness (1 – modern road, 2 – road with a bad concrete surface, 3 – repaired asphalt road and 4 – city street in good condition)

The excitation function for rear-left wheel is defined as follows:

$$z_{orl} = z_{orl}(t - L/v) \quad (19)$$

where  $L = a+b$  - wheelbase.

Since the character of the relations (16) and (17-18) is stochastic, for the sake of simplification, the excitation on the right vehicle side can be described by relations (16-19).

For the illustration, Fig. 4 shows a time function of the front left wheel. It is obvious on the figure that the character of the applied excitation functions is clearly stochastic.

Parameters of the observed vehicle are given in Tab. 1.

Table 1 - Basic data on the observed vehicle parameters

Sprung mass, $m_s$ , kg	1500 <sup>**</sup>
Front wheel mass, $m_{uf}$ , kg	59
Rear wheel mass, $m_{ur}$ , kg	59
Moment of inertia, $I_x$ , $\text{kgm}^2$	750 <sup>**</sup>
Moment of inertia, $I_y$ , $\text{kgm}^2$	2160 <sup>**</sup>
Moment of inertia, $I_z$ , $\text{kgm}^2$	2160 <sup>**</sup>
Wheelbase, $L$ , m	3.1
C.G. position, $a/b$ , -	1.4/1.7
* Linear coefficient of tire stiffness, $c_{t1}$ , N/m	190000
* Square coefficient of tire stiffness, $c_{t2}$ , $\text{Nm}^{-2}$	1900000
* Cube coefficient of tire stiffness, $c_{t3}$ , $\text{Nm}^{-3}$	19000000
Desired vehicle height, $z_{des}$ , m	0.5
Sprung mass desired roll, $\varphi_{des}$ , rad	0
Sprung mass desired pitch, $\theta_{des}$ , rad	0
Characteristic vehicle velocity, $v$ , $\text{ms}^{-1}$	30

\*For front and rear tires

\*\*Inertial parameters for the unloaded vehicle are multiplied by factor 0.75

It should be pointed out that the procedure can take into account the effect of variation of shock absorbers characteristics on its thermal characteristics, due to aging of shock absorber.

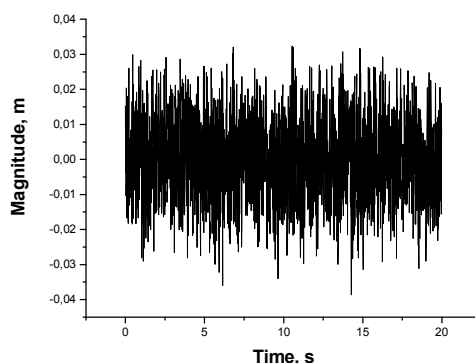


Figure 4 - Excitation function of the road at the front left wheel

Damping parameters are being changed during the service life. To be more precise, values of forces in the shock absorber decrease. For the illustration, Fig. 4 shows a typical example of the mentioned variation [29], where it is assumed that values of the parameters decrease linearly with the duration of service, expressed in kilometers. Data in Fig. 4 enable the analysis of the impact of variation of vibration parameters on dynamic characteristics of the vehicle.

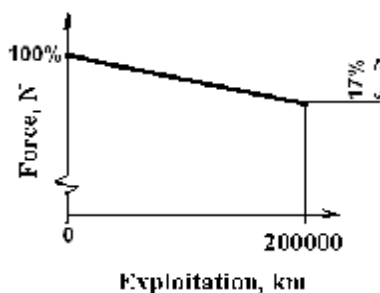


Figure 5 - Variation of shock absorbers characteristic in service

A linear dependence has been adopted for the analysis of the influence of vehicle dynamic characteristics variation caused by variation of damping parameters due to aging. More precisely, by taking into account Fig. 5, after a straight line approximation, any variation is defined by the equation:

$$k = 100 - 8.5 \cdot 10^{-5} S, \% \quad (20)$$

where:

- $S$  - current mileage, km
- $k$  - value of damping force degradation factor after operation of  $S$  kilometers.

The force of the shock absorber is now given by the expression:

$$F_{sh} = F_{sh0} \cdot \frac{k}{100} \quad (21)$$

where:

- $F_{sh}$  - force in the damper after the operation of the vehicle for  $S$  kilometers,
- $F_{sh0}$  - the damper force at the beginning of exploitation, and
- $k$  - factor of parameters degradation, given by the expression (20)

Thermal loads of shock absorbers have been studied in this paper for the beginning of service life and after mileage of 200.000 km, using expressions (20, 21).

#### 4 Thermal load of shock absorber of a semi-active suspension system

Due to the relative motion of sprung and unsprung masses, the mechanical work is being done in shock absorbers, which is equivalent to the amount of heat  $Q$  [1, 17, 37, 42]. Mechanical work (the amount of heat) is defined by the expression [17, 37]:

$$A_i = \int_0^{s_{r,i}} F_{sh,i} ds_{r,i} = \int_0^T F_{sh,i} v_{r,i} dt \quad (22)$$

where:

- $F_{sh,i}$  - force in the shock absorber,
- $s_{r,i}$  - relative travel of the piston, with regard to the shock absorbers body (expression 4),
- $v_{r,i}$  - relative velocity of the piston with regard to the shock absorbers body (expression 3),
- $t$  - time, and
- $i$  -  $fl$ ,  $fr$ ,  $rl$ ,  $rr$ .

Power required for causing relative movement of the piston, relative to the shock absorbers body, is given by the expression:

$$P(t)_i = F_{sh,i} v_{r,i} \quad (23)$$

$i$  -  $fl$ ,  $fr$ ,  $rl$ ,  $rr$

As is it well known from [1, 7, 26, 28, 33, 36, 42], this power is identical to the heat flow (flux) for the heat transferred by convection, and its mean value is:

$$P_{mv,i} = \frac{1}{T} \int_0^T P(t)_i dt \quad (24)$$

$i$  -  $fl$ ,  $fr$ ,  $rl$ ,  $rr$

Dissipation of the most of the amount of heat to the surrounding air is by convection [37]. Formal dependence is given by the equation [42]:

$$\bar{P}_i = \alpha_i S_i \Delta t \quad (25)$$

where:

- $\alpha$  - heat transfer coefficient,
- $S$  - the area wherefrom the heat dissipates,
- $\Delta t$  - temperature difference between the outside air and shock absorber,
- $i$  -  $fl$ ,  $fr$ ,  $rl$ ,  $rr$

As already noted, in this work the analysis of heat transfer from the absorber has not been carried out, because the values of  $\alpha_i$  and  $S_i$  are not known, and it requires very extensive experimental studies to determine these values, which will certainly be the subject of special attention in the future.

## 5 Method and data analysis

By using a program developed in Pascal, parameters of thermal load are calculated for each shock absorber. Specifically, the power (corresponding to the heat flux) and mechanical work (equivalent to the amount of heat) are calculated for each shock absorber. The analysis included velocities (30 and 5 m/s), degree of vehicle load (100%, 75%), and degradation of parameters of shock absorbers due to aging. The simulation relied on the expressions (1-24).

For the illustration, heat flux of the front left shock absorber for the vehicle velocity of 30 m/s and fully loaded vehicle is shown in Fig. 6. By analyzing the data of heat flux of all shock absorbers, an illustrative example is shown in Fig. 6, it can be noted that thermal processes in shock absorbers of a semi-active suspension system, of a vehicle in motion on the road with stochastic parameters of microprofile, are also stochastic processes. Besides, the vehicle velocity and vehicle load, as well as degradation of parameters of shock absorbers due to aging, affect the heat flux. Furthermore, there is the influence of the shock absorbers position relative to the vehicle C.G., which is expected, bearing in mind the vehicle and its systems vibration processes (see expression

(4).

It is of relevance to determine whether there is a connection between the excitation of road microprofile and heat flux. For this purpose, the ordinary coherence function is calculated for all four shock absorbers, using the program DEMPARKOH [16].

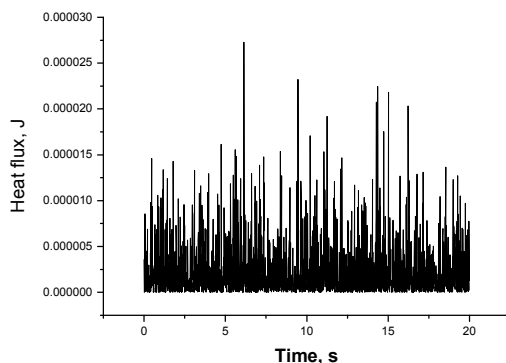


Figure 6 - Heat flux for the velocity of 30 m/s, fully loaded vehicle and new shock absorbers

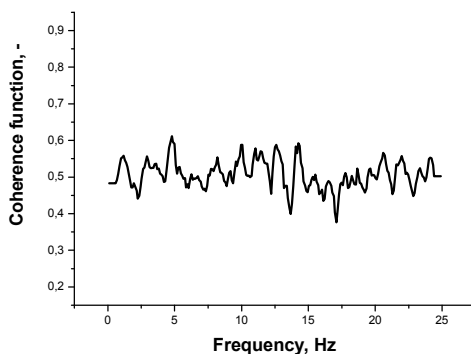


Figure 7 - Ordinary coherence function of “excitation-heat flux” for the front left wheel, and partially loaded vehicle for a speed of 5 m/s and new shock absorbers

The analysis of data on all coherence functions, for which an illustrative example is shown in Fig. 7, it was found that it depends on the frequency, shock absorbers position, velocity and vehicle load, and total duration of service time. Value of the coherence function is within the interval, approximately 0.4-0.62, which indicates that the coupling between the excitation functions coming from the road exists. However, the fact that coherence is less than one, indicates that transformation of the energy from the road into heat flux of shock absorbers is expressed with certain nonlinearities [4, 5]. This is understandable, having in mind that all elasto-damping elements have the impact on the transfer of energy, and that the mentioned energy transformation in the shock absorber, as a part of semi-active suspension system, is very complex.

Since heat flux is a stochastic value, it was found appropriate to calculate average power - fluxes [4-6] for each shock absorber separately, and the data are given in Tabs. 2 and 3.

Table 2 - Mean heat flux for new shock absorbers

Mean heat flux, W	Front left shock absorber	Front right shock absorber	Rear left shock absorber	Rear right shock absorber
Velocity 30 m/s Mass 100%	2.330434E-006	5.569178E-006	5.358273E-006	2.944404E-006
Velocity 5 m/s Mass 100%	2.435122E-006	5.673833E-006	5.477176E-006	2.968751E-006
Velocity 5 m/s Mass 75%	2.431798E-006	4.518553E-006	4.263119E-006	2.748116E-006

Table 3 - Mean heat flux for shock absorbers being in service for 200.000 km

Mean heat flux, W	Front left shock absorber	Front right shock absorber	Rear left shock absorber	Rear right shock absorber
Velocity 30 m/s Mass 100%	1.9342602E-006	4.6224179E-006	4.447367E-006	2.443855E-006
Velocity 5 m/s Mass 100%	2.0211518E-006	4.7092819E-006	4.5460566E-006	2.4640638E-006
Velocity 5 m/s Mass 75%	2.0110899E-006	3.8662940E-006	3.6088793E-006	2.3885798E-006

The analysis of data from Tabs. 2 and 3 can lead to the conclusion that heat fluxes of all shock absorbers decrease with the increase of vehicle velocity, which is logical considering that the excitation functions of road microprofile decrease at higher velocities (expression 17). Also, from Tabs. 2 and 3 it can be noticed that heat fluxes decrease with decreasing of vehicle load (inertial parameters). These findings apply to both new and shock absorbers that are already in use for 200.000 km.

In addition, from Tab. 2 and 3 it can be noticed that thermal loads of shock absorbers that were already in use (200.000 km) are less than with the new ones. This is explained by the fact that the force of a used shock absorber is smaller for about 17%, and the same thing is happening with the power in them that is converted into heat.

It is of relevance to analyze the mechanical work, which is turned into heat in shock absorbers, for a certain travel distance. As this work is growing with time, it was assumed appropriate to calculate it for the duration of 20 s. The calculation is performed both for partly or totally loaded vehicle, for two cases of vehicle velocity, 5 and 30 m/s, and for new and shock absorbers being in service for 200.000 km.

For the illustration, Fig. 8 shows the work that is converted into heat in shock absorbers of a semi-active suspension system, for the velocity of 5 m/s and a fully loaded vehicle.

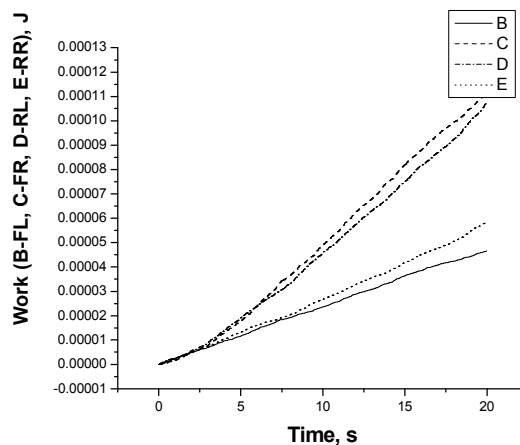


Figure 8 - Mechanical work (amount of heat) in shock absorbers for the velocity of 5 m/s of a fully loaded vehicle with new shock absorbers

The analysis of data on the amount of heat for the velocity of 5 and 30 m/s (an illustrative example for the velocity of 5 m/s is given in Fig. 8), can lead to the conclusion that the production of the amount of heat increases with the travel (duration time) and is higher for the lower velocities of the vehicle, which complies with the interpretation of the heat flux, whose differential it is.

To determine the effect of vehicle load on the amount of heat generated in shock absorbers of a semi-active suspension system of the vehicle, the illustrative example from the Fig. 9 will be observed. The figure shows the mechanical work (converted into heat) which is done in shock



absorbers of a partially loaded vehicle (75%) while moving with the velocity of 5 m/s.

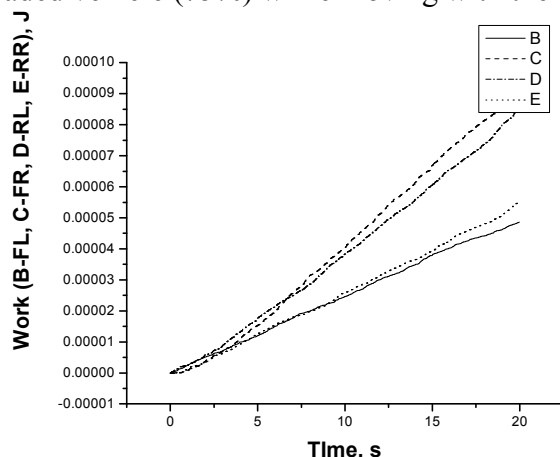


Figure 9 - Mechanical work (amount of heat) in shock absorbers for the velocity of 5 m/s of a partly loaded vehicle with new shock absorbers

Based on data from Figs. 8 and 9 it can be determined that the reduced load of the vehicle leads to the less thermal load of vehicle shock absorbers, as well as heat flux.

To determine the effects of degradation of shock absorbers characteristics due to aging, Fig. 10, as an example, shows the results of the mechanical work in shock absorbers of a fully loaded vehicle, with the velocity of 5 m/s and shock absorbers already being in service for 200.000 km.

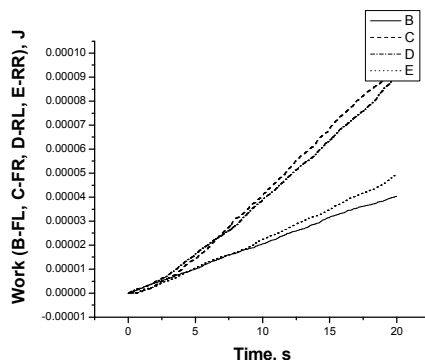


Figure 10 - Mechanical work (amount of heat) in shock absorbers for the velocity of 5 m/s of a fully loaded vehicle with shock absorbers already in service for 200.000 km

The analysis of all data, for which an illustrative example is given in Fig. 10, enabled the notice that mechanical work decreases with the duration of service time, which is also manifested for the heat flux, what was already discussed above.

## 6 Conclusions

Based on the performed research, the following can be concluded:

- Thermal load of shock absorbers can be calculated by use of a model of vehicle with semi-active suspension system,
- production of heat in shock absorbers decreases with the increase of vehicle velocity, during its motion along the road of identical properties,
- production of heat in shock absorbers increases with the increase of the vehicle load, and
- thermal load of shock absorbers decrease with the increase of service time duration.

## REFERENCES

1. Atkins P (2010) The Laws of Thermodynamics (A Very Short Introduction), Oxford, 2010.

2. Barbarić Ž (1996) Simplified mathematical model for terrain image forming by optoelectronic sensors (in Serbian), *Vojnotehnički glasnik* 6, Vol 44, pp 699-710.
3. Belingardi G, Demić M (2009) A possible model for shock absorber by using the „Black box“ method, *Istraživanja i projektovanja za privredu*, VII/4, pp 45-53.
4. Bendat J (1998) *Nonlinear Systems - Techniques and Applications*, John Wiley and Sons, London.
5. Bendat J and Piersol A (1980) *Engineering applications of correlation and spectral analysis*. John Wiley and Sons, New York.
6. Bendat J, Piersol A (2000) *Random data analysis and measurement*. John Wiley and Sons, London.
7. Bojić M (2011) *Thermodynamics* (in Serbian). University of Kragujevac, Mechanical Engineering Faculty.
8. Demić M (1994) Optimization of Vehicles Elasto-Damping Element Characteristics from the Aspect of Ride Comfort. *Veh Syst Dyn*, Vol. 23, pp 351-377.
9. Demić M (1996) Optimization of Characteristics of Elasto-Damping Elements from the Aspect of Oscillatory Comfort and Vehicle Handling, *Int J of Veh Des*, Vol. 17, No 1, pp 22-46.
10. Demić M (1997) The optimization of vibration systems of motor vehicles (in Serbian). University of Kragujevac, Mechanical Engineering Faculty.
11. Demić M (1999) The definition of the tires limit of admissible nonuniformity by using the vehicle vibratory model, *Veh Syst Dyn* 31 (3), pp 183-211.
12. Demić M (2004) Design of passenger cars (in Serbian). University of Kragujevac, Mechanical Engineering Faculty.
13. Demić M, Diligenski Dj, Demić I, Demić M (2006) A method of vehicle active suspension design. *Forsch Ing 5*, 70: 145-158. DOI 10.1007/s10010-06-0025
14. Demić M, Belingardi G (2010) A Contribution to shock absorber modelling and Analysis of their Influence on Vehicle ride Characteristics. *Journal of Middle European Construction and Design of Cars (MECCA)*, 01:6-17.
15. Demić M, Diligenski Dj (2012) A Contribution to Research of Degradation of Characteristics of Vibration Parameters on Vibration Aspect of Vehicle Comfort. *Journal of Applied Engineering Science*, 10, No 4:185-190.
16. Demić M Softwares- “Demparkoh”, “Analsigdem”, [www.ptt.rs/korisnici/i/m/imizm034/index.swf](http://www.ptt.rs/korisnici/i/m/imizm034/index.swf)
17. Demić M, Diligenski Dj, Milovanović M (2013), A contribution to research of the influence of degradation of vehicle vibration parameters on thermal load of shock absorbers, *Journal of Applied Engineering Science*. Vol. 11(2013)1, 246: 23 - 30. doi:10.5937/jaes11-3270.
18. Doule J et al. (1990) *Feedback Control Theory*, Mc Millan Publishing Co.
19. Dorf R, Bishop R (2004) *Modern Control Systems*, Addison-Wesley.
20. Florin M et al. (2004) Active and semi-active suspension design, CONAT2004018, Brashov, pp 20-22.
21. Fermi E (2011) *Thermodynamics*, Dover Books on Physics.
22. Genta A (2003) *Motor Vehicle Dynamics*. Politecnico di Torino.
23. Gillespie T (1992) *Fundamentals of Vehicle Dynamics*, SAE, Warrendale.
24. Hac A et al. (1999) Elimination of Limit Cycles Due to Signal Estimation in Semi-active Suspensions, SAE, 01-0728, pp 1-7.
25. Hrovat D, Hubbard M (1982) Optimum Vehicle Suspensions Minimizing RMS Rattlespace, Sprung mass, and Jerk, ASME, 81-WA/DSC-23, pp 1-9.
26. Ilić G et al. (1996) *Thermodynamics II, Basics of heat transfer* (in Serbian), University of Ni š, Mechanical Engineering Faculty.
27. Margolis D (1983) Semi-active Control of Wheel Hop in Ground Vehicles, *Journal of Vehicle System Dynamics*, Vol. 12, pp 317-330.
28. Malić D (1972) *Thermodynamics and Thermotechnics* (in Serbian), IP Gra đevinska knjiga, Belgrade.
29. Magneti Marelli: *Informations 2012*.
30. Marić M (2002) *Thermal Science -Thermodynamics, Heat transfer, Combustion* (in Serbian), University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences.
31. Merrit H (1967) *Hydraulic Control Systems*, John Willey & Sons, Inc., New York, London, Sydney.
32. Miliken WF, Miliken DL (1995), *Race Car Vehicle Dynamics*, SAE, Warrendale.
33. Milinčić D et al. (1984) *Problems of heat transfer* (in Serbian), IP Gra đevinska knjiga, Belgrade.
34. Milinčić D, Voronjec D (1991) *Thermodynamics* (in Serbian), University of Belgrade, Mechanical Engineering Faculty.
35. Mohd Sh et al. (2008) Experimental heat transfer study on the shock absorber operation, *International Conference on Science & Technology: Applications in Industry & Education*,
36. Moran MJ et al. (2010) *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*, Wiley.
37. Mitschke M (1997) *Kraftfahrzeugkonstruktion, Teil D.*, TU Braunschweig, Forlesung.
38. NEWEUL, *Manual*, 2000, TU Stuttgart.
39. Nell S et al. (1998) An alternative control strategy for semi-active dampers on off-road vehicles, *J Terramechs* 35, pp 25-40.
40. Popović V (2001) Design and simulation of active suspension system (in Serbian), MSc Thesis, University of Belgrade, Mechanical Engineering Faculty.
41. Rajamani R (2005) *Vehicle Dynamics and Control*, University of Minesota.

42. Riesenburger O (1970) Beitrag zur Klärung der Vorgänge in einem hydraulischen Schwingungs­dämpfer, Dissertation, TU Braunschweig,
43. Schiehlen W (1986) Modeling and Analysis of Nonlinear Multibody Systems, Veh Syst Dyn, 15: 271-288.
44. Silani E (2004) Active and semi-active suspensions control strategies in road vehicles, PhD Thesis, Politecnico di Milano, Dipartimento di elettronica e informazione.
45. Slaski G, Walerjanczyk W (2004) Possibilities of improving active safety by using semi-active suspension. KONMOT, Krakow, pp 597-604.
46. Tomović R et al. (1974) Introduction to nonlinear systems of automatic control (in Serbian), Naučna knjiga, Belgrade.

**Miroslav Demić**

University of Kragujevac, Faculty of Engineering Sciences. Sestre Janjic 6, 34000 Kragujevac, Serbia

Доктор наук, профессор

Тел.: + 381 34 330487

E-mail: [demic@kg.ac.rs](mailto:demic@kg.ac.rs)

**Djordje Diligenski**

University of Belgrade, Vinča Institute of Nuclear Sciences, Dept. for Engines and Vehicles, 522 11000 Belgrade, Serbia

Доктор философии, профессор

E-mail: [diligens@vinca.rs](mailto:diligens@vinca.rs)

**Milan Demić**

DAMON-Železnik, 11000 Belgrade, Serbia

Инженер

Тел.: + 381 34 330487

E-mail: [demic@kg.ac.rs](mailto:demic@kg.ac.rs)

**Ivan Demić**

DAMON-Despotovac, 35213 Despotovac, Serbia

Тел.: + 381 34 330487

E-mail: [demic@kg.ac.rs](mailto:demic@kg.ac.rs)

С.Ю. РАДЧЕНКО, Д.О. ДОРОХОВ, И.М. ГРЯДУНОВ

## НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

*Рассмотрена новая технология упрочнения вкладышей подшипников скольжения. Описана методика проведения экспериментальных исследований разработанной технологии. На основе результатов которых сделан вывод о положительной динамике эволюции свойств обрабатываемых материалов.*

**Ключевые слова:** упрочнение, комплексное локальное деформирование, подшипники скольжения, новая технология, экспериментальные исследования, положительная динамика

S.Y. RADCHENKO, D.O. DORONOV, I.M. GRYADUNOV

## NEW TECHNOLOGY FOR HARDENING PLAIN BEARINGS

*The new technology of hardening of sliding bearing liners is considered. Described the methodology of experimental research of the developed technology. Based on the results of which concluded the positive dynamics of evolution of the processed materials properties*

**Keywords:** hardening, complex local deformation, sliding bearings, new technology, experimental research, the positive dynamics

Интенсификация условий эксплуатации узлов и деталей машин ставит более жесткие требования к их эксплуатационным характеристикам. Существует несколько путей решения данной проблемы. С одной стороны, можно выбрать более прочный материал, а с другой – увеличивать габаритные размеры изделия. Однако в виду явного удорожания конструкции в целом такие варианты не допустим.

В виду вышеупомянутых причин применение того или иного вида упрочняющей обработки является единственным выходом. Это повысить эксплуатационные характеристики изделий без увеличения их габаритов.

При выборе того или иного метода упрочняющей обработки, обычно, решаются следующие вопросы:

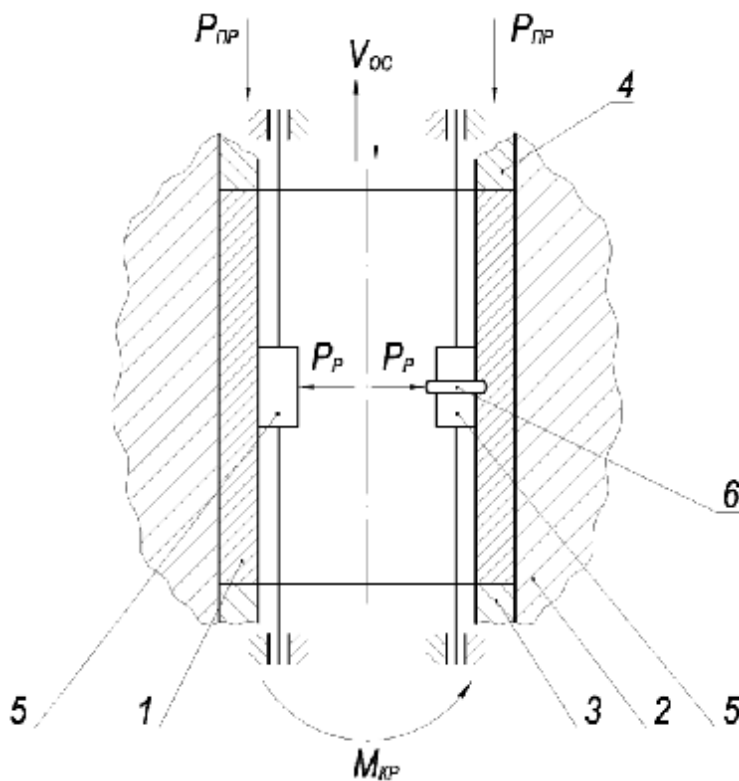
- обеспечение требуемой степени упрочнения;
- сохранение изначальной геометрии изделия;
- обеспечение наиболее благоприятного комбинирования характеристик изделия;
- минимизация энергозатрат на процесс упрочнения.

В [1] даётся подробный анализ наиболее распространённых способов упрочняющей обработки, таких, как: напыление износостойких соединений, диффузионное насыщение, физико-термическая обработки, механическая обработка, наплавление легирующих элементов, обработка в электрических и магнитных полях, методы поверхностного (ППД) и объёмного (ОПД) пластического упрочнения и др. Однако все рассмотренные методы обладают теми или иными недостатками, которые в значительной степени ограничивают сферу их применения. Например для ППД характерны такие недостатки, как: резкая граница перехода от упрочнённой зоны к неупрочнённой, значительные межфазные напряжения, небольшая глубина упрочнения, большие энергозатраты на обработку (в основном для методов, связанных с термическим, химико-термическим или электрическим воздействием). Для ОПД: упрочнение всего объёма металла и, как следствие, повышение его хрупкости; высокие денежные и энергозатраты ввиду потребности в дорогостоящем оборудовании и, в случае механической обработки (объёмное пластическое деформирование), нагружение всего объёма металла, что влечёт за собой большие потребные силы обработки.

Так же следует отметить, что для существующих методов ОПД и ППД существует ограничение по упрочняемому материалу (малопластичный материал при воздействии на него методами обработки металлов давлением будет просто-напросто крошиться).

Резюмируя вышеизложенное можно заключить, что проблема разработки новых способов упрочняющей обработки материалов является актуальной.

На основе метода валковой штамповки (ВШ), разработанного авторским коллективом ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», создана новая технология упрочнения вкладышей подшипников скольжения (рисунок 1) [2].



1 – заготовка, 2 – контейнер, 3 – упор, 4 – прижим, 5 – ролики, 6 – деформирующий выступ  
Рисунок 1 – Новая технология упрочнения вкладышей подшипников скольжения [2]

Способ осуществляется следующим образом. Заготовка 1 помещается в контейнер 2, тем самым она фиксируется от радиального перемещения. Осевыми ограничителями служат упор 3 и прижим 4. Затем в полость заготовки вводится обрабатывающий инструмент, содержащий ролики 5, выполненные гладкими, а один или более из которых имеет деформирующий выступ 6. Ролики прижимаются к обрабатываемой заготовке 1 с радиальной силой  $P_p$ . Устройству передается крутящий момент  $M_{кр}$  и осевое перемещение со скоростью  $V_{ос}$  или постоянным шагом  $S$ .

При внедрении деформирующего выступа в тело заготовки 1 металл вытесняется в обе стороны от него, образуя канавку. При набеге на деформированную область гладкого ролика, вытесненный металл возвращается обратно.

В результате происходит процесс накопления деформации и, как следствие, упрочнение материала изделия без изменения исходной геометрии изделия.

Экспериментальные исследования новой технологии упрочнения вкладышей подшипников скольжения выполнялась на базе НИИ «ЛЕГМАШ». Для исследований применялась разработанная авторским коллективом ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК» экспериментальная оснастка, представленная на рисунке 2.

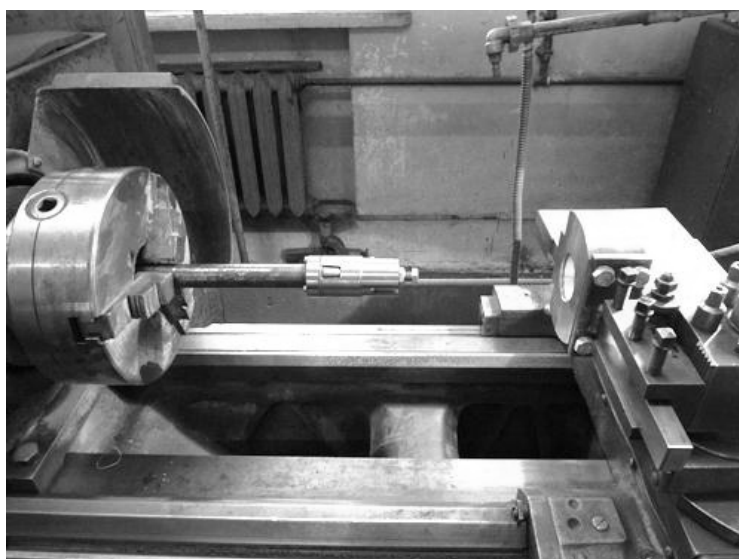


Рисунок 2 – Экспериментальная оснастка для исследования новой технологии упрочнения вкладышей подшипников скольжения

В таблице 1 приведены параметры технологического процесса, реализованного при проведении экспериментального исследования.

Таблица 1 – Таблица планирования эксперимента

Параметры	Значение			
Заготовка				
Материал	Бр ОЦС 5-5-5			
Наружный диаметр $D$ , мм	70			
Внутренний диаметр $d$ , мм	50			
Длина $L$ , мм	50			
Инструмент				
Ширина выступа $R_{ВЫСТ}$ , мм	1			
Техпроцесс				
Количество проходов инструмента $N$	15	20	25	30
Шаг подачи $h = x \cdot R_{ВЫСТ}$	0.25			
	0.5			
	0.7			
	1			

После обработки экспериментальных образцов по способу [2], они подверглись распиливанию, шлифовке, полировке и протравливанию полированной поверхности. Затем, в центре коллективного пользования контрольно-измерительным и испытательным оборудованием Госуниверситета – УНПК, были выполнены замеры распределения параметра микротвёрдости по сечению образцов (рисунок 3).

Анализируя графики, представленные на рисунке 3 можно сделать вывод о наличии положительной динамики эволюции механических характеристик оловянных бронз при упрочнении методами комплексного локального деформирования, в частности – рассмотренным способом.

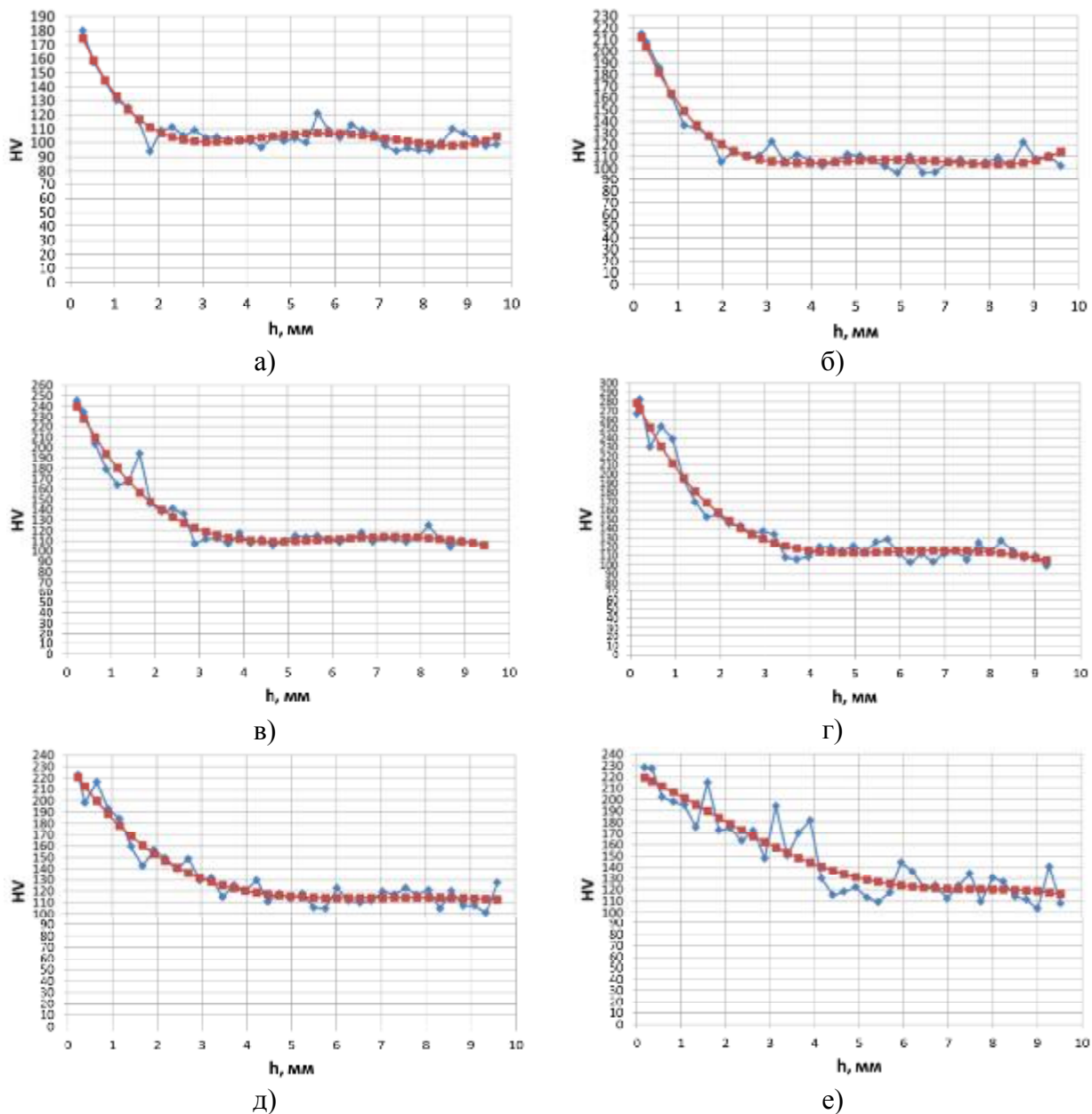


Рисунок 3 – Распределение параметра микротвёрдости по сечению исследуемых образцов: а)  $n = 15, S = 0.5$  мм; б)  $n = 20, S = 0.5$  мм; в)  $n = 25, S = 0.5$  мм; г)  $n = 30, S = 0.5$  мм; д)  $n = 20, S = 0.7$  мм; е)  $n = 20, S = 1.0$  мм

В таблице 2 приведены значения геометрических параметров исследуемых образцов до и после обработки.

Таблица 2 – Изменение геометрических параметров исследуемых образцов

№ п/п	До обработки	Внутренний диаметр d, мм	Отклонение от круглости, мкм	После обработки	Внутренний диаметр d, мм	Отклонение от круглости, мкм
1		50	10.98		50	18.66
2	50	9.95	50	12.94		
3	50	3.02	50	15.79		
4	50	7.25	50	11.94		
5	50	3.39	50	32.00		
6	50	5.71	50	29.71		

Опираясь на данные таблицы 2 можно заключить, что технологические параметры процесса обработки не оказывают влияние на геометрические параметры заготовок. В процессе обработки наблюдалось увеличение геометрического параметра «отклонение от круглости» максимум до 32 мкм при этом внутренний диаметр остался неизменным, что свидетельствует о том, что применяемое оборудование способно выдерживать установленный рабочий диаметр.

Резюмируя всё вышесказанное, можно заключить, что разработанная новая технология упрочнения вкладышей подшипников скольжения отвечает всем требованиям, предъявляемым к способам упрочняющей обработки, сформулированными в начале данной статьи:

- обеспечение требуемой степени упрочнения достигается варьированием технологических параметров процесса обработки;

- сохранение изначальной геометрии изделия обеспечивается соответствующей настройкой рабочего инструмента;

- наиболее благоприятное комбинирование характеристик изделия достигается за счёт сочетания упрочнённой рабочей поверхности с последующим градиентным падением прочности;

- минимизация энергозатрат на процесс упрочнения обеспечивается за счёт комплексного локального характера нагружения очага деформации в процессе обработки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голенков В.А., Радченко С.Ю., Дорохов Д.О., Грядунов И.М. Анализ видов упрочняющей обработки пластическим деформированием. // *Фундаментальные проблемы техники и технологии.* – 2011. №1 – С. 59-62.
2. Голенков В.А., Радченко С.Ю., Грядунов И.М. Способ получения металлических втулок с градиентно-упрочнённой структурой // Патент России № 2462327. 27.09.2012 Бюл. № 27.

### **Радченко Сергей Юрьевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел  
Доктор технических наук, проректор, профессор  
Тел. +7 (4862) 437125  
E-mail: [sur@ostu.ru](mailto:sur@ostu.ru)

### **Дорохов Даниил Олегович**

Мценский филиал ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Мценск  
Кандидат технических наук, преподаватель  
Тел. +7 (48646) 25689  
E-mail: [ddostu@mail.ru](mailto:ddostu@mail.ru)

### **Грядунов Игорь Михайлович**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел  
Аспирант  
Тел. +7(4862) 419841  
E-mail: [fry14@yandex.ru](mailto:fry14@yandex.ru)



УДК 378.16

В.М. ВЛАСОВ, И.В. КОНИН

## НОВЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА – ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПОСТРОЕНИЕ ИТС

*Материал статьи посвящен вопросам подготовки специалистов в высшей школе в области «Транспортной телематики», «Интеллектуальных транспортных систем». В статье представлена информация относительно материально-технической базы МАДИ, используемой в учебной и научной работе в сфере ИТС. Рассмотрена организационная структура Технического комитета №57 «Интеллектуальные транспортные системы» Росстандарта.*

**Ключевые слова:** *Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), кафедра «Транспортная телематика», Интеллектуальные транспортные системы, центр компетенций, исследовательский комплекс, технический комитет ТК 57 ИТС, организационная структура, тестовый полигон «Умная дорога».*

V.M. VLASOV, I.V. KONIN

## THE NEW INNOVATIVE DIRECTIONS OF TRAINING STAFF FOR AUTOMOBILE TRANSPORT - EXPLOITATION TRANSPORTATION TELEMATICS SYSTEMS AND BUILDING THE ITS

*The article concerns the qualification specialists of automobile transport industry in the university in the area of «Transport telematics», «Intelligent Transport Systems (ITS)». Material and technical provision of MADI is observed which is used for teaching process and for research activities about ITS. Structure of technical committee «Intelligent Transport Systems» of Rosstandart is introduced.*

**Keywords:** *Moscow state technical university of autotransport and roads (MADI), Department of «Transport telematics», Intelligent Transport Systems, Competence Center, research center, technical committee TC 57 ITS, organizational structure, test butts "Smart Road".*

Многочисленные разработки, базирующиеся на телематических, навигационных, Интеллектуальных транспортных системах (ИТС) все активнее внедряются практически во все сферы автотранспортного комплекса, как в России, а так и за рубежом. Кроме того, с каждым годом возрастает число отраслей, где целесообразно применение телематических сервисов.

В связи с этим наиболее остро встает вопрос подготовки специалистов для автотранспортного комплекса, способных оперативно, на высоком качественном уровне заниматься вопросами разработки инновационных телематических систем, их эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом, а также способных уверенно развивать бизнес в сегменте навигационно-информационных услуг и транспортной телематики.

В Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ), на кафедре «Транспортная телематика» (ТТ) разработаны тематические модули лекционно-практических занятий по вопросам «Транспортной телематики», которые в большей степени учитывают специфику подготовки студентов на каждом из 8 факультетов соответствующих специализаций и профилей (рис.1.).

Сотрудники кафедры ТТ одной из своих задач считают задачу формирования у студентов МАДИ базовых, фундаментальных компетенций в области транспортной телематики на автомобильном транспорте, дорожном хозяйстве.

Возможность применения гибкой, адресной системы обучения студентов позволяет Болонская система подготовки специалистов в высшей школе. Это позволило кафедре практически для каждого факультета сформировать спектр из 2-3 дисциплин по теме «Транспортная телематика» для их изучения по выбору студента, как на уровне бакалавра, специалиста, так и магистра.

Автомобильный транспорт	4 направления подготовки. Специализации (4): Техническая эксплуатация автомобилей; Телематика на автомобильном транспорте; Тюнинг и технический контроль конструкции автомобилей; Технология производства и Р автомобилей; Профили (3): Автомобильный сервис; Сервис транспортных средств; Прикладная математика.
Энерго-экологический	3 направления подготовки. Профили (3): Электрооборудование автомобилей и тракторов; ДВС; Защита окружающей среды.
Дорожных и технологических машин	6 направлений подготовки. Специализации (2): Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование; Наземные транспортные средства и комплексы аэродромно-технического обеспечения полетов авиации; Профили (4): Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование; Сервис дорожно-строительных машин и оборудования; Автоматизация технологических процессов и производств (строительство); Оборудование и технология повышения износостойкости и восстановления деталей машин и аппаратов.
Дорожно-строительный	2 направления подготовки. Специализации (2): Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений; Строительство автодорожных мостов и тоннелей; Профили (3): Автомобильные дороги; Аэродромы; Городские транспортные сооружения.
Логистики и общетранспортных проблем	2 направления подготовки. Специализации (1): Таможенное дело; Профили (4): Логистика и управление цепями поставок; Менеджмент организации; Управление человеческими ресурсами; Управление проектом.
Управления	3 направления подготовки. Профили (4): Управление персоналом в организации; Организация перевозок и управление на транспорте; Организация и безопасность движения; Автоматизированные системы обработки информации и управления.
Конструкторско-механический	2 направления подготовки. Специализации (2): Военные гусеничные и колесные машины; Наземные транспортные комплексы ракетной техники; Профили (1): Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика.
Экономический	2 направления подготовки. Профили (6): Экономика предприятий и отраслевых рынков (Транспорт); Экономика предприятий и отраслевых рынков (Строительство); Бухгалтерский учет, анализ и аудит; Мировая экономика; Производственный менеджмент (Транспорт); Производственный менеджмент (Строительство).

Рисунок 1 – Факультеты МАДИ, специализации и профили подготовки студентов

Темы занятий дисциплин по выбору студентов построены по принципу:

а) Лекции, практические занятия для всех направлений подготовки, где изучаются общетеоретические вопросы транспортной телематике, спутнико-навигационных систем, географическо-информационных, телекоммуникационных технологий и систем на автомобильном транспорте, Интеллектуальных транспортных систем.

б) Специализированные лекции, практические занятия, сориентированные под конкретные специализации и профили подготовки студентов на факультетах.

Кафедра ТТ является выпускающей кафедрой. Ежегодно на кафедре защищают дипломные проекты студенты двух групп, одна из которых обучалась по профилю «Телематика на автомобильном транспорте», другая «Телематика в автосервисе».

Основная цель обучения студентов этих двух групп – получение эксклюзивной подготовки по вопросам технического обеспечения прогрессивных транспортных технологий на основе использования информационных технологий и интеллектуальных транспортных систем на базе спутниковой навигации, геоинформационных систем и автоматизированных систем управления на транспорте.

Обучение студентов кафедры ведется в соответствии с современными тенденциями, основанными на использовании беспроводных технологий передачи информации, интернет и интернет-технологий.

В процессе обучения подробно рассматриваются основы технологии диспетчерского и информационного управления наземным транспортом. У студентов формируются базовые

представления по вопросам, связанным с современными методами проектирования, разработки и сопровождения транспортно-телематических систем, ИТС городов.

Активно участвуют в работе кафедры и представители научно-производственных организаций в транспортной сфере. Также в учебном процессе кафедры ТТ практикуются выездные занятия со студентами – на объектах внедрения реально функционирующих телематических систем.

Работая в сфере подготовки специалистов высшей школы для автотранспортного комплекса РФ, кафедра ТТ МАДИ целенаправленно развивает свое научное и методическое обеспечение в области разработки и эксплуатации «Интеллектуальных транспортных систем» (ИТС).

Результатом такой работы является создание структуры, которая размещается на площадке МАДИ (рис.2.):

На сегодняшний день в научном сообществе нет единого мнения по определению термина «ИТС».

Наиболее всеобъемлющее и отражающее суть понятия «ИТС», на наш взгляд, представлено определение ниже [1], которое используется в дидактических материалах кафедры при обучении студентов МАДИ. Ителлектуальная транспортная система» - система, интегрирующая современные информационные, коммуникационные и телематические технологии, технологии управления и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортной системой региона (города, дороги), конкретным транспортным средством или группой транспортных средств, с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта.

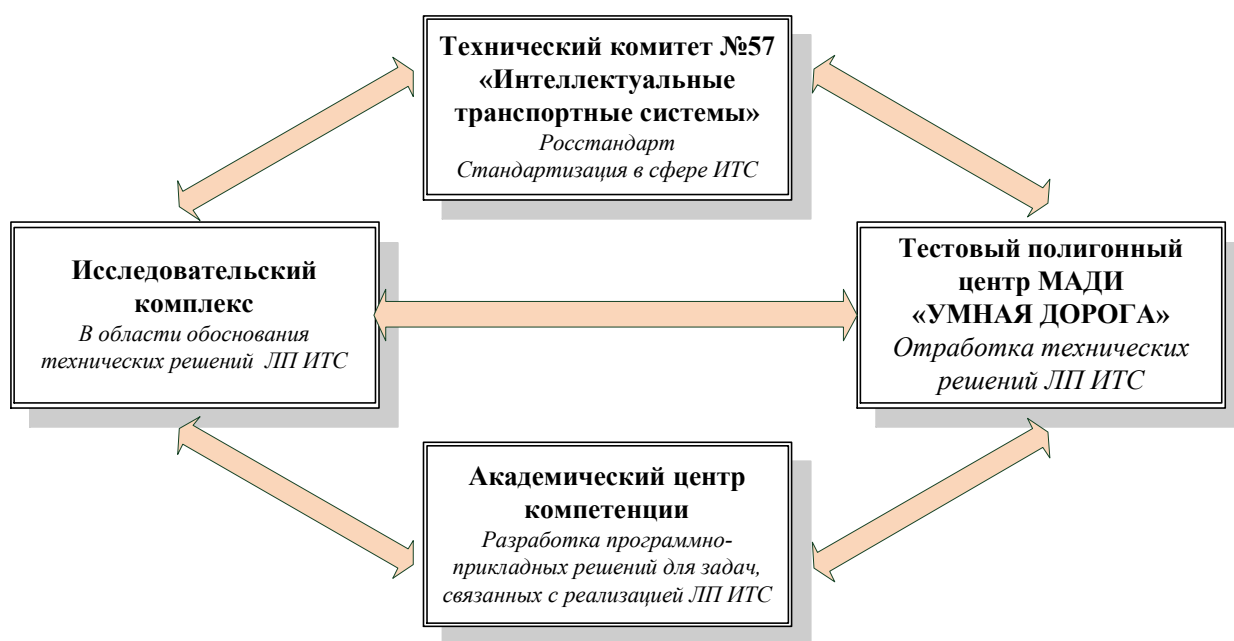


Рисунок 2 - Организационная структура научно-методической базы МАДИ в области транспортной телематики, интеллектуально - транспортных систем

Иными словами, можно сказать, что «ИТС» – это комплексная интеллектуальная система, которая создает комфортные и безопасные условия для всех участников транспортного процесса, включая окружающую среду и сервисную инфраструктуру.

Исходя из этого на кафедре «Транспортная телематика» была разработана и реализована концепция организации и развития Научно-исследовательского комплекса ИТС, включающего в себя, прежде всего:

- комплекс имитационного моделирования транспортных потоков и построения цифровой модели УДС;
- центр компетенции;
- симулятор моделирования дорожной ситуации;
- исследовательский комплекс построения и оценки поведенческой модели участников дорожного движения при возникновении тех или иных коллизионных ситуаций;
- полигон МАДИ «Умная дорога».

Комплекс имитационного моделирования транспортных потоков в качестве инструмента использует программное обеспечение Aimsun 6.0.

Этот инструмент позволяет выполнить микро, мезо- и макро моделирование транспортных потоков и оценить эффективность технических решений при организации дорожного движения.

Разработка программно-прикладных решений для задач, связанных с реализацией локальных проектов ИТС базируется на деятельности центра компетенции при поддержке IBM;

Симулятор моделирования дорожных ситуаций был создан из реального автомобиля и представляет собой часть кузова с органами управления, экран, пяти проекторов, создающих полную и реалистичную картину дорожного движения, серверного помещения, симулятора для создания дорожных коллизий, комплекса, позволяющего выполнять психофизический анализ поведения водителя, при возникновении дорожной ситуации.

С использованием данного симулятора МАДИ ведутся работы связанные с вопросами информирования водителя о превышении установленных скоростных ограничений на участке дороги; рассматриваются вопросы межбортового взаимодействия автомобилей и другие темы исследования в области ИТС.

Практическая отработка полученных результатов в ходе научно-исследовательской работы, апробация и доводка технических решений ИТС, осуществляется на полигоне МАДИ «Умная дорога», где реализована работа практически всех подсистем ИТС.

Практика показывает, что в конечном итоге большая проделанная научно-исследовательская работа, как правило, кристаллизуется в виде методических рекомендаций, директивных документов, в частности, стандартов, которые используются как в учебном процессе кафедры, так и в ежегодных дипломных проектах 15-20 выпускников кафедры.

Рецензирующим органом, оценивающим и рекомендуемым к публикации и внедрению стандартов ИТС на национальном уровне, является Технический комитет №57 «Интеллектуальные транспортные системы», созданный приказом № 3821 от 22.07.2011г Федерального агентства по стандартизации и метрологии, на базе МАДИ.

В организационную структуру ТК 57 ИТС входят семь подкомитетов с соответствующими председателями.

Деятельность всех подкомитетов ТК охватывает, практически, все направления построения и развития ИТС в России. В частности, это подкомитеты:

ПК01 «Архитектура ИТС, терминология, интеграция ИТС в ВИС»;

ПК02 «Управление и контроль на транспорте, управление дорожным движением.

Информационные системы для участников движения»;

ПК03 «Бортовые интеллектуальные системы автомобилей. Кооперативные системы»;

ПК04 «Платные сервисы»;

ПК05 «Системы управления подвижным составом и грузовым коммерческим транспортом»;

ПК06 «Общественный транспорт»;

ПК07 «Системы противодействия угонам и возврата угнанных транспортных средств».

Через каждый подкомитет проходят стандарты, формирующие инновационные тренды и правила построения и развития ИТС.

В настоящее время работа ТК набирает определенные темпы. В план национальной разработки стандартов на 2013 год через ТК 57 «ИТС» заявлена разработка 23 национальных стандартов в области ИТС.

Свою деятельность ТК 57 ИТС осуществляет также, взаимодействуя с ISO TC 204 ИТС на международном уровне. Так, по инициативе двух заместителей председателя ТК 57 ИТС, 15-17 сентября 2012г, в Деловом центре на Красной преснее в Москве, прошло Юбилейное 40-е заседание 204 ТК, где ТК 57 ИТС принял участие в работе пленарного заседания.

Таким образом, имея развитую архитектуру научно-методической базы ИТС на площадке МАДИ, все это позволяет студентам выполнять актуальные дипломные проекты на темы: «Развитие системы телематического обеспечения диспетчерского управления пассажирским транспортом», «Обоснование технического комплекса систем мониторинга состояния водителя в процессе движения», «Использование навигационных данных городского пассажирского транспорта для совершенствования системы информирования пассажиров» и т.п., а научным группам, коллективам кафедры «ГТ» активно участвует в розыгрышах, как внутри ВУЗовских грантов, так и Минобрнауки.

Общий объем выполненной работы по грантам, позволил подняться кафедре ГТ еще на одну качественную ступень в области развития науки эксплуатации транспортно-телематических систем и построения ИТС.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жанказиев С.В. Научные основы и методология формирования интеллектуальных транспортных систем в автомобильно-дорожных комплексах городов и регионов.- Дисс. док.тех. наук. – М.: МАДИ, 2012. - 449 с.
2. Власов В.М., Жанказиев С.В., Николаев А.Б., Приходько В.М.. Телематика на автомобильном транспорте. –М.: МАДИ, 2003. -173 с.

### **Власов Владимир Михайлович**

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), г. Москва  
Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Транспортная телематика»  
Тел. +7 (499) 155 01 38  
E-mail: [trn@transnavi.ru](mailto:trn@transnavi.ru)

### **Ковин Игорь Валентинович**

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), г. Москва  
Кандидат технических наук, доцент, зам.зав. кафедрой «Транспортная телематика»  
Тел. +7 (499) 155 01 38  
E-mail: [kovin\\_iv@mail.ru](mailto:kovin_iv@mail.ru)

Г.В. БУКАЛОВА, А.Н. НОВИКОВ

## НОРМИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТА ОБРАЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

*Представлена характеристика нового социально-образовательного концепта - профессиональной компетентности выпускника вуза как нормы результата профессионального образования технического профиля; определены структурные составляющие совокупной образовательной нормы; выделены методические компоненты ее реализации.*

**Ключевые слова:** норма результата образования, профессиональная компетентность, компетенции, образовательное нормирование, инженерное образование.

G.V. BUKALOVA, A.N. NOVIKOV

## RATIONING RESULT OF TECHNICAL EDUCATION PROFILE

*The characteristic of the new socio-educational concept - the professional competence of the graduates as the rules of the professional education of technical profile, determine the structural components of the total educational standards; marked methodical components of its implementation.*

**Keywords:** the rate of the education, professional competence, competence, educational standardization, engineering education.

Начало XXI века отмечено изменением статуса высшего профессионального образования технического профиля. Инженерное образование, имея статус одного из факторов развития общества и государства, переходит в статус приоритетного условия их развития. Это влечет изменение результативно-целевых основ инженерного образования.

Актуальная проблема обеспечения качества профессионального образования автотранспортного профиля связана с проникновением новой культуры образовательного нормирования в академическую реальность. В силу этого проблема обоснованности норм, определяющих результат профессиональной подготовки, принадлежит к числу значимых проблем сферы инженерного образования. Подписание Россией Болонской конвенции послужило основанием для административного введения в систему российского высшего профессионального образования компетентностного подхода, связанного с образовательным нормированием. Практико-ориентированная концепция Болонской модели становится доминирующей для профессионального образования инженерного профиля [1]. Преференции Болонской модели, основанной на компетентностной парадигме образования, состоят в центрировании на профессионально-личностном развитии обучающегося, стандартизации критериев качества профессиональной подготовки, актуальности результата образования. Болонские реформы, как база стратегического развития инженерного образования, стимулируют развитие его концептуально-методологических оснований, иницируют интеграцию сферы профессионального образования и бизнес-сообщества [2]. Однако необходимо заметить, что в России исследования проблемы компетентности субъекта профессиональной деятельности проводились задолго до подписания Болонского соглашения. Результаты исследований, представленные в трудах С.И. Архангельского, Ю.В. Варданяна, А.А. Вербицкого, Э.С. Смирновой, Н.В. Кузьминой, А.К. Марковой, Л.М. Митиной, А.И. Субетто, Н.Ф. Талызиной, Н. Хомского, составляют теоретический базис современного изучения феномена профессиональной компетентности.

Повышение научно-технического уровня автообслуживающего производства, изменение социальных ценностей, признаваемых обществом как приоритетные, - факторы, определившие переход к новой компетентностной образовательной парадигме. В рамках компетентностной парадигмы выделен особый социально-образовательный концепт –

профессиональная компетентность выпускника вуза, который признан носителем нормативно установленных характеристик качества образования [4]. Структуру профессиональной компетентности образуют компетенции – способы действий, личностные качества, обуславливающие возможность продуктивного выполнения профессиональной деятельности. Компетенции, формируя структуру образовательной нормы, получают статус образовательных нормативов. Объем и уровень сформированности компетенций обуславливает способность выпускника вуза к реализации своей компетентности в реальной профессиональной деятельности. Операционно-технологические компетенции определяют, но не исчерпывают основную сущность профессиональной компетентности выпускника вуза технического профиля. Совокупность компетенций, представляющих результат инженерного образования, это более сложное явление, чем только внешне фиксируемые действия. Образуя структуру компетентности, компетенции описываются известными понятиями: знаниями, умениями и навыками, но также и свойствами личности, специальными способностями.

Целостной, интегральной характеристике образовательной нормы, отражающей результат профессиональной подготовки в вузе, соответствует описание профессиональной компетентности выпускника вуза по данному направлению (специальности) посредством соответствующих компетенций. Компетентностная модель выпускника вуза по данному направлению (специальности) является *формализованным видом* совокупной образовательной нормы результата профессионального образования. Укрупненная структура профессиональной компетентности может быть представлена состоящей из следующих блоков: совокупности компетенций, опыта профессиональной деятельности, должностных полномочий. Следовательно, законченное формирование и полное проявление компетентности выпускника вуза технического профиля возможно лишь в реальных производственных условиях, т.е. за пределами образовательного процесса вуза.

В соответствии с этим правомерным представляется положение о том, что совокупная образовательная норма с необходимостью должна соответствовать профессиональной компетентности той категории должностей профильной сферы производства, которые занимают выпускники вуза в начальный период своей производственной деятельности. При этом нормирование результата профессионального образования проявляется как *способ достижения соответствия* требований профильной сферы производства в отношении профессиональной компетентности трудовых ресурсов и профессиональной подготовки выпускников вуза соответствующего направления (специальности).

Норма результата профессиональной подготовки выпускника вуза, представленная его компетенциями, является отражением двух типов норм: социальной и образовательной [3]. Формируемые социальным институтом образования, образовательные нормы несут на себе существенные характеристики профильной производственной деятельности, относящейся к социальному институту производства. Деятельность технического профиля, подчиненная профессиональным и нравственным нормам – ценностям культуры, сама является важнейшей культурной ценностью. В силу этого основное назначение нормы образования технического профиля состоит в сохранении выражаемой ею абсолютной ценности - общественно-значимого опыта профессиональной деятельности. Обладая свойством абсолютизованности, образовательная норма посредством влияния на формирование качества трудовых ресурсов способствует устойчивости функционирования соответствующей сферы технического производства. Следовательно, нормирование результата образования технического профиля опосредованно способствует сохранению индустриальной основы страны, что указывает на его высокую миссию.

Внедрение нормирования результата образования как значимого элемента компетентностно-ориентированного образовательного процесса связано с изменением

концептуальной основы педагогики профессиональной подготовки. Изменение концептуальной основы профессионального образования обуславливает обновление модели организации соответствующей ей образовательной практики. При этом административно вносимые изменения во «внешний контур» системы инженерного образования с необходимостью требуют адекватных изменений и во «внутреннем контуре» - образовательной среде процесса подготовки по данному направлению (специальности). В силу того, что обновление форм нормирования результата профессиональной подготовки связано с соответствующим регулированием образовательной практики.

Компетентностная ориентация образовательного нормирования вступает в противоречие с широко используемой в современной высшей школе традиционной дискретно-дисциплинарной моделью обучения. Процесс обучения при этом разворачивается в логике предметной области, свойственной каждой отдельной учебной дисциплине. Традиционная организация образовательного процесса предполагает стихийный синтез учебной информации самими студентами. В то время, как действительная интегративность знаний, составляющих основу профессиональной компетентности выпускника вуза, не может быть осуществлена студентами самопроизвольно [5]. Кроме этого указанное противоречие обостряется интегративным характером автообслуживающего производства. Следовательно, дискретно-дисциплинарная организация образовательного процесса не соответствует генеральной образовательной цели – формированию нормативно установленной профессиональной компетентности выпускника вуза. Ввиду этого традиционная предметно-содержательная модель инженерного образования не может оставаться неизменной.

Вследствие этого возникает педагогическая проблема целенаправленного формирования интегративности профессиональной подготовки на основании специального выделения, системного структурирования, т.е. педагогической интеграции учебных дисциплин, входящих в основную образовательную программу подготовки по данному направлению (специальности). Педагогическая интеграция содержания профессионального образования требует выделения критериев, которые послужили бы для достижения оптимальности образовательного процесса. В качестве таких критериев плодотворным представляется использование совокупной образовательной нормы, отражаемой компетентностной моделью выпускника вуза. Такой подход создает уникальные организационные условия, позволяющие дефрагментировать образовательный процесс, собрать в единую целесобразную структуру его элементы обычно «разнесенные» по кафедрам факультета (института).

Таким образом совокупная образовательная норма получает функцию управляющего конструкта – основного фактора влияния на организационно-технологическую сторону образовательного процесса. Она становится средством упорядочения нормативной базы процесса подготовки по данному направлению (специальности); элементом внутривузовской системы управления качеством образования; средством развития и обновления образовательного процесса вуза. Так, если применить онтологическое противопоставление «предмет – объект», принимая предмет в качестве стороны объекта, то образовательное нормирование представляется значимой стороной компетентностно-организованного образовательного процесса.

Внедрение образовательной нормы понимается как реализованный на практике в ходе взаимодействия субъектов образовательного процесса нормативно утвержденный в качестве ориентировочной основы будущей профессиональной деятельности проект результата образования по данному направлению (специальности). В соответствии с этим логика реализации образовательной нормы в качестве составляющих объединяет следующие структурные элементы:

-логику познавательной деятельности студентов, основывающуюся на создании условий образовательной среды, обеспечивающих формирование мотивации достижения результатов профессионального образования, описываемых содержанием образовательных нормативов;



- логику педагогической деятельности, связанную с развертыванием содержания образования, ориентированного на формирование нормативно установленной профессиональной компетентности выпускника вуза, с учетом уникальности индивидуальной деятельности преподавателя.

Сложность деятельностного характера нормы результата инженерного образования обуславливает необходимость выделения следующих методических компонентов ее реализации:

- принятие в качестве основной цели образовательного процесса создание условий для целенаправленного формирования выпускником вуза нормативно установленного содержания профессиональной компетентности;

- обеспечение продуктивного взаимодействия субъектов образовательного процесса, ориентированного на достижение общей цели образовательной деятельности;

- применение разнообразных видов учебной деятельности студентов в соответствии с разнообразием формируемых в ходе образовательного процесса компетенций;

- использование сочетания традиционных и инновационных методов и средств обучения, обоснованного в отношении эффективности достижения установленных образовательных нормативов, отражающих компетенции выпускника вуза.

В настоящее время образовательное нормирование является педагогическим новшеством. При этом особо важна методическая готовность преподавателей-практиков к участию в инновационной деятельности: разработке содержания образовательных нормативов, отражающих вузовский компонент ФГОС ВПО, и их ответственной реализации в образовательном процессе. Успешность внедрения образовательного нормирования в немалой степени зависит от убежденности преподавателей-практиков в целесообразности изменений образовательной среды в связи с его внедрением, признание его нужности для развития образовательной системы вуза. Условием успешности внедрения образовательного нормирования также является доступность для освоения педагогами-практиками его научно-методических основ с тем, чтобы достичь понимания необходимости и возможности реализации данной педагогической новации. В противном случае традиционно проявляемый консерватизм педагогического сознания может стать не преодолимым препятствием для действительной реализации установленных образовательных норм.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байденко, В.И. Концептуальная модель государственных образовательных стандартов в компетентностном формате. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2009.
2. Старикова, О.Г. Современные образовательные стратегии высшей школы: теоретико-методологические основы [Текст]: монография / О.Г. Старикова. – Ростов н/Д, 2010. – 224 с.
3. Татур, Ю.Г. Высшее образование: методология и опыт проектирования. Учебно-методическое пособие. – М.: Университетская книга; Логос, 2006.
4. Вербицкий, А.А. Личностный и компетентностный подходы в образовании: проблемы интеграции / А.А. Вербицкий, О.Г. Ларионова. – М.: Логос, 2009.
5. Семин, Ю.Н. Квалитативная технология междисциплинарной интеграции // Образование и наука, Екатеринбург, 2001, №3.
6. Букалова Г.В. Проблема нормирования результата профессионального образования / Г.В. Букалова, А.Н. Новиков // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №2(25) 2009, 122-130 с.
7. Букалова Г.В. Профессиональная компетентность как дидактическая категория образовательного процесса / Г.В. Букалова, А.Н. Новиков // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №3(23) 2009, 104-109 с.
8. Букалова Г.В. Политика качества – средство оптимизации формирования компетентности выпускника вуза / Г.В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №1(28) 2010, 103-109 с.
9. Букалова Г.В. Нормирование результата профессионального образования и академические свободы вуза / Г.В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №3(30) 2010, 112-113 с.

10. Букалова Г.В. Деятельностный подход как основа реализуемости образовательно-педагогических норм / Г. В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №1(32) 2011, 84-89 с.

11. Букалова Г. В. Содержание производственной деятельности – основа структурного состава образовательных норм / Г. В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №3(34) 2011, 83-87 с.

12. Букалова Г. В. Прогностичность норм результата профессионального образования автотранспортного профиля / Г. В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №4(35) 2011, 94-98 с.

13. Букалова Г. В. Объекты и функции нормирования результата профессионального образования технического профиля / Г. В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №2(37) 2012, 113-116 с.

14. Новиков А. Н. Профессиональное мышление технического профиля как элемент образовательного нормирования / А. Н. Новиков, Г. В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №3(38) 2012, 100-102 с.

15. Букалова Г. В. Методические компоненты нормирования результата инженерного образования / Г. В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №1(40) 2013, 109-112 с.

**Букалова Галина Васильевна**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г.Орёл

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел. +(4862) 73 43 50

E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

**Новиков Александр Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г.Орёл

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7(8462)734350

E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

УДК 629.3.052.4

А. А. КАТУНИН, С. А. СЕРЁГИН

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

*В статье предложена система проведения дистанционной диагностики позволяющая производить диагностику на расстоянии. А также разработан алгоритм проведения дистанционной диагностики электронных систем автомобиля.*

**Ключевые слова:** электронные системы, дистанционная диагностика, методы диагностирования.

A.A. KATUNIN, S.A. SEREGIN

## MAIN PRINCIPLES OF ORGANIZATION OF REMOTE DIAGNOSIS HIRE

*The paper proposes a system of remote diagnostics allows to diagnose at a distance. And the algorithm of remote diagnostics of the vehicle electronics.*

**Keywords:** Electronic systems, remote diagnostics, methods of diagnosis.

С ужесточением норм выбросов вредных веществ в атмосферу увеличилось количество электронных систем и датчиков в автомобилях, что вызвало необходимость постоянного контроля за их техническим состоянием. Обеспечение безотказной работы транспорта невозможно без своевременного контроля технического состояния транспортных средств и соблюдения регламента технического обслуживания.

На социальном транспорте и грузовом транспорте, перевозящем опасные грузы особую важность принимает не только контроль за техническим состоянием основных узлов автомобилей и методы диагностики, позволяющие определить точную неисправность и устранить ее в кратчайшие сроки, но методы контроля позволяющие повысить безопасность движения на дорогах.

Разработка современных систем автомобиля, целью которых является повышение безопасности дорожного движения, технических характеристик и норм экологической безопасности, происходит в тесной взаимосвязи с практическим внедрением разработок. Получая обратную связь, совершенствуя методы и алгоритмы работы электронных систем, разработчики повышают безопасность эксплуатации автомобиля. При совместной работе сложных современных систем нескольких основных узлов автомобиля возникновение неисправности в одном из узлов может вызывать целый комплекс некорректных показаний сопряженных электронных систем. Многие неисправности могут проявляться время от времени - т.н. перемежающиеся неисправности. Эффективная диагностика таких неисправностей возможна только в активной фазе проявления неисправности, а этого не всегда возможно добиться принудительно. Что значительно затрудняет процесс поиска и устранения неисправности и требует разработки и применения специализированных методов и средств диагностики.

Техническая диагностика является важным звеном в системе обслуживания и ремонта автомобилей. По мере дальнейшего увеличения парка автомобилей и численности их пользователей, усложнения конструкции автомобилей и ужесточения требований к их безопасности и надежности роль технической диагностики возрастает. Характерной чертой современных автомобилей является все более широкое использование электроники и микропроцессорной техники, на которую возлагаются не только функции

управления системами автомобиля, но и автоматического диагностирования его технического состояния.

Эффективное внедрение технической диагностики возможно только при наличии хорошо разработанной теоретической базы методологии постановки диагноза по косвенным признакам состояния. Техническое состояние автомобиля как сложной системы и его элементов характеризуется теми или иными физическими явлениями или процессами, которые можно рассматривать в качестве признаков состояния. Признаки состояния могут выражаться количественно на основе измерений, а когда они невозможны - то качественно на основе органолептических методов оценки цвета, запаха, блеска, тембра звучания и т.п. Очевидно, что по мере развития измерительной техники качественные оценки признаков могут переходить в количественные измерения.

Датчики отвечающие за экологию, безопасность и техническую работоспособность

Произведена классификация встроенных датчиков контроля технического состояния узлов автомобиля по физическим принципам действия. Основная часть датчиков описанных в классификации является общей для современных транспортных средств. Но так же рассмотрены датчики, которые присутствуют только на наиболее современных автомобилях оснащенных системами значительно повышающих безопасность дорожного движения и экологическую безопасность эксплуатации автомобиля. Для построения программно-аппаратного комплекса, который реализует методы дистанционного контроля и диагностики состояния узлов автомобиля и позволит эффективно контролировать техническое состояние транспортных средств, соблюдение экологических норм и повышение безопасности дорожного движения необходимо провести классификацию параметров контроля по основным приоритетам [1].

Для организации широкого прикладного применения разрабатываемого программно-аппаратного комплекса необходимо уделить особое внимание вопросам стандартизации и унификации его компонентов. В большинстве современных автомобилей существуют мультиплексные шины передачи данных, по которым происходит обмен данными различных систем самодиагностики автомобиля. В автомобиле их может быть несколько, отличающихся скоростью, протоколом и набором передаваемых данных. Конфигурация и протоколы шин зависят от уровня развития систем самодиагностики автомобиля. Подключение датчиков и приборов неразрушающего контроля к диагностическому модулю через унифицированные шины передачи данных позволит расширить применение комплекса на автомобили разных модификаций. Для конфигурирования работы под конкретную модель автомобиля, оборудованного диагностической шиной данных необходимо лишь сменить программные настройки модуля устанавливаемого в автомобиль.

Примером мультиплексной шины передачи данных является CAN шина. Локальная сеть контроллеров CAN это стандарт серийной шины, разработанный в 80-х годах Robert Bosch GmbH, для соединения электронных блоков управления. CAN был специально разработан для устойчивой работы в насыщенной помехами окружающей среде с применением разносторонне сбалансированной линии, такой как RS-485. Соединение может быть более устойчивым к помехам при использовании витой пары. Первоначально создавалась для автомобильного назначения, но в настоящее время используется в разнообразных системах управления, в т.ч. промышленных, работающих в насыщенной помехами окружающей среде. CAN протокол связи стандартизирован согласно ISO 11898-1 (2003). Этот стандарт главным образом описывает слой обмена данными состоящий из подраздела логического контроля (LLC) и подраздела контроля доступа (MAC), и некоторых аспектов физического слоя ISO/OSI модели. Остальные слои протокола оставлены на усмотрение разработчика сети [2]. Преимущества CAN:

- доступность для потребителя;
- реализация протокола на аппаратном уровне;
- примитивная линия передачи;

- превосходная способность обнаружения ошибок и сбоев и локализация неисправностей;
- система обнаружения и проверки неисправностей.

CAN - система на серийной шине с мультифункциональными возможностями, все CAN узлы способны передавать данные и некоторые CAN узлы могут запрашивать шину одновременно. Передатчик передает сообщение всем CAN узлам. Каждый узел, на основании полученного идентификатора, определяет, следует ли ему обрабатывать сообщение или нет. Идентификатор так же определяет приоритет, который имеет сообщение при доступе к шине [3].

В современных автомобилях существуют электронные системы, работа которых основана на параметрах автомобиля контролируемых набором датчиков на различных узлах, которые могут сигнализировать ошибку в своей работе определенным диагностическим кодом системы самодиагностики. При взаимодействии нескольких таких систем неисправность одного из параметров может вызывать некорректную работу сразу нескольких систем. Каждая из систем в момент неисправности сигнализирует кодом предполагаемую причину. Диагностика неисправности может быть значительно сокращена за счет получения важной информации из соответствующих кодов. Для унификации протоколов взаимодействия и формата сообщений этих систем разработаны стандарты диагностики. Мы подробно рассмотрим распространенный стандарт OBD-II.

Современный стандарт OBD-II обеспечивает почти полное управление двигателем, а так же частично шасси, кузовом и дополнительным оборудованием, с поддержкой диагностических функций сети управления автомобилем. На многих автомобилях применяется индикатор наличия неисправности «Check Engine Light» или MIL Индикатор наличия неисправности. Данные, записанные в центральном компьютере автомобиля, будут источником ценной диагностической информации, в некоторых случаях.

Данные от других устройств и датчиков автомобиля, которые не являются частью OBD-II стандарта, возможно получить с того же разъема, но используя другой протокол. Например: данные датчика детонации, напряжение зажигания, пропуски зажигания в цилиндре, состояние ABS и др. Насчитывается более 300 различных источников данных, в зависимости от изготовителя и модели автомобиля.

Современные системы, несмотря на всеобщую стандартизацию, продолжают использовать различные протоколы для связи с модулем управления. OBD-II - совместимый автомобиль может использовать любой из следующих протоколов: J1850 VPW, J1850 PWM, ISO 9141-2, ISO 14230-4 и Keyword Protocol (KWP) 2000. В последнее время к этим протоколам добавился еще один – это ISO 15765-4, обеспечивающий обмен данными с использованием CAN-шины (этот протокол будет доминирующим на новых автомобилях). Собственно, диагносту совершенно не обязательно знать, в чем заключается отличие между этими протоколами. Гораздо важнее то, чтобы имеющийся в наличии сканер мог автоматически определять используемый протокол, и, соответственно, мог бы корректно «разговаривать» с блоком на языке этого протокола. Это и отражает документ J1979, определяющий диагностические режимы, которые должны поддерживаться как блоком управления двигателем/АКП, так и диагностическим оборудованием. Вот как выглядит список этих режимов:

- \$01 Вывод параметров в реальном времени (Real-time powertrain data)
- \$02 Вывод «сохраненного кадра параметров» (Freeze Frame)
- \$03 Считывание сохраненных кодов неисправностей (Read Stored DTC)
- \$04 Стирание кодов неисправностей, сброс статуса мониторов (Clear / Reset diagnostic related information )
- \$05 Вывод результатов мониторинга датчика кислорода (O2 monitoring test results)

- \$06 Вывод результатов мониторинга для непостоянно тестируемых систем ( Monitoring test results for non - continuously monitored systems )
- \$07 Вывод результатов мониторинга для постоянно тестируемых систем ( Monitoring test results for continuously monitored systems )
- \$08 Управление исполнительными компонентами (Bidirectional controls)
- \$09 Вывод идентификационных параметров автомобиля (Vehicle information)

Усложнение систем и насыщенность электроникой, в свою очередь, привели к развитию методов диагностики неисправностей, а требования к техническому персоналу и к качеству применяемого диагностического оборудования значительно возросли.

Компьютерные диагностические системы, которые представляют собой персональный компьютер, ноутбук или карманный компьютер произвольной конфигурации с соответствующим программным обеспечением и специальным кабелем OBD-II' - RS-232. В такой кабеле стоит программируемый микроконтроллер с зашитыми протоколами обмена [4].

Диагностическая система с обработкой данных программным обеспечением является самой гибкой. Она позволяет считывать коды OBD-II и потоки данных в реальном времени и представлять их в интуитивно понятном формате, в численной форме, в виде описания возможных неисправностей, в виде таблиц, а также в графическом виде, в том числе в форме мультипараметрических графиков. При помощи такой системы можно проводить и виртуальные тесты: изменять вручную один из параметров и смотреть, что будет происходить с остальными. При этом в реальном времени ведется протокол, необходимый для детального анализа переходных процессов. Такие протоколы могут пригодиться для ведения плановой диагностики: можно постепенно накапливать «историю мотора» и своевременно выявлять вероятные проблемы. Такая диагностическая система может быть построена на основе беспроводных технологий передачи данных и дистанционного их анализа в центре обработки данных.

На данный момент наиболее распространенными являются следующие технологии беспроводной передачи данных:

- GPRS, EDGE (GSM стандарт)
- CDMA
- WiFi

В тестовой эксплуатации находятся более современные технологии HSDPA, WiMAX являющиеся стандартами поколения 3,5G-4G.

Сравнивая различные технологии беспроводного доступа, необходимо учитывать следующие моменты. Во-первых, чем выше диапазон частот, тем меньше дальность связи (радиус соты), но выше скорость передачи данных. В этой связи, например, с точки зрения снижения капитальных затрат в районах с низкой плотностью населения предпочтительнее строить сети CDMA2000 в диапазоне 450 МГц, а в сравнение технологий широкополосного беспроводного доступа крупных мегаполисах — сети CDMA 1x EV-DO в более высокочастотных диапазонах (1,9 или 2,1 ГГц) [5].

В современных алгоритмах диагностики автомобильного транспорта были выявлены основные направления развития современных систем и алгоритмов диагностики и существующие недостатки, связанные с недостаточный уровень диагностики при анализе причин появления комплексных и «перемежающихся» неисправностей, из-за отсутствия возможности применения методик диагностики в режиме реального времени и возможности применения диагностических воздействий на основные узлы мгновенно получая реакцию системы на это воздействие именно в момент, когда неисправность находится в активной фазе. Для устранения этих недостатков предлагается методика дистанционной диагностики и контроля состояния узлов автомобиля.

Методика дистанционной диагностики заключается в сборе диагностических параметров на объекте контроля, первоначальной обработке и буферизации, передаче

посредством современных беспроводных технологий в удаленный центр обработки данных (ЦОД) и дальнейшем анализе средствами интеллектуальной системы определения неисправности, графического анализа различными алгоритмами интерполяции.

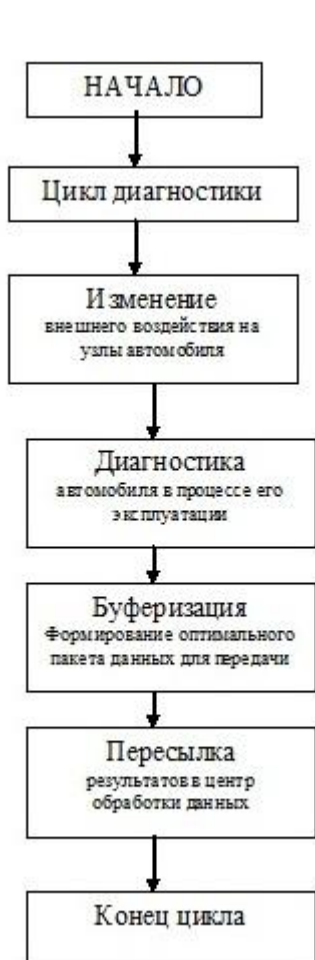


Рисунок 1 - Функциональная схема работы модулей сбора и передачи информации



Рисунок 2 - Функциональная схема работы модулей приема и обработки информации

Методика дистанционной диагностики описана алгоритмами удаленной диагностики. Из-за технической сложности систем современного автомобиля и взаимопроникающем взаимодействии его узлов существуют неисправности, активная фаза которых, проявляется случайным образом. Поэтому такая перемежающаяся неисправность, возможно, не проявит себя при проведении локальной диагностики непосредственно в сервисном центре. Диагностика и определение причины этой неисправности становятся невозможны в пассивной фазе неисправности. Очень часто уже в сервисном центре все узлы автомобиля работают исключительно в штатных режимах и диагностика любым методом или оборудованием не покажет, каких либо отклонений. Но неисправность останется и может

снова проявиться при стечении различных внешних и внутренних факторов являющих ее причиной.

Методика дистанционной диагностики позволяет производить удаленный контроль безопасности эксплуатации транспортных средств, но и зафиксировать проявление активной фазы неисправности и получить важную информацию, при различных диагностических воздействиях и определить истинный источник неисправности.

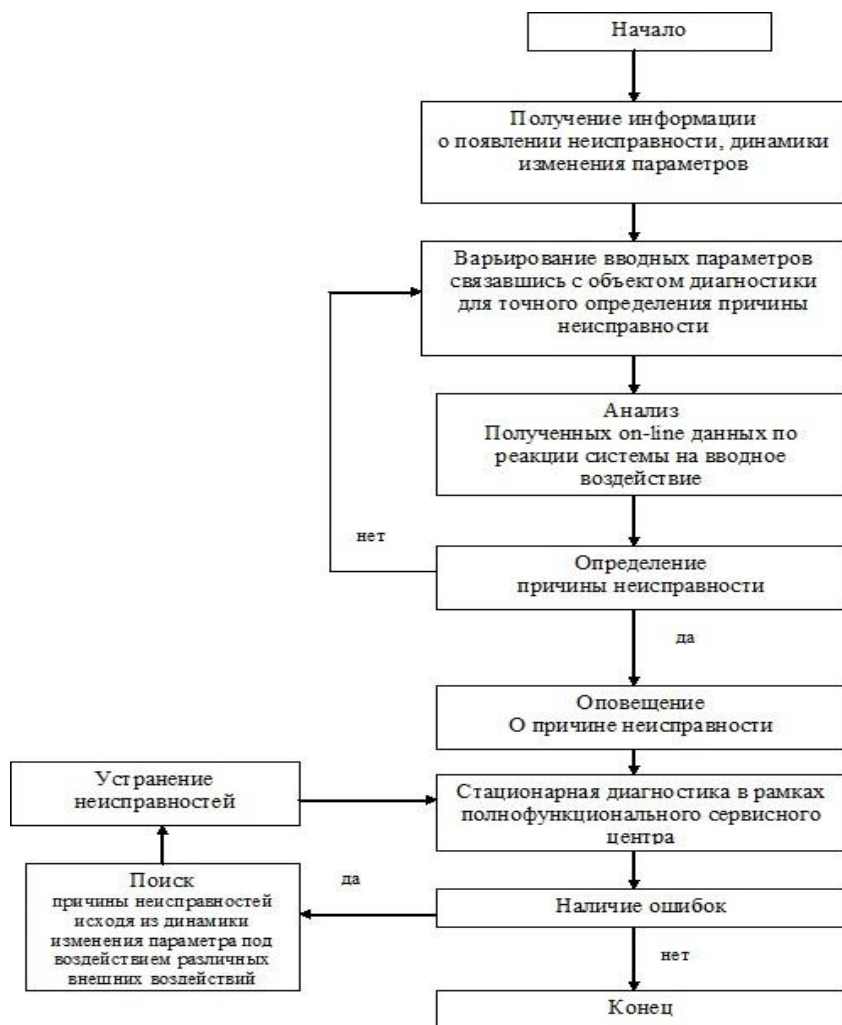


Рисунок 3 - Функциональная схема алгоритма удаленной диагностики

Одним из циклических процессов является сбор показаний датчиков, первичная диагностика, формирование пакета данных для передачи и пересылка информации. Этот процесс может настраиваться исходя из установленных приоритетов параметров собираемой информации. Это необходимо для того, чтобы пакет для передачи был оптимальным, нес в себе всю основную информацию и не содержал избыточной. Исходя из специфики применения, каждому из передаваемых параметров может быть назначен персональный приоритет, который повлияет на передачу параметра по беспроводному каналу. Со стороны центра обработки данных циклически активен процесс по приему, сохранению и анализу информации от объектов диагностики. База данных постоянно пополняется передаваемыми параметрами, на основании которых можно получать взаимосвязанные диаграммы и тенденции изменения параметров автомобиля. При появлении ошибки вся основная информация при необходимости будет предоставлена оператору для дальнейшей обработки [6].

Имея удаленный доступ к информации, предоставляемой центром обработки данных, инженер-диагност может:



- отслеживать показания датчиков автомобиля в реальном времени (on-line);
- получать с систем самодиагностики активные в текущий момент и записанные ранее коды неисправностей;
- проводить дистанционную диагностику на основании стандарта OBD-II (если это поддерживают системы автомобиля);
- получать данные с датчиков в диагностическом режиме, для анализа переходных процессов с частотой 50-500 Гц;
- получить информацию по типовым ситуациям, аналогичным ситуациям уже имевшим место записанным в интеллектуальной системе определения неисправности;
- ознакомиться с динамикой изменения параметров узлов и получить реакцию узлов системы при применении различных диагностических воздействий, сразу в активной фазе проявления перемежающейся неисправности.

Развитие алгоритмов диагностики, это не только инструмент контроля и диагностики состояния основных узлов автомобиля, но и важный элемент развития технологий и систем, которые получают свое применение в будущем.

Комплекс дистанционной диагностики и контроля состояния узлов автомобиля реализует методику дистанционной диагностики, которая заключается в сборе диагностических параметров на объекте контроля, первоначальной обработке и буферизации, передаче посредством современных беспроводных технологий в удаленный центр обработки данных (ЦОД) и дальнейшем анализе средствами интеллектуальной системы определения неисправности, графического анализа различными алгоритмами интерполяции.

Программно-аппаратный комплекс включает в себя:

- Аппаратный диагностический модуль представляет собой прибор, устанавливаемый на автомобиле и коммутируемый к мультиплексной шине передачи данных через диагностический разъем.
- Центр обработки данных - сервисный центр, который получает, хранит и обрабатывает данные с объектов контроля.
- Программное обеспечение для обработки данных с объектов контроля, их анализа и оценки безопасности эксплуатации транспортных средств на основе интеллектуальной системы определения неисправности (ИСОИ) [7].

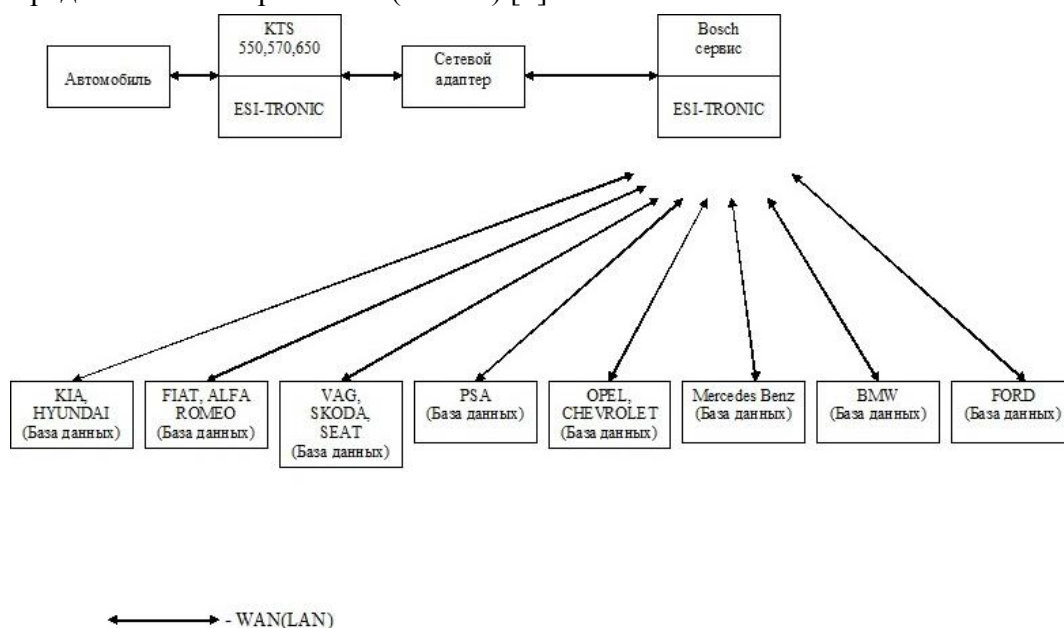


Рисунок 4 - Принципиальная схема организации дистанционной диагностики

Комплекс имеет модульную структуру позволяющую подключать высокоскоростные модули беспроводной передачи данных, основанные на современных технологиях EDGE, CDMA и др., позволяющие реализовать полностью дистанционный процесс диагностики состояния узлов автомобиля. На объекте контроля режимы работы комплекса можно наблюдать на светодиодах, отражающих состояние системы (мониторинг, диагностика, наличие неисправности). В комплексе контроль состояния узлов автомобиля осуществляется с помощью контроля основных параметров узла и анализа диагностических кодов, получаемых от систем самодиагностики.

Для решения задач управления комплексом и предоставления удобного интерфейса работы с полученными данными будет использоваться программное обеспечение ESI tronic.

Программное обеспечение комплекса дистанционной диагностики может функционировать под управлением операционных систем Win32 (Windows 2000, Windows XP и др.). Требования к аппаратной конфигурации компьютера определяются требованиями операционной системы.

Комплекс позволит осуществлять дистанционный контроль состояния узлов транспортных средств и диагностику неисправностей, контролировать соблюдение экологических норм и правил дорожного движения. Внедрение позволит проводить диагностику перемежающихся неисправностей, за счет применения предложенной методики дистанционной диагностики узлов автомобиля, а также значительно сократить сроки диагностики, за счет применения интеллектуальной системы определения неисправности и возможности контроля параметров в режиме реального времени. Внедрение комплекса сократит непредвиденные простои транспортных средств, за счет превентивного контроля тенденций изменения параметров узлов, и проведения своевременного ремонта или замены узлов и агрегатов. Комплекс реализует безопасный локальный и удаленный доступ к данным и отчетам с применением технологий Web Portal и VPN, с возможностью гибкого назначения персональных прав для каждого пользователя.

За счет применения разработанной методики и комплекса ее реализующего, можно добиться высокого показателя экономической эффективности, за счет сбора статистической информации в условиях реальной эксплуатации, диагностики возникающих неисправностей различных степеней сложности и внесении соответствующих изменений в конструкцию узлов автомобиля еще до запуска в серийное производство.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ж.Аш, П.Андре, Ж.Бюфрон Датчики измерительных систем: В2-х кн., 2 кн.: Пер.с франц. Под ред. А.С. Обухова - М.: Мир, 1992 - 424 с.
2. Гаранин М.В. Системы и сети передачи информации. - М.: Радио и связь, 2001-336 с.
3. <http://www.can-cia.org/> - Официальный сайт международной организации CAN In Automation
4. <http://www.obdii.com/> - Официальный сайт международной организации стандартизации OBD II.
5. Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи. - М.: Техносфера, 2006 - 288 с.
6. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. 2-ое издание. - СПб.: Питер, 2004 - 432 с.
7. ГОСТ 34.201-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.

### **Катунин Андрей Александрович**

ФГОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7 (915) 508 0508

E-mail: [aak808@yandex.ru](mailto:aak808@yandex.ru)

### **Серёгин Сергей Александрович**

ФГОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г. Орел

Аспирант кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7 (953) 620 6449

E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

УДК 629.331

Ю.Н. БАРАНОВ, С.В. БАРАНОВА

## **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ РОССИИ, НА ПРИМЕРЕ ООО «АВТОВАЗ»: ПОЛИТИКА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

*Статья посвящена вопросам реализации стратегии развития автомобилестроения в Российской Федерации. Представлен обзор, основных экономических параметров деятельности ОАО «АВТОВАЗ» и динамики изменения рынка легковых автомобилей в России.*

*Ключевые слова:* автомобильная промышленность, автомобиль, развитие, рынок, производство

Y.N. BARANOV, S.V. BARANOVA

## **THE MAIN TRENDS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY OF RUSSIA, ON THE EXAMPLE OF JSC «AVTOVAZ»: POLITICS AND THE EFFECTIVENESS**

*The article is devoted to the issues of realization of motor car construction strategy of development in the Russian Federation. The review of innovative development programs of OAO "AVTOVAZ" and basic economic parameters of activity and change dynamics of the cars market in Russia has been presented.*

*Keywords:* automotive, car, development, market, production

Автомобильная промышленность любой страны, является базовым сектором экономики. Именно в ней интегрируются достижения и продукция множества смежных отраслей.

В настоящее время, Российская автомобильная промышленность представлена предприятиями во всех сегментах автомобилестроения:

- производство легковых автомобилей,
- легких коммерческих автомобилей,
- грузовых автомобилей и автобусов,
- прицепного состава,
- специальной и военной автомобильной техники, автомобильных компонентов (двигателей, трансмиссий, ходовых частей, автотракторного электрооборудования и автомобильной электроники и др.),
- автомобильных материалов,
- научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями.

Следует отметить, что по состоянию на 1 января 2010г. в отрасли автомобильной промышленности действовало около 400 предприятий и организаций.

В целом, автомобильная промышленность Российской Федерации создает около 1% Внутреннего Валового Продукта, обеспечивая около 400 тыс. рабочих мест непосредственно в компаниях-производителях автомобилей и комплектующих. Около 1 000 000 рабочих мест опосредованы в зависимых и дилерских компаниях.

С большей долей объективности можно утверждать, что благодаря мультипликативному эффекту автомобилестроение России обеспечивает в смежных отраслях дополнительную занятость в экономике страны около 4,5 млн. человек.

Лидирующее место в автомобильной промышленности России занимает Открытое Акционерное Общество «АВТОВАЗ» - Тольяттинский автомобильный завод.

Волжский автомобильный завод являлся градообразующим и создавался как предприятие с высокой степенью концентрации производства различных отраслей – металлургическое, механосборочное, пресловое, сборочно-кузовное, пластмассовых изделий. В производстве технологического оборудования разрабатывались и изготавливались оригинальные ориентированные, ориентированные на технологические процессы станки, роботы и целые автоматические линии.

В настоящее время, Открытое Акционерное Общество «АВТОВАЗ» представляет собой многоуровневую холдинговую структуру.

На правах собственности ОАО «АВТОВАЗ» владеет акциями/долями в уставном капитале 90 обществ.

В структуру Группы ОАО «АВТОВАЗ» входят 2 субхолдинга:

- группа Лада – Сервис – общество сервисно-сбытовой сети, находящееся на территории Российской Федерации;

- группа LADA INTERNATIONAL LIMITED – общества сервисно сбытовой сети.

Основными абсолютными показателями деятельности организации являются:

- трудовой коллектив – более 70 тысяч человек;
- производственные и складские площади – более 4 млн. кв. метров;
- конвейерных линий – 300 единиц;
- предприятий поставщиков – более 800 единиц;
- диллерских компаний – 300 единиц;
- равноправный партнер альянса – RENAULT – NISSAN.

Основная производственная площадка ОАО «АВТОВАЗ» включает:

- металлургическое производство;
- пресловое производство;
- механосборочное производство;
- сборочно-кузовное производство;
- производство пластмассовых изделий;
- производство ремонта и обслуживания автомобилей;
- энергетическое производство и тд.

ОАО «АВТОВАЗ» является лидером Российского рынка легковых автомобилей производя модели сегментов В, С, MPV В, CDV, SUV – В, SUV – С. Доля предприятия на внутреннем рынке новых легковых автомобилей составляет около 25 процентов.

Несмотря на посткризисные колебания финансового рынка, исключительную чувствительность к негативным последствиям кризисных явлений, крупнейший завод ОАО «АВТОВАЗ», производящий современные и доступные автомобили, остался прежде всего ведущим разработчиком и производителем высокотехнологичной российской продукции и сумел не только сохранить но и увеличить объемы производства автомобилей в 2009г.-2010г.

Стабильное развитие организации в период 2009-2011 годов позволило увеличить объемы производства автомобилей на 90,57%, реализацию автомобилей на 77,68%, в том числе на внутреннем рынке на 78,58 %, а на экспортных рынках на 69,28 %. При этом, выпуск автомобиля семейства Lada Granta в 2011 году составил 2077 единиц.

Резкий рост наблюдается при производстве автомобилей семейства Lada Kalina – на 106626 единиц или в 3,5 раза, объем производства автомобилей LADA Prіora возрос на 66,64 процента.

Увеличение объемов производства и реализации отечественных автомобилей ОАО «АВТОВАЗ» сопровождается изменением структурной составляющей покупателей, при этом лидирующие позиции занимает Российской рынок.

Известно, что на автомобильном рынке, России приходится конкурировать с большим количеством «автомобильных гигантов», при этом многие аналитики сходятся во мнении, что сравнение с ведущими странами с развитой автомобильной отраслью свидетельствует о том, что Россия отстает по таким показателям, как производительность труда, уровень инвестиций, структуре торгового оборота.

Таблица 1 - Основные показатели производства и реализации автомобилей ОАО «АВТОВАЗ» за 2009-2011 годы

Показатели	Ед. измер.	2009 год	2010 год	2011 год	Темп роста, %
Реализация автомобилей, всего	шт.	345079	549650	613151	177,68
Реализация автомобилей на Российском рынке	шт.	311985	505811	557131	178,58
Реализация автомобилей на экспортных рынках	шт.	33094	43839	56020	169,28
Произведено автомобилей на ОАО «АВТОВАЗ»	шт.	294737	545450	561669	190,57
Произведено автомобилей семейства LADA Kalina	шт.	42359	112811	148985	351,72
Произведено автомобилей семейства LADA Priora	шт.	91081	123876	151781	166,64

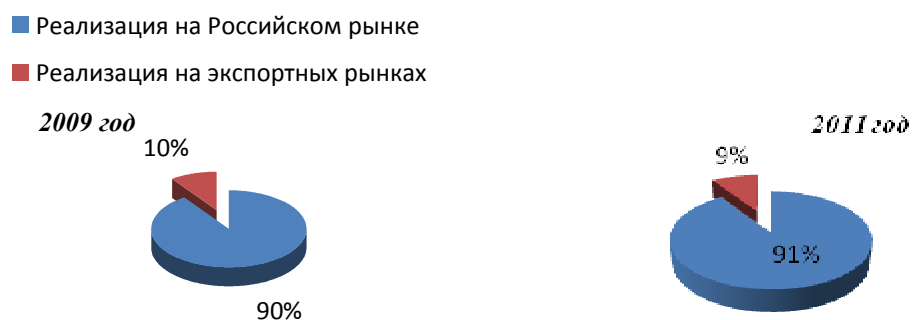


Рисунок 1 - Структура реализации автомобилей ОАО «АВТОВАЗ» на Российском и экспортном рынках

Данная позиция сейчас нестабильна и в связи со вступлением России в ВТО. В частности Заместитель Министра Промышленности и торговли РФ Алексей Рахманов, считает, что маркетинговая наука прямо говорит о ценовой дискриминации, которая возникает в определенных случаях установления тех или иных цен, в зависимости от конъюнктуры, от той же привычки и от того преобладающего уровня цен, которые платятся в стране. Поэтому невозможно на сегодняшний день сказать уверенно, что будет происходить с ценами на автомобили, предпочтениями Россиян после вступления в ВТО, поскольку это будет зависеть от очень большого числа факторов.

Тем не менее, в настоящее время, достаточно актуален вопрос дальнейшего развития Российского автомобилестроения. Поскольку в России производится достаточно большое количество автомобилей и в Россию импортируется такое большое количество автомобилей, что выбор у граждан очень большой и широкий, то есть на сегодняшний день наши граждане выбирают из почти 500 различных моделей машин, подчеркнул А. Рахманов. Таким образом, возможность конкурировать на авторынке при данных условиях, зависит исключительно от наличия определенного ресурсного потенциала, включая как материальные, трудовые и финансовые ресурсы, так и инновационные и инвестиционные аспекты.

Рассмотрим основные экономические параметры развития ОАО «АВТОВАЗ», как оценку его ресурсного потенциала и, как неотъемлемую составляющую экономики страны.

По состоянию на 27 февраля 2012 года Уставный капитал Общества составляет 11 421 137 155 рублей. При этом Государственная корпорация «Ростехнологии» владеет 28,98 % акций, «Рено с.а.с», АО упрощенного типа – 25% акций и «Тройка Диалог Инвестментс Лимитед» - 20,14 процентов.

Анализ и оценка имущественного положения ОАО «АВТОВАЗ» – как важнейшей характеристики экономической деятельности свидетельствует о наличии стабильной тенденции роста стоимости имущества по всем категориям. Именно оно формируется в процессе финансово-хозяйственной деятельности организации и определяется взаимоотношениями с поставщиками, покупателями, налоговыми и государственными органами, банками, персоналом.

Поскольку организация занимается производственной деятельностью, достаточно объективно, что внеоборотные активы преобладают в общей стоимости.



*Рисунок 2 – Динамика стоимости имущества ОАО «АВТОВАЗ» в разрезе его структурных составляющих*

В рыночных условиях залогом выживаемости и основой стабильного положения организации служит его финансовая устойчивость. Она рассматривается, как способность субъекта хозяйствования функционировать и развиваться, сохранять равновесие своих активов и пассивов в изменяющейся внутренней и внешней среде, гарантирующее его постоянную платежеспособность и инвестиционную привлекательность в границах допустимого уровня риск.

Соотношение структурных составляющих формирования имущества ОАО «АВТОВАЗ» демонстрирует абсолютную зависимость организации от внешних источников финансирования, при этом отдельные показатели имеют критичные значения.

*Таблица 2 – Отдельные показатели финансовой устойчивости ОАО «АВТОВАЗ»*

Показатели	2009 год	2010 год	2011 год	Темп роста, %
Коэффициент финансовой независимости (автономии)	7,85	9,34	24,38	310,55
Коэффициент финансового левериджа	11,74	9,71	3,10	26,42
Коэффициент инвестирования	0,11	0,15	0,37	334,72
Собственные оборотные средства в совокупных активах	-0,40	-0,14	0,11	-

Рассматривая значения показателей финансовой устойчивости следует отметить, что позитивна лишь тенденция роста отдельных из них. На фоне не соответствия расчетных значений рекомендуемому уровню (около 50%) - коэффициент финансовой независимости в 2011г. более чем в 3 раза превысил уровень 2009 года. Однако его значение демонстрирует абсолютную финансовую зависимость организации от третьих лиц, поскольку для формирования своих активов она использует около 85% заёмных и привлеченных ресурсов.

Установлено, что в 2009 году на каждый рубль собственного капитала ОАО «АВТОВАЗ» привлекало 11 рублей 74 копейки заемных средств, к 2011 году этот показатель снизился до 3 рублей 10 копеек.

Позитивная тенденция изменения исследуемых показателей в большей степени обусловлена не снижением использования заёмного капитала организации в 2011 году, а дополнительным привлечением средств посредством размещения акций компании на общую сумму 17 471 млн. рублей.

Изучая динамику использования заёмных средств, следует отметить резкое снижение стоимости краткосрочных кредитов – от 63618 млн. рублей в 2009 году до 4448 млн. рублей в 2011 году. При этом, данное снижение происходит на фоне стабильного роста кредиторской задолженности, составляющего ежегодно в среднем на 17 % и при ежегодном увеличении объёмов долгосрочных кредитов на 203 процента.

Данные публичной финансовой отчётности свидетельствуют о наличии в организации беспроцентных долгосрочных займов которые по состоянию на 31.12.2012 г. составили 54814 млн. рублей.

Краткосрочные кредиты организации предоставляются на льготных условиях, процентная ставка колеблется от 2,6 до 6,5 процента, что не может не оказать позитивного влияния на развитие ресурсного потенциала организации.

Однако, нестабильность структурных составляющих источников финансирования имущества организации требует детального изучения оптимальности структуры бухгалтерского баланса ОАО «АВТОВАЗ» в целом, как гаранта наличия платежеспособности и инвестиционной привлекательности компании.

Рассматривая ликвидность бухгалтерского баланса ОАО «АВТОВАЗ» как степень покрытия обязательств организации её активами, срок превращения которых в деньги соответствует сроку погашения обязательств, следует отметить, что организация в 2011 году осуществляла достаточно рисковую финансовую политику, используя на формирование долгосрочных вложений часть обязательств.

Данное утверждение исходит из того, что стоимость собственного капитала (32385 млн. рублей), с учётом дополнительного размещения акций на 55571 млн. рублей ниже стоимости внеоборотных активов.

В целом структуру бухгалтерского баланса ОАО «АВТОВАЗ» нельзя признать оптимальной, поскольку в организации отсутствует возможность своевременного погашения наиболее срочных обязательств (23559 млн. рублей) за счёт наиболее ликвидных активов (11911 млн. рублей), при этом данный вид обязательств на 98 % превышает активы. Расчёты свидетельствуют и об отсутствии возможности своевременного погашения долгосрочных обязательств (70 006 млн. рублей) за счёт медленно реализуемых активов (20511 млн. рублей).

Таким образом, на фоне абсолютной финансовой зависимости ОАО «АВТОВАЗ» от третьих лиц, наблюдается отсутствие возможности своевременного погашения обязательств организации за счет её ликвидных активов. Данная позиция негативным образом сказывается на инвестиционной привлекательности организации и её кредитоспособности.

Изучение результативности деятельности организации следует завершить оценкой значений текущих финансовых показателей.

Стабильный рост абсолютных показателей финансовой отчетности организации сопровождается незначительным снижением эффективности деятельности, выражающимся в изменении рентабельности производства. Н высокий уровень расчетного значения данного показателя демонстрируют некоторые отрицательные изменения.

Таблица 3 – Финансовые показатели деятельности ОАО «АВТОВАЗ»

Показатели	Ед. измер.	2010 год	2011 год	Темп роста, %
Выручка	млн.руб.	137027	174846	127,60
Себестоимость продаж	млн.руб.	121993	154654	126,77
Прибыль от продаж	млн.руб.	4599	4659	101,30
Чистая прибыль	млн.руб.	2472	3106	125,65
Рентабельность деятельности	%	2,03	2,01	99,01

Данная позиция может быть обусловлена изменением основных тенденций в сфере деятельности компании.

На протяжении всего рассматриваемого периода наблюдались положительные тенденции развития российского автомобильного рынка, однако с каждым месяцем темпы роста продаж замедляются.

Основными факторами снижения темпов роста рынка являются закрытие программ утилизации и льготного автокредитования в конце 2011 года. Кроме того, неустойчивое восстановление глобальной экономики является сдерживающим фактором для более динамичного развития российского авторынka. Наряду с этим, ужесточаются условия кредитования, что в первую очередь отражается на продажах бюджетных автомобилей.

Таблица 4 - Розничные продажи новых легковых автомобилей в 2008-2012 годах, (тыс.шт.)

Показатели	2008 год	2010 год	2012 год	Темп роста, %
Автомобили Российских марок, всего	695	555	577	83,02
1.1 Автомобили семейства LADA	640	523	538	84,06
1.2 Другие Российские бренды	55	32	39	70,91
Автомобили иностранных государств	2065	1234	2197	106,39
Всего розничные продажи	2760	1789	2774	100,51

Определённый рост розничных продаж новых легковых автомобилей, свидетельствует о том, что в 2012 году был превышен порог докризисного периода. Однако, в течение последних 5 лет наблюдается резкое снижение продаж автомобилей Российских марок (около 16,98%), автомобилей семейства LADA на 15,94%.

При этом, в денежном выражении российский рынок легковых автомобилей в 2012 году вырос на 25,6% по сравнению с 2011 годом и составил порядка 2 164,526 млрд руб. против 1 722,963 млрд руб. годом ранее.

Денежный объем рынка автомобилей LADA по итогам 2012 года составил более 170,705 млрд руб., что на 2,1% выше аналогичного показателя 2011 года. Объем продаж в денежном выражении автомобилей других российских брендов вырос на 12,9% до 18,787 млрд руб.

Анализируя структуру рынка, следует отметить, что первые три места в рейтинге наиболее продаваемых моделей заняли автомобили семейства LADA: лидером продаж стала «LADA Priora» (доля 4,5%), на 2-е место поднялась «LADA Granta» (4,4%), на 3-м месте – «LADA Kalina» (4,3%). Далее идет самая продаваемая иномарка по итогам 2012 года – «Hyundai Solaris» (4,0%). На 5-м месте разместился «Ford Focus» (3,3%).

Результатом государственной политики по привлечению иностранных инвестиций в автомобильную промышленность России, стала принятая Правительственной комиссией по повышению устойчивости развития российской экономики 10 ноября 2009г. «**Программа развития автомобильной промышленности России на период до 2020 года**».

Основными законодательными документами, использовавшимися при разработке программы стали:



- Решение Правительственной комиссии по повышению устойчивости развития российской экономики (протокол заседания от 10 ноября 2009 г. № 23, пункт 2);
- Основные направления антикризисных действий Правительства Российской Федерации на 2010 год, одобренных на заседании Правительства Российской Федерации (протокол от 30 декабря 2009 г. № 42, пункт 2.3.3. «Развитие ключевых высокотехнологичных и инфраструктурных отраслей экономики»);
- Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р);
- Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года № 1734-р);
- законодательные и иные нормативно правовые акты в области обороны и национальной безопасности Российской Федерации и др.

Программа развития автомобильной промышленности России на период до 2020 года, включает:

- определение целевых сценариев развития для четырех ключевых сегментов российского автомобилестроения – легковых автомобилей, легких коммерческих автомобилей, грузовых автомобилей и автобусов, для сегмента производителей автокомпонентов;
- развитие национальной базы НИОКР и автомобильных кластеров;
- комплекс государственных мер поддержки отечественной автомобильной отрасли с планом мероприятий по их реализации на среднесрочную перспективу;
- оценку потребности в инвестициях для реализации выбранных целевых сценариев развития и источников их финансирования и т.д.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бережной В. И. Инвестиции на автомобильном транспорте : учеб. пособие [Текст] / В. И. Бережной, Е. В. Бережная, О. А. Алексеева. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 288 с.;
2. Сухарев О.С. Инновации в экономике и промышленности [Текст] / О.С. Сухарев. С.О.Сухарев. – М.: Изд-во: Высшая школа, 2010. – 310 с.;
3. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года: [утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.11. 2008 г. № 1734-р) // Справочно-правовая система «Консультант +»;
4. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: [утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.11.2008 г. № 1662-р) // Справочно-правовая система «Консультант +»;
5. <http://www.mintrans.ru/documents>;
6. <http://www.lada-auto.ru>;
7. <http://auto.mail.ru>;
8. <http://www.bankpress.ru>.

### **Баранов Юрий Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г.Орёл  
Доктор технических наук, профессор кафедры «Сервис и ремонт машин»  
Тел. +79208019718  
E-mail [bar20062@yandex.ru](mailto:bar20062@yandex.ru)

### **Баранова Светлана Викторовна**

ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ», филиал в г. Орёл  
Кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и финансы»  
E-mail [bar20062@yandex.ru](mailto:bar20062@yandex.ru)

## ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО СЕРВИСА

*Выявление производственной опасности, скрытой в оборудовании, комплексная оценка и разработка рекомендаций по приведению оборудования в соответствие современным нормативным требованиям охраны труда должны стать важной частью в повышении уровня безопасности труда и снижении производственного травматизма.*

**Ключевые слова:** безопасность, труд, оборудование, автосервис

Y.N. BARANOV, A.A. KATUNIN, P.A. PANTYSHIN

## ASSESSMENT OF THE TECHNICAL LEVEL OF SECURITY INDUSTRIAL EQUIPMENT TRANSPORT SERVICE

*Identification of production dangers hidden in the equipment, integrated assessment and development of recommendations for bringing its equipment into compliance with current regulatory requirements of labour protection should become an important part in raising the level of safety of work and decrease of industrial injuries.*

**Keywords:** security, labor, equipment, car service

В комплексе мер по созданию здоровых и безопасных условий труда работников автомобильного сервиса немаловажное значение необходимо уделять обеспечению организаций качественной, высокопроизводительной техникой для механизации и автоматизации технологических, погрузочно-разгрузочных и складских операций [1].

Одним из важнейших показателей, характеризующих технический уровень безопасности оборудования, является степень его соответствия требованиям стандартов ССБТ и другим нормативным правовым актам по охране труда. Однако при разработке конструкций оборудования основное внимание, как правило, уделяется характеристикам, определяющим их производительность, а вопросы безопасности труда не учитываются в полной мере. В результате работники, обслуживающие машины, агрегаты и оборудование, оказываются поставленными в опасные или вредные условия труда, что, в свою очередь, может привести к несчастным случаям или профессиональным заболеваниям.

Анализ причин производственного травматизма при ремонте и обслуживании автомобильного транспорта, выполненный за длительный период, показывает, что ежегодно 33-47 % несчастных случаев происходят в результате действия опасных производственных факторов, которые возникают при обслуживании производственного оборудования и ведении отдельных технологических и трудовых процессов. Причины, обуславливающие наличие опасных производственных факторов, различны. Это и несовершенство конструкций оборудования, и применение некачественных материалов для изготовления деталей и узлов оборудования, и отсутствие приспособлений и инструмента, а также несоответствие технологии нормативным требованиям охраны труда[2,3].

На уровень безопасности производственного оборудования влияют переделки, допущенные в результате модернизации, механизации, автоматизации, а также внедрение отдельных рационализаторских предложений и других изменений, которые не соответствуют требованиям нормативных правовых актов по охране труда.

Выявление производственной опасности, скрытой в оборудовании, комплексная оценка и разработка рекомендаций по приведению оборудования в соответствие современным нормативным требованиям охраны труда должны стать важной частью в повышении уровня

безопасности труда и снижении производственного травматизма. Для решения этих вопросов были проведены работы по оценке технического уровня безопасности машин и оборудования в организациях занимающихся сервисом и ремонтом транспортных средств.

Предложена методика оценки соответствия оборудования требованиям безопасности труда, дает возможность выявлять признаки, по которым оборудование не отвечает нормативным требованиям охраны труда. Согласно методике обследование оборудования проводится по перечню требований безопасности, распространяющемуся на технологическое оборудование отрасли. Перечень требований безопасности составлен на основе анализа нормативных правовых актов по охране труда и обеспечивает объективность и единообразие при обследовании оборудования. Перечень содержит свыше 100 пунктов и разделен в соответствии с ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» на пять групп:

- 1) соответствие оборудования в целом общим требованиям безопасности;
- 2) соответствие основных элементов конструкции требованиям безопасности труда;
- 3) выполнение требований электробезопасности;
- 4) обеспечение требований безопасности к органам управления;
- 5) обеспечение требований безопасности к средствам защиты, входящим в конструкцию оборудования.

Для фиксации результатов проверки соответствия технологического оборудования нормативным требованиям охраны труда и оценки уровня безопасности оборудования разработана соответствующая форма карты безопасности, которая дополнена приложением. Карта позволяет фиксировать выполнение или невыполнение требований безопасности по разделам.

В карте безопасности записывается наименование и марка обследуемого оборудования. Фактические значения выполнения требований безопасности заносятся в карту после обследования оборудования и инструментальных замеров условий труда. Знаком «+» обозначается соответствие, а знаком «—» - несоответствие оборудования данному требованию. Требования безопасности, выполнение которых для данного оборудования не требуется, обозначаются знаком «0».

В приложении к карте поясняется по каким признакам оборудование не отвечает требованиям безопасности.

Для оценки уровня безопасности оборудования подсчитывается количество выполненных ( $T_{\delta}$ ) требований безопасности по разделам и в целом по оборудованию. Так же находится общее количество ( $T_{об}$ ) требований по разделам и всего по оборудованию. По этим данным рассчитывается коэффициент безопасности ( $K_{\delta}$ ) оборудования по формуле (1) и записывается в соответствующей графе карты.

$$K_{\delta} = \frac{T_{\delta}}{T_{об}} \quad (1)$$

При определении коэффициента опасности ( $K_o$ ) исходили из следующего: если оборудование полностью отвечает всем требованиям стандартов ССБТ, показатель принимается за 1; несоответствие оборудования отдельным показателям определяется коэффициентом безопасности ( $K_{\delta}$ ). Следовательно, коэффициент опасности равен:

$$K_o = 1 - K_{\delta} \quad (2)$$

Расчет коэффициентов безопасности (опасности) дает возможность осуществлять четкий и всесторонний контроль работы по охране труда в организациях.

Результаты проведенной оценки оборудования свидетельствуют о том, что практически каждая из исследуемых единиц оборудования отечественного производства не

отвечает требованиям безопасной эксплуатации. Недоработки, допущенные при проектировании и изготовлении оборудования для автосервиса, выявленные при оценке оборудования, приводят к травмоопасным ситуациям на производстве.

Результаты оценки технического уровня безопасности производственного оборудования могут быть использованы для решения вопросов:

- аттестации серийного оборудования с целью выбора более безопасных видов для эксплуатации;
- обоснования очередности снятия с производства устаревшего оборудования и планирования профилактической работы;
- выбора наиболее безопасных технических решений отдельных элементов, узлов, механизмов и машин в целом при создании нового оборудования;
- проверки соответствия выпускаемого и создаваемого оборудования уровню безопасной техники.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюриков Б.М. Условия труда и травматизм работников винодельческой, алкогольной и безалкогольной промышленности. Мероприятия по предупреждению несчастных случаев и профессиональных заболеваний [Текст] / Тюриков Б.М., Лапин А.П., Кондакова Е.Ю., Студенникова Н.С. // Виноградарство и виноделие, 2006, № 3, С.9-11.

2. Баранов Ю.Н. Исследование системы «Ч-М» при формировании производственных опасностей [Текст] / Баранов Ю.Н., Шкрабак Р.В., Брагинец Ю.Н., Пантюхин П.А.// Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, 2012, № 26, С.24-26.

3. Баранов Ю.Н. Оценка методов производственной опасности [Текст] / Баранов Ю.Н., Пантюхин П. А., Пантюхин А. И. /Сборник Материалов Всероссийской научно-практической конференции «Охрана труда 2011. Актуальные проблемы и пути их решения» Орел Изд-во ООО ПФ «Картуш», 2011, С. 106-111.

### **Баранов Юрий Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г.Орёл

Доктор технических наук, профессор кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел. +79208019718

E-mail [bar20062@yandex.ru](mailto:bar20062@yandex.ru)

### **Катунин Андрей Александрович**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орёл

Кандидат технических наук, доцент кафедры « Сервис и ремонт машин»

Тел. +7(915) 508 0508

E-mail: [katunin57@gmail.com](mailto:katunin57@gmail.com)

### **Пантюхин Павел Александрович**

ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет» , г.Орёл

Аспирант

УДК 628.543

Т.В.БРОВМАН, П.В.ПАНКОВ

## ОЧИСТКА ВОДЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ АВТОСЕРВИСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Исследован способ очистки воды от нерастворимых легких примесей. Способ является эффективным при значительных количествах примесей, т.е. для сильно загрязненной воды. Он может быть использован для очистки технологических жидкостей автосервисных предприятий*

**Ключевые слова:** технологические жидкости; нерастворимые примеси; стадии очистки, отстой жидкости

T.V.BROVMAN, P.V.PANKOV

## WATER TREATMENT OF TECHNOLOGY SYSTEM IN CAR SERVICE STATION

*Method of cleaning water from not soluble light admixtures is investigated. Method is effective if liquid contains much quantity of admixture namely for very polluted water. It may be used for cleaning technological liquids of auto-service enterprises.*

**Keywords:** Technological liquids, Not soluble admixtures, Stages of cleaning, Settle of Liquid

Автосервисные предприятия, используя обратную систему технического водоснабжения, нуждаются в высокоэффективных способах очистки использованных вод. Расход сточных вод, загрязненных нефтепродуктами составляет 5...15 м<sup>3</sup>/ч. Отстойники позволяют разделить на фракции, содержащиеся в воде примеси. В тверском государственном техническом университете разработан способ очистки воды технологических систем автосервиса, см. рис.1.

Технологическая жидкость объемом воды 2 высотой  $H_0$  и слоем примеси 3 на поверхности толщиной  $\delta_0$  поступает в резервуар-отстойник 1. Насос 5 через трубу 4 перекачивает жидкость в бак 6, установленный на трубе 7. Подвижность конструкции по вертикали обеспечивает штанга 8 с кареткой 9 на колонне 10., Вращение винтов 11 приводом 12 перемещает каретку. Труба 7 снабжена датчиком 13 для определения материала, находящегося в трубе и уплотняющей резиновой пластиной 14.

Погружая трубу 7 в резервуар 2 на глубину, не меньшую 5 диаметров трубы (см. рис. 2а) и прижимая к уплотнению 14, включают насос 5, перекачивают загрязненную жидкость в бак 6. После заполнения бака 6 насос 5 выключают, и следует период отстоя (рис.2,б). Примесь, имеющая плотность меньшую плотности воды, всплывает, ее уровень в баке 6 становится выше уровня жидкости 2 в резервуаре 1. Затем трубу 7 с баком 6 поднимают, вода вытекает из нижнего отверстия трубы 7. Более легкая примесь остается в трубе 7, где ее толщина составляет  $\delta'$  (теперь  $\delta' > \delta_0$ ).

Если площадь резервуара составляет  $S_0$ , а трубы 7-  $S_1$ , то до начала очистки в резервуаре находился объем примеси  $\delta_0 S_0$ , а в трубе  $\delta_0 S_1$ .

Если за один цикл в трубу перекачивают объем жидкости  $\Delta V$ , содержащий объем примеси  $\frac{\delta_0}{H_0} \Delta V$ , то на этот объем уменьшится количество примеси в объеме 2, где толщина слоя составит теперь  $\delta_1 = \delta_0 - \frac{\delta_0 \Delta V}{H_0 S_0} = \delta_0 (1 - \beta)$ ; здесь  $\beta = \frac{\Delta V}{V}$  - относительный объем жидкости, забираемый за один цикл.

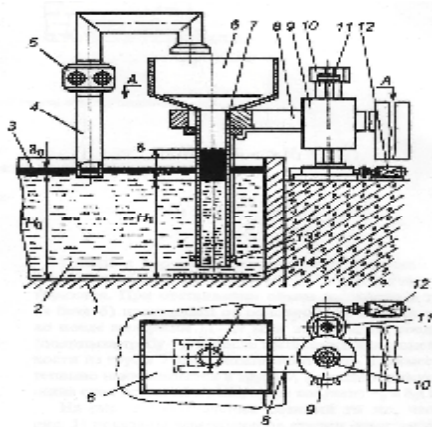


Рисунок 1 – Установки очистки воды

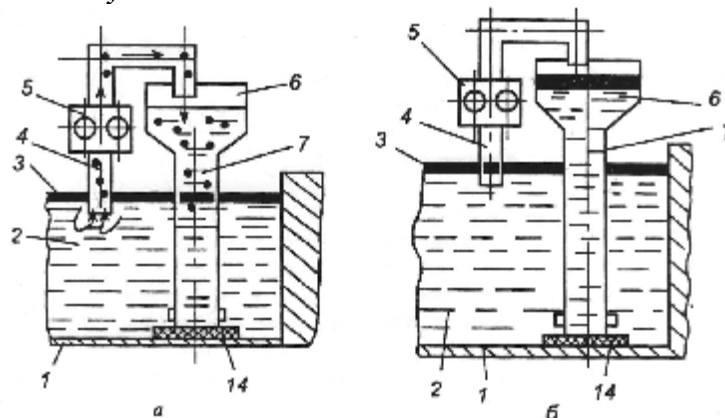


Рисунок 2 – Схема установки очистки воды: а- настройка б – период отстоя и разделения смеси на фракции

В трубе 7 количество примеси возрастает и толщина ее слоя составит  $\delta'_1 = \delta_0 \left(1 + \beta \frac{s_0}{s_1}\right)$ . Если плотность воды  $\rho_0$ , а примеси  $\rho_1$ , то условие равновесия жидкости после завершения цикла размер  $H_1$ :

$$\rho_0 H_0 + \rho_1 \delta_1 = \rho_0 H_1 + \rho_1 \delta'_1; H_1 = H_0 - \frac{\rho_1}{\rho_0} \beta \left(1 + \frac{s_0}{s_1}\right).$$

Завершающая стадия очистки - отстаивание и накопление изолированной от основного объема жидкости в трубе 7 (и баке 6) слоя примеси толщиной  $\delta_n = \delta_0 (1 - \beta)^n$  и выпускание излишней жидкости из трубы 7 (рис.3,а).

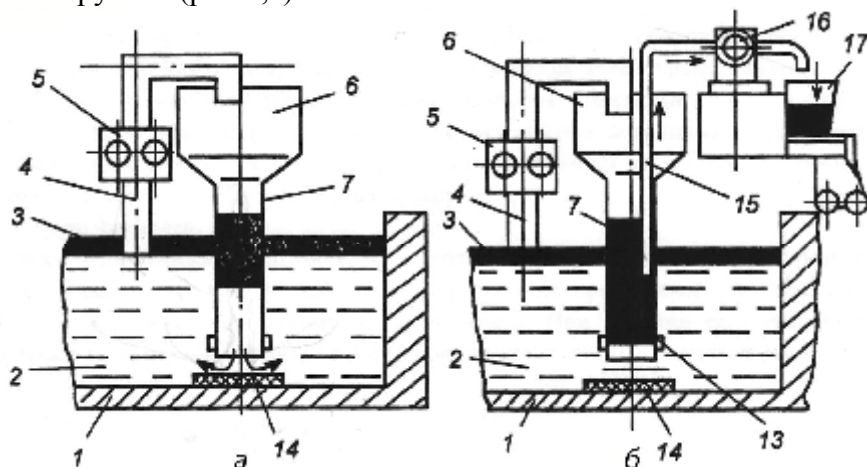


Рисунок 3 – Завершающая стадия очистки воды: а – перекачивание жидкости в бак для отстоя и выпуска излишней воды; б – перекачивание загрязняющей жидкости в утилизационный бак

Если датчик 13 сигнализирует, что нижний уровень примеси близок к концу трубы 7 (не ближе, чем на расстоянии двух диаметров трубы), вводят трубу 15 (рис.3,б) и насосом 16 перекачивают примесь в бак 17.

Опыты с объемами воды  $8 \text{ м}^3$  массой  $\rho_0 V = 1000 \cdot 8 = 8 \cdot 10^3 \text{ кг}$  при  $\Delta V = 1 \text{ м}^3$ ,  $\beta = 0,125$ , содержащими начальные слои масел, нефти толщиной  $\delta_0 = 0,04 \text{ м}$  и массой (при  $\rho_1 = 700 \text{ кг/м}^3$ )  $0,04 \times 2 \times 2 \cdot 700 = 112 \text{ кг}$ , показали уменьшение за первый цикл толщины слоя примеси до  $\delta_1 = \delta_0(1 - \beta) = (1 - 0,125) \cdot 0,04 = 0,035 \text{ м}$ . За один цикл в трубу 7 удаляется 14 кг смеси, за восемь циклов 72,8 кг (т.е. 65% примеси), после 16 циклов удаляется 98 кг примеси, т.е. 88% ее начальной массы.

Нехватка качественной воды становится главной социально-экономической проблемой. Технологии водной очистки часто усложняются, предлагаемый нехимический способ не связан с центробежной, кристаллогидратной, биологической очисткой или применением фильтров, но его можно применять в сочетании с другими способами, например для черновой очистки воды с последующей фильтрацией, в т.ч. с нанотехнологией.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т.2.-Калуга: Издательство Н.Бочкаревой, 2003.-834 с.
- 2.Бровман М.Я. Новый способ очистки сточных вод прокатных станов. Известия ВУЗов. Черная металлургия. 1999.№5.С.65-67.

**Бровман Татьяна Васильевна**

Тверской государственный технический университет, г. Тверь  
Кандидат технических наук, доцент кафедры ремонта машин.  
Тел. 8-905-164-44-79  
E-mail: [brovman@mail.ru](mailto:brovman@mail.ru)

**Панков Павел Валерьевич**

Тверской государственный технический университет, г. Тверь  
Аспирант кафедры ремонта машин

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АДАПТИВНЫХ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ В АГРЕГАТАХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Представлена расширенная классификация опор роторов с различными способами управления режимами работы. Приведено описание принципов функционирования комбинированных подшипниковых узлов, совмещающих подшипники качения и скольжения, а также механизмов автоматического переключения режимов работы на основании структурной адаптации.*

**Ключевые слова:** адаптивные опор; саморегулирование; надежность; роторные машины; подшипники качения; подшипники скольжения.

D.O. BAZLOV, R.N. POLYAKOV

## PROSPECTS OF ADAPTIVE BEARING UNITS IN AGGREGATES OF VEHICLES

*Introduce a extended classification of bearings with different methods to control operating modes. The paper describes the principles of operation of the combined bearing unit combining rolling and sliding bearings, as well as mechanisms to automatically switch modes on the basis of structural adaptation.*

**Keywords:** adaptive bearings, self-regulation, reliability, rotor machines, rolling bearings, sliding bearings.

Большинство агрегаты транспортных средств имеют в своем составе подшипниковые узлы, обеспечивающие постоянство положения ротора относительно корпуса, передачу радиальных и осевых сил, демпфирование колебаний, а также минимальный уровень энергетических потерь на трение. Работоспособность агрегатов подобного типа во многом зависит от способности опор роторов выполнять свои функции на переходных и нерасчетных режимах, включая этапы пуска и останова, переход через резонансные частоты, зоны нелинейных колебаний.

Традиционные виды опорных узлов не всегда могут в полной мере обеспечить комплекс требований к подшипникам высокоскоростных роторов. В частности, подшипники качения (ПК) стандартного и специального исполнения имеют ограничения по предельной быстроходности ( $D_0 \times n \leq 2 \cdot 10^6$  мм·об/мин) и низкую демпфирующую способность, что затрудняет их применение в условиях высоких частот вращения ( $n \geq 0,5 \dots 1$  кГц). Подшипники скольжения (ПС), имея практически неограниченный ресурс, быстроходность и высокие динамические качества, не обеспечивают высоких КПД и безызносности рабочих поверхностей на переходных режимах.

В настоящее время в отдельную группу выделяют еще один вид опорных узлов роторов – комбинированные опоры (КО). Такие опоры представляют собой конструктивное объединение подшипника качения и подшипника скольжения в едином узле. В подобных опорах пуск и останов роторной машины осуществляется на подшипниках качения, что обеспечивает минимальный момент трения и отсутствие износа, а при достижении определенной скорости вращения или давлении питания смазочного материала ротор переходит в режим работы подшипника скольжения. Это позволяет добиться синергетического эффекта – обеспечить практически неограниченный ресурс и предельную быстроходность.

Комбинированная опора является, по сути, узлом в котором совмещены два и более типовых вида подшипников. Ввиду этого для классификации КО характерны как основные принципы, присущие любому виду подшипников, так и характерные только для них одних



(рисунок 1). Например, по направлению воспринимаемой нагрузки КО, как и другие опорные узлы, принято разделять на радиальные, радиально-осевые и осевые.

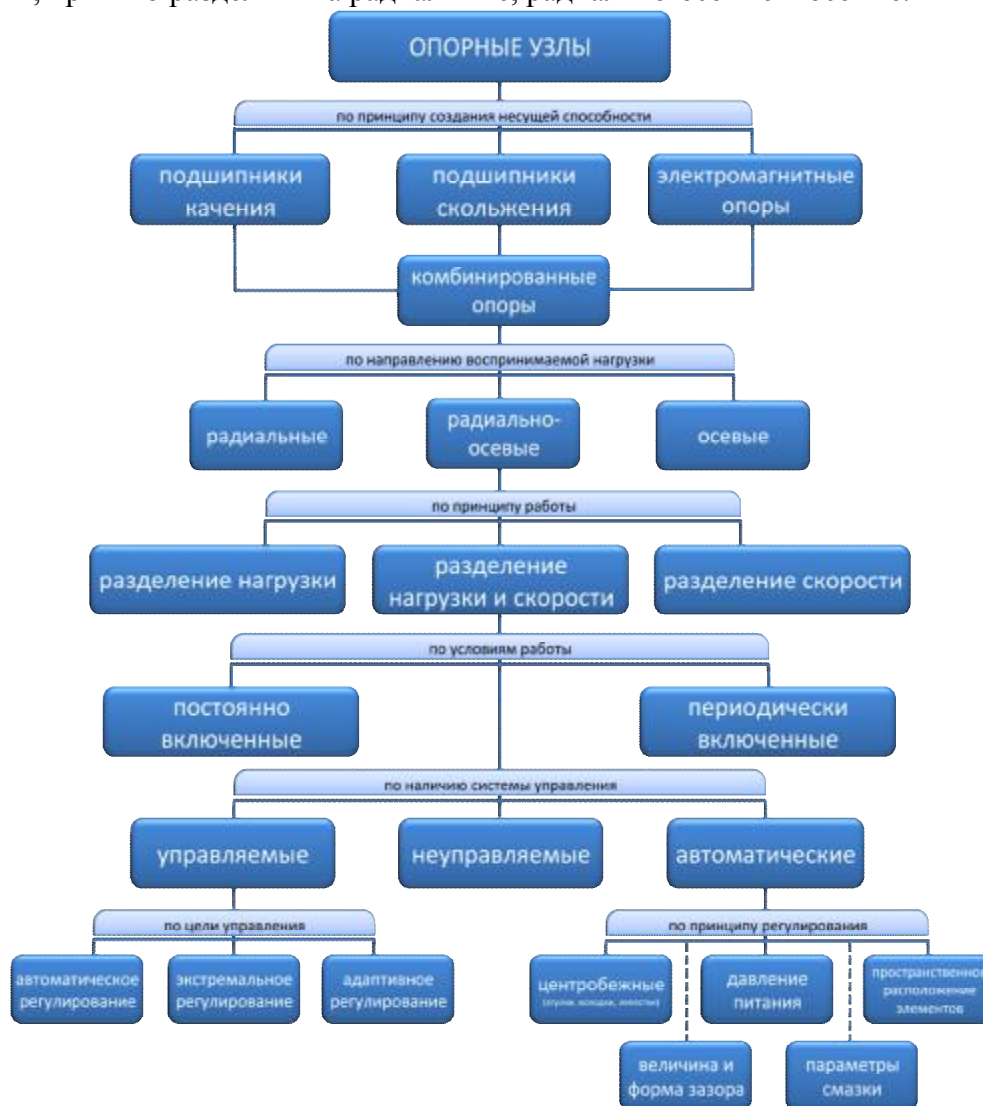


Рисунок 1 – Классификация комбинированных опор

Отличительной особенностью комбинированных опор являются принципы работы, на основе которых всё многообразие конструктивных решений принято делить [1, 2] на три основные группы:

- комбинированные опоры с разделением нагрузки (КОРН) позволяют сохранить гарантированный радиальный зазор между втулкой ПС и цапфой в начальный момент работы и частично разгрузить ПК на основных режимах работы (рисунок 2а);
- комбинированные опоры с разделением скоростей (КОРС) позволяют частично или полностью выключать из работы подшипник качения в зависимости от момента трения ПС и повысить устойчивость движения ротора (рисунок 2б);
- комбинированные опоры с разделением нагрузки и скорости (КОРНС) обеспечивают гарантированный радиальный зазор ПС на режимах пуска-останова, перераспределяют нагрузку между ПК и ПС при переходных процессах, а на основном режиме позволяют полностью отключить ПК, тем самым, снимая жесткие ограничения по предельной быстроходности (рисунок 2в).

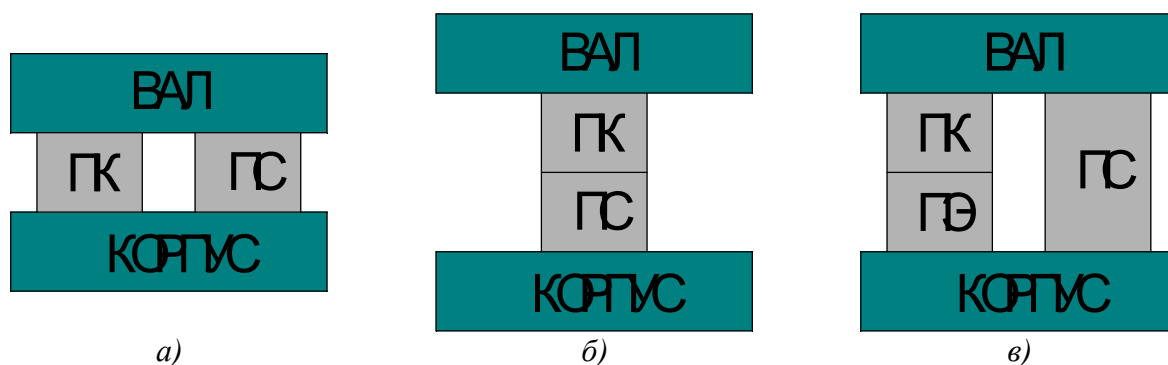


Рисунок 2 – Базовые виды комбинированных опор  
а) – KORH; б) – KORC; в) – KORHC

KORHC можно отнести к группе опор с автоматическим переключением на базе функционально-структурной адаптации. Подобные опоры выполняются по параллельной или последовательной схеме расположения ПК и ПС с добавлением промежуточного элемента (ПЭ), который будет являться переключателем с подшипника качения на подшипник скольжения.

Адаптивные комбинированные опоры с автоматическим переключением на основе центробежного эффекта могут иметь различные конструктивные исполнения. Один из вариантов [3] предполагает использование упругих эллиптических втулок с различными инерционными характеристиками в окружном направлении (рисунок 3). Принцип работы комбинированной опоры с упругой втулкой (КОУВ) заключается в следующем: при запуске (останове) машины центрирование шейки вала 3 и передача нагрузки на корпус 1 осуществляется через упругую эллиптическую втулку 4 и подшипник качения 2. В это время между ними нет относительного перемещения, а момент трения в подшипнике преодолевается за счет сил сцепления, возникающих при монтажном сжатии упомянутой упругой втулки 4. С увеличением скорости вращения вала под действием центробежных сил происходит деформация упругой втулки 4 в направлении малой оси эллипса. При этом в некоторый момент времени внутренняя обойма подшипника качения 2 теряет сцепление с упругой втулкой 4 и может вращаться с меньшей частотой. При параллельном расположении подшипника скольжения и подшипника качения последний в этом случае фактически выключается из работы, а передача нагрузки и центрирование шейки вала 3 осуществляется посредством смазочного слоя подшипника скольжения.

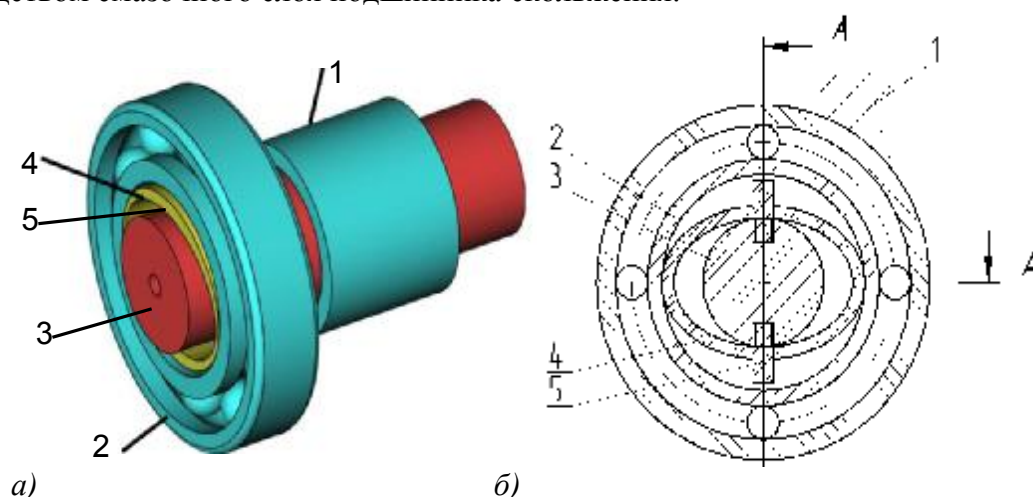


Рисунок 3 – Комбинированная опора с упругой втулкой (КОУВ)  
общий вид (а); поперечный разрез КОУВ (б)  
1 – корпус; 2 – подшипник качения; 3 – вал;  
4 – упругая втулка; 5 – направляющий штифт

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что применение адаптивных подшипниковых узлов в агрегатах транспортных средств, позволяет осуществить раздельное

функционирование подшипников качения и подшипников скольжения в зависимости от частоты вращения вала, улучшить динамические характеристики опорного узла на режимах пуск-останов, повысить ресурс и надежность агрегата.

*Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.0430.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пинегин, С.В. Прецизионные опоры качения и опоры с газовой смазкой [Текст] / С.В. Пинегин, А.В. Орлов, Ю.В. Табачников. – М.: Машиностроение, 1984.– 215с.
2. Поляков, Р.Н. Повышение динамических качеств и ресурса опорных узлов роторов совмещением подшипников качения и скольжения. Дис... кандидата технических наук. – Орел, 2005, – 154 с.
3. Патент РФ № 2082027 Комбинированная опора / Савин Л.А., Синявский А.В. Оpubл. БИ №17, 1997. Патентообладатель: Орловский государственный технический университет.

**Базлов Денис Олегович**

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», г. Орел  
Старший преподаватель кафедры «Мехатроника и международный инжиниринг»  
Тел.: +7(4862) 41-98-49  
E-mail: [deydoo@rambler.ru](mailto:deydoo@rambler.ru)

**Поляков Роман Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент, зам. зав. кафедрой «Мехатроника и международный инжиниринг»  
Тел.: +7(4862) 41-98-49  
E-mail: [pmpl@ostu.ru](mailto:pmpl@ostu.ru)

## **ПОВЫШЕНИЕ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КУЗОВА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА, ЗА СЧЁТ ВНЕДРЕНИЯ МОДУЛЯ УСИЛЕНИЯ**

*Представлена конструкция модуля усиления кузова автотранспортного средства, который гасит часть энергии удара за счёт деформации разрушения элементов передачи нагрузки.*

**Ключевые слова:** Модуль усиления, кузов, деформация.

D.G. KUZMIN, T.V. BROVMAN

## **INCREASE OF PASSIVE SAFETY OF THE VEHICLE BODY THROUGH THE INTRODUCTION OF PROTECTION MODULE**

*The new design of a body of the vehicle with the module of strengthening which extinguishes a part of energy of blow at the expense of deformation of destruction elements of transfer of loading is presented.*

**Keywords:** The protection module, body, stress.

Современные транспортные средства обладают энергонасыщенными двигателями и высокими скоростными возможностями, что увеличило количество аварий, удельный вес травматизма с летальным исходом. В РФ повсеместно повышают требования к пассивной безопасности транспортных средств, в том числе усовершенствованием способов кузовного ремонта.

Тверским государственным техническим университетом разработан модуль усиления кузова, в котором разрушаются специальные конструктивные элементы от аварийной нагрузки.

В кузов автотранспортного средства устанавливают элементы передачи нагрузки выполненные в виде разновеликих скоб, расположенных друг за другом и жестко соединенных между собой, при этом на каждой последующей скобе, на её внешней поверхности жёстко прикреплен втулка с установленным в неё стержнем см. рисунок 1. Отверстия втулок выполнены с резьбой, в которой частично по длине расположены указанные стержни воспринимающие ударные нагрузки, что позволяет последовательно гасить энергию удара за счет деформации стержней [1-2].

Установление элементов передачи нагрузки в вертикальных стойках обеспечивает уменьшение деформации деталей кузова при авариях за счет превращения части энергии удара в деформацию разрушения элементов передачи нагрузки.

В аварийных ситуациях при ударах по корпусу и изгибе профилей они упираются на втулки, которые в процессе деформации перемещаются и происходит срез металла по их цилиндрическим поверхностям. По этому, часть энергии удара затрачивается не на деформацию вертикальных стоек и корпуса, а на деформацию и разрушение металла втулок вдоль их цилиндрических поверхностей (гладких или при срезе по винтовой резьбе). Уменьшение деформации деталей кузовов и кабин транспортных средств в аварийных ситуациях: при их опрокидывании или столкновениях (с другими транспортными средствами, зданиями и т.д.) имеет первостепенное значение, поскольку часто именно из-за такой деформации кузова становится невозможной открытие двери и быстрая эвакуация людей для их спасения.

Работа модуля усиления, изображенного на рисунке 1, происходит следующим образом. Вертикальная стойка 2 соединена с корпусом 1, который опирается на стойки 2, 3 и 4, соединённые с основанием корпуса. Вся конструкция деформируется только в области упругих деформаций. Вертикальные стойки состоят из трёх скоб 5, 6 и 7(рисунок 1б). При

нормальной эксплуатации автотранспортного устройства скобы 5, 6 и 7 соединены сваркой, швами обеспечивающими передачу статических нагрузок, эти сварные швы легко разрушаются и происходит сначала изгиб скобы до соприкосновения со стержнем 10, запрессованным во втулку 9, затем деформация стержня 10 приводит к разрушению втулки 9 к срезу её днища. Далее деформация скоб 5 и 6 приводит к их контакту с закреплённой резьбой во втулке 8 стержня 11, что сопровождается срезом резьбы по длине её контакта с втулкой 8 и происходит деформация всех трёх скоб 5, 6 и 7 [3].

Можно увеличить работу, затрачиваемую на разрушение предохранительного штифта, увеличивая его размеры сечения (размер « $d_2$ »), но при этом возрастает усилие, т.е. снижается основная функция предохранительного устройства – обеспечить поглощение значительной энергии при относительно небольшом усилии, (значительная величина усилий приводит к повреждениям корпуса и пассажиров).

На практике разрушение штифта происходит при относительной глубине надреза, равной  $\frac{x_0}{d} = 0,16-0,35$  для углеродистых сталей [4].

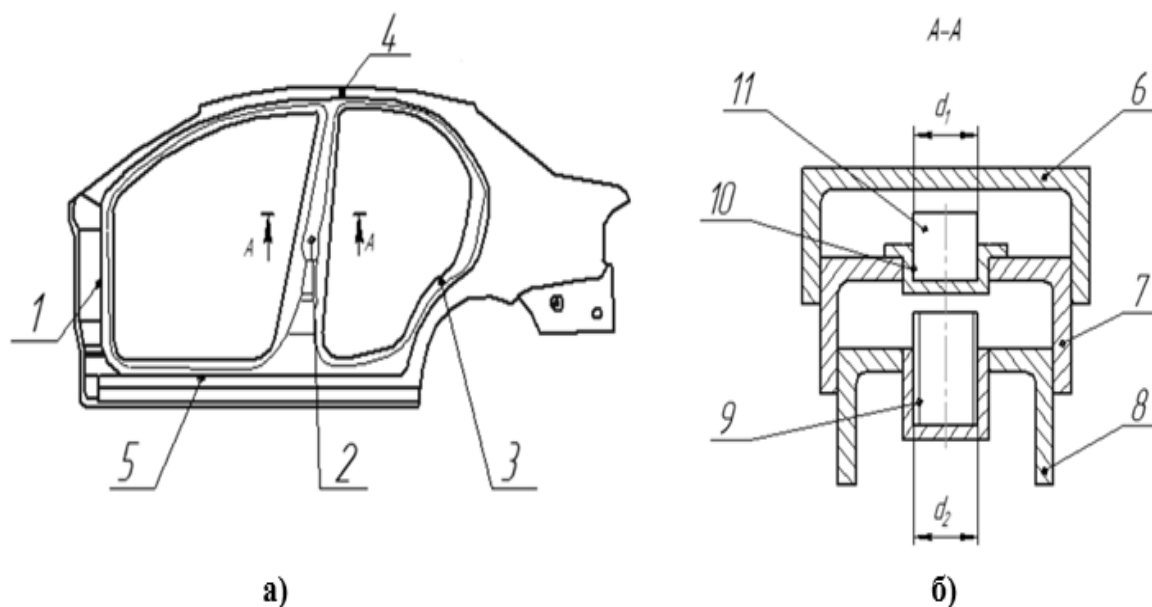


Рисунок 1 – Модуль усиления: а – место установки модуля; б – конструкция модуля

Рассчитано, что один такой модуль усиления при деформации потребляет 208 Дж и эта величина превышает энергию, затраченную на упругую деформацию изгиба. Пластическая деформация происходит при величине энергии в 20 раз, превышающий упругую энергию, т.е. 360 -540 Дж, то её поглощение обеспечат четыре стержня во втулках с указанными параметрами. Можно расположить 2 стержня на скобе 6 и два на скобе 7, на расстоянии  $\pm 0,2$  см от центра балок.

Для кузовов обычной конструкции вся энергия удара в аварийной ситуации расходуется на деформацию кузова, что и угрожает безопасности водителя. В кузове с внедрённым модулем усиления значительная часть энергии будет израсходована на разрушение нескольких предохранительных деталей модуля, что уменьшает деформацию кузова и повышает безопасность в аварийных ситуациях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Портер Л. Автомобильные кузова. Руководство по ремонту [текст] / Л. Портер. М.: Алфамер Паблишинг. 2001. 218с.

2. Гельфгат Д.Б. Прочность автомобильных кузовов [текст] / Д.Б. Гельфгат. М.: Машиностроение, 1972. 212 с.

3. Кузов автотранспортного средства: пат. RU 118604 U1 B62D25/04 Т.В.Бровман; Д.Г. Кузьмин, Ф.А. Пашаев; Заявитель и патентообладатель Тверской государственный технический университет. № 2012110721/11; заявл. 20.03.2012; опубл. 27.07.12

4. Бровман Т.В. Конструкции автотракторных кузовов с предохранительными устройствами [текст] / Д.Г.Кузьмин, Т.В. Бровман Транспорт: наука, техника, управление. 2012. №12. с.50-53

**Кузьмин Дмитрий Геннадьевич**

Тверской государственный технический университет, г. Тверь

Аспирант кафедры ремонта машин

E-mail: [dima162003@inbox.ru](mailto:dima162003@inbox.ru)

**Бровман Татьяна Васильевна**

Тверской государственный технический университет, г. Тверь

Канд.техн.наук, доцент кафедры ремонта машин

Тел.: +7-905-164-44-79

E-mail: [brovman@mail.ru](mailto:brovman@mail.ru)

УДК 621.86

Э.И. УДЛЕР, В.Р. ФУКС, В.В. МЕДВЕДЕВ, А.Е. КОЗИЧ

## ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ГИДРОСИСТЕМ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

*Представлена конструкция установки для регенерации рабочих жидкостей, используемых в гидросистемах мобильных машин. Предложены схемы очистки рабочих жидкостей при эксплуатации и техническом обслуживании гидрооборудования машин.*

**Ключевые слова:** *мобильные машины, очистка рабочих жидкостей, установки для регенерации.*

E.I.UDLER, A.YE.KOZICH, V.V.MEDVEDEV, V.R.FUKS

## INCREASE OF THE HYDRAULIC FLUIDS RESOURCE IN MOBILE TRANSPORT

*There was presented the unit construction for the hydraulic fluids recycling used in the mobile transport fluid power systems. There were suggested the hydraulic fluids cleaning circuits for exploitation and servicing of fluid power systems.*

**Keywords:** *mobile machine, working fluids, installation for regeneration.*

Современные технологии строительного производства предусматривают применения широкой гаммы мобильных машин (тракторов, бульдозеров, экскаваторов и другой специальной техники).

Их эксплуатация неразрывно связана с использованием нефтепродуктов (топлива, масел, рабочих жидкостей). Важнейшим элементом конструкции машин являются системы гидропривода. Результаты исследования причин его отказов показывают, что одной из основных является повышенная загрязненность [ 1 ].

При работе в машинах и аппаратах нефтяные масла соприкасаются с металлами, подвергаются действию окружающего воздуха, температуры, давления, электрического поля, естественного света и других факторов, под влиянием которых с течением времени происходит изменение свойств масла: разложение, окисление, полимеризация и конденсация углеводородов, обугливание (неполное сгорание), разжижение горючим, загрязнение посторонними веществами и обводнение. В результате в маслах накапливаются асфальто-смолистые соединения, коллоидальные кокс и сажа, различные соли, кислоты, а также металлические пыль и стружка, минеральная пыль, волокнистые вещества, вода и т.д.

При соприкосновении масел с нагретыми частями машин происходит термическое разложение (крекинг); в результате которого образуются легкие летучие и тяжелые продукты. Весь этот сложный процесс изменения физико-химических свойств масла называется его старением. Одним из наиболее реальных источников пополнения масляных ресурсов является регенерация, то есть частичное восстановление качества масел и повторное их использование. [ 1, 2, 3 ]

Регенерация нефтяных масел осуществляется или непрерывной очисткой их во время работы в циркуляционных системах промышленного оборудования при помощи фильтрующих устройств и центрифуг, или восстановлением отработанных масел, сливаемых из различных агрегатов и оборудования, на маслорегенерационных установках, как правило, в стационарных условиях (специальные станции, цеха, заводы). Современные методы

позволяют приблизить регенерированные масла по эксплуатационным свойствам к их исходным параметрам. [ 1, 2 ]

Рабочие жидкости загрязняются в результате транспортировки, начиная с производства на нефтеперегонных заводах, затем во время доставки в цистернах на нефтебазы, далее в процессе слива в маслобензовозы на нефтебазах и при контакте с воздухом, особенно запыленным, в момент залива ее в гидробак либо во время транспортировки в открытых емкостях. Не исключено и проникновение запыленного воздуха через сапун гидробака и подсос через соединения нагнетающей магистрали гидросистемы.

Традиционная защита гидрооборудования заключается в применении фильтров гидросистем с тонкостью очистки масел (20-25мкм), что является достаточным с точки зрения защиты прецизионных пар, золотников и других элементов гидрооборудования. Штатные фильтры справляются с защитой элементов гидросистем от заклинивания, износа, снижение объемного КПД насосов и т.д. Но качество масел (рабочих жидкостей) существенно снижается, поэтому необходима дополнительная более тонкая очистка.

Возможны две схемы дополнительной тонкой очистки масел.

Первая схема заключается в том, что масло в гидросистеме периодически в процессах технического обслуживания (ТО) машин очищается до тонкости в 5-10 мкм, что продлевает срок службы системных фильтров и работающего масла.

Вторая заключается в том, что масла, слитые из гидросистем, централизованно подвергаются тонкой очистке в установках, работающих на принципах фильтрации, центрифугирования или комбинации этих физических методов очистки. Очищенное масло до тонкости 5-10 мкм и выше используется далее снова как и «свежее» на долив до 20% от общего объема. Нашими экономическими оценками установлено, что использование того или иного способа дополнительной очистки масел дает снижение затрат на гидрооборудование и рабочие жидкости гидросистем.

На кафедре «Автомобили и тракторы» ТГАСУ ведется разработка установок регенерации рабочих жидкостей мобильных машин и приводов. В основе этих установок предусматривается две ступени очистки с инвариантностью установки фильтров тонкой и грубой очистки рабочих жидкостей. В качестве фильтров грубой очистки используются статические фильтры, выполненные на основе бумаги, картона, а также натканного иглопробивного материала, или деформирмируемого пенополиуретана (ППУ-ЭО-130) и др. В качестве фильтров грубой очистки применяются динамические (вращающиеся) фильтроэлементы, выполненные на основе металлических сеток. [2, 3]

Разработаны конструкции и методики расчета фильтров, и технология изготовления фильтроэлементов с повышенным ресурсом с тонкостью очистки в диапазоне 5-25 мкм.

Установки предназначены для очистки рабочих жидкостей гидросистем при техническом обслуживании мобильных машин, а также для очистки отработанных рабочих жидкостей, слитых из гидросистем с целью их повторного использования.

Установки состоят из рамы (1) на которой размещены: электродвигатель (2) типа 4АМ-1009АУЗ мощностью 3 кВт и частотой вращения 1410 об/мин; масляный насос (3) марки НШ-10; фильтры грубой (4) и тонкой (5) очистки; клиноременная передача (6); контрольные манометры (7); трубопроводы (8) и пульт управления (9). На валу электродвигателя установлен шкив клиноременной передачи (10), параллельно соединен с валом насоса с помощью трехручачковой муфты (11). Фильтр грубой очистки состоит из корпуса, в котором размещен фильтрующий элемент объемного типа, выполненный на основе пенополиуритана ППУ-ЭО-130 и имеет номинальную тонкость фильтрации 25...27 мкм.

Фильтр тонкой очистки статический, бумажный или гидродинамический из вращающихся металлических сеток. Номинальная тонкость фильтрации гидродинамического фильтра 4...5 мкм. [ 2, 3 ]



Контроль за работой фильтров осуществляется двумя контрольными манометрами, установленными перед фильтрами грубой и тонкой очистки.

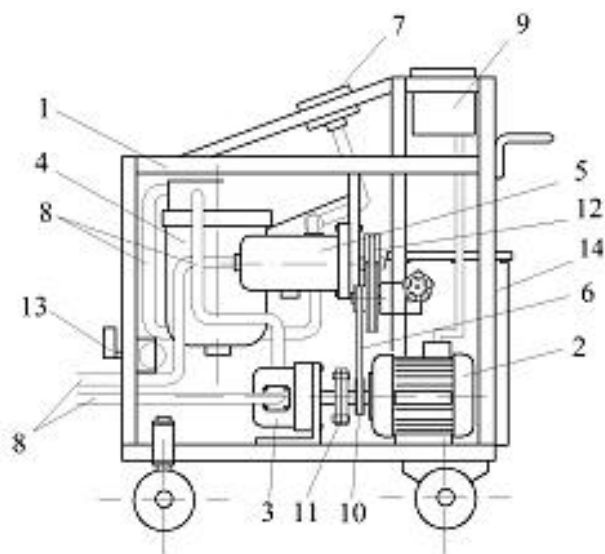


Рисунок 1 – Общий вид установок для тонкой очистки рабочих жидкостей.

1 – рама; 2 – электродвигатель; 3 – масляный насос; 4 – фильтр грубой очистки; 5 – фильтр тонкой очистки; 6 – клиноременная передача; 7 – манометры; 8 – трубопроводы; 9 – пульт управления; 10 – шкив электродвигателя; 11 – трехкулачковая муфта; 12 – шкив фильтра тонкой очистки; 13 – краны управления регенерационной системой; 14 – промежуточный бак

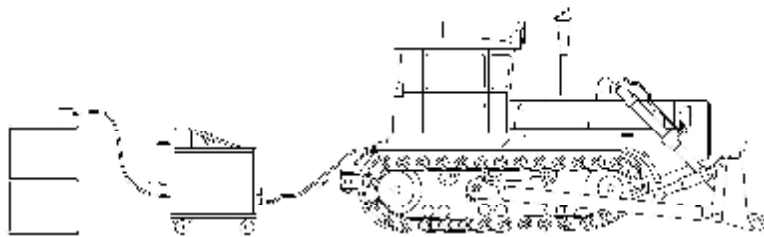
Технические характеристики установок типа УМ-01Э, УМ-02Э, УМ-03Э, УМ-01П, УМ-02П.

Таблица 1.

Показатель	Модель				
	УМ-01Э	УМ-02Э	УМ-03Э	УМ-01П	УМ-02П
Тип	передвижная	передвижная	передвижная	передвижная	передвижная
Очищаемая жидкость	Рабочие жидкости	Рабочие жидкости, топлива	Рабочие жидкости	Масла промышленные	Масла промышленные
Номинальная тонкость фильтрации, мкм	5	10	10	10	10/5
Коэффициент полноты очистки,	0,9	0,8	0,8	0,75	0,75
Коэффициент водоотделения	-	-	0,8	-	0,8
Габаритные размеры, мм	1100x700x1000	1200x600x700	1200x800x900	1100x700x1000	1500x1000x1000
Масса установки, кг	75	70	90	70	140

Фильтрационные установки позволяют проводить следующие операции по очистке рабочих жидкостей.

1. Очистка рабочих жидкостей на этапе заправки.



*Рисунок 2*

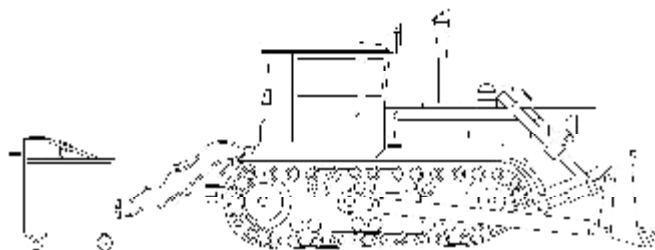
Очистка рабочих жидкостей происходит на этапе заправки с помощью установок УМ-02Э, УМ-03Э, УМ-01П.

2. Дополнительная очистка гидравлической жидкости и гидробака.

Периодически производится в качестве планово-предупредительных работ по техническому обслуживанию гидропривода мобильных машин, работающих в тяжелых условиях и большой запылённости воздуха, а также в которых масло не отработало свой нормативный срок – 2000 моточасов.

Осуществляется в три этапа:

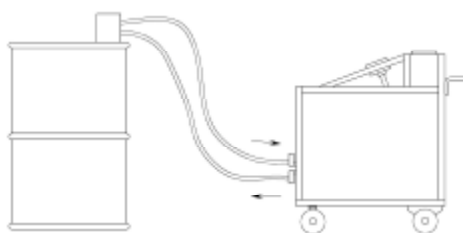
- 1). Слив жидкости в чистую ёмкость через фильтровальную установку;
- 2). Очистка гидробака;
- 3). Заправка гидробака через фильтровальную установку.



*Рисунок 3*

Для очистки рабочих жидкостей используются УМ-01Э, УМ-02П.

3. Очистка гидравлической жидкости методом непрерывной циркуляции.



*Рисунок 4*

Очистка гидравлической жидкости методом непрерывной циркуляции производится в целях очистки и повторного применения ранее используемой и слитой рабочей жидкости с помощью установок УМ-01Э, УМ-02П.

Эксплуатационные испытания показали, что дополнительная очистка в гидросистемах и очистка рабочих жидкостей после цеховых сборов дает повышение надежности гидросистем по снижению отказов в 1,5-2 раза. «Цеховая» очистка, или на специальных пунктах, очистка рабочих жидкостей с целью повторного использования дает соответствующий экономический эффект за счет экономии затрат на рабочие жидкости без влияния на безотказность гидросистем машин.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваленко, В.П. Загрязнение и очистка нефтяных масел. - М.: Химия, 1978–205 с.
2. Обоянцев, О.Ю. Разработка средств контроля и повышения надежности гидросистем дорожных и строительных машин: Дис... канд. техн. наук, Томск, 2004–142 с.
3. Удлер, Э.И. Фильтрация нефтепродуктов. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1988–215 с.

### **Удлер Эдуард Исаакович**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Автомобили и тракторы»  
Тел. (факс) 8-(3822)-65-98-02

### **Фукс Владимир Рувинович**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили и тракторы»  
Тел. 8-(3822)-65-31-16

### **Медведев Василий Валерьевич**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
Старший преподаватель кафедры «Автомобили и тракторы»  
Тел. 8-(3822)-65-31-16  
E-mail: [vasmedved@mail.ru](mailto:vasmedved@mail.ru)

### **Козич Алексей Евгеньевич**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
Аспирант кафедры «Автомобили и тракторы»  
Тел. 8-(3822)-65-31-16

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ БЕНЗИНОВОГО ВПРЫСКА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПАНИИ BOSCH

*Развитие технологий современного автомобилестроения и сложность бортовых систем управления и регулирования выдвигают на первый план в разделе – ремонт и сервис автотранспортных средств, задачу быстрой и эффективной оценки технического состояния и остаточного ресурса компонентов и функциональных узлов. Поиск неисправностей все больше связывается с применением современных устройств компьютерной диагностики. При этом глубина и охват диагностикой бортовых систем, электронных блоков и исполнительной периферии является основным показателем эффективности диагностических приборов и программ обеспечения.*

**Ключевые слова:** *диагностический канал, ESI[tronic] 2.0, беспроводная связь, бортовая сеть.*

I.V. MIKHALEVSKY, A.A. KATUNIN, A.N. NOVIKOV

## IMPROVING THE DIAGNOSTIC EFFICIENCY OF MODERN PETROL INJECTION SYSTEMS BASED ON BOSCH TECHNOLOGIES

*The development of modern automobile technology and the complexity of on-board control and regulation highlight the section - repair and service of motor vehicles, the task quickly and efficiently evaluate the technical condition and remaining life of components and functional units. Troubleshooting is increasingly associated with the use of modern computer diagnostic devices. The depth and scope of on-board diagnostic systems, electronic units and executive periphery is a major indicator of the effectiveness of diagnostic devices and software programs.*

**Keywords:** *diagnostic channel, ESI [tronic] 2.0, wireless, on-board network.*

Компания Бош занимает ведущие позиции в сфере разработки и внедрения устройств автомобильной электронной и компьютерной диагностики. Технологии, которые при этом применяются, год от года расширяют производственный потенциал конечных пользователей – автосервисных и ремонтных предприятий, работающие в мультимарочной области.

Идентификация устройств бортового управления дает возможность применять полноценные протоколы считывания.

Автопроизводители, применяющие в бортовой сети высокоскоростные устройства и каналы передачи данных сразу использовали шанс наиболее полного представления систем автомобиля через диагностический канал.

Соответственно у диагноста появляются дополнительные данные для сервиса и ремонта.

Для полноценной работы диагноста требуется наиболее представление параметров различных компонентов и систем: например данных оборотов коленвала, текущих параметров впрыска, нагрузки. Ряд физических величин, отражающих состояние датчиков и периферийных исполнительных устройств, таких как изменение разности потенциалов, тока, сопротивления, позволяет сравнивать и оценивать реальные процессы, происходящие в системе и контрольные значения на входе в ECU. У разработчиков устройств считывания есть проблема, которую они должны учитывать и научиться минимизировать при подготовке интерфейса приборов. Реальные величины, регистрируемые с частотой более 20 Герц-предел восприятия человека. Поэтому актуальным является разработка такого ПО, когда оператор может в графическом отображении проводить временную видеофиксацию параметров, затем выбирать необходимый отрезок измерений и «растягивать» его по времени.

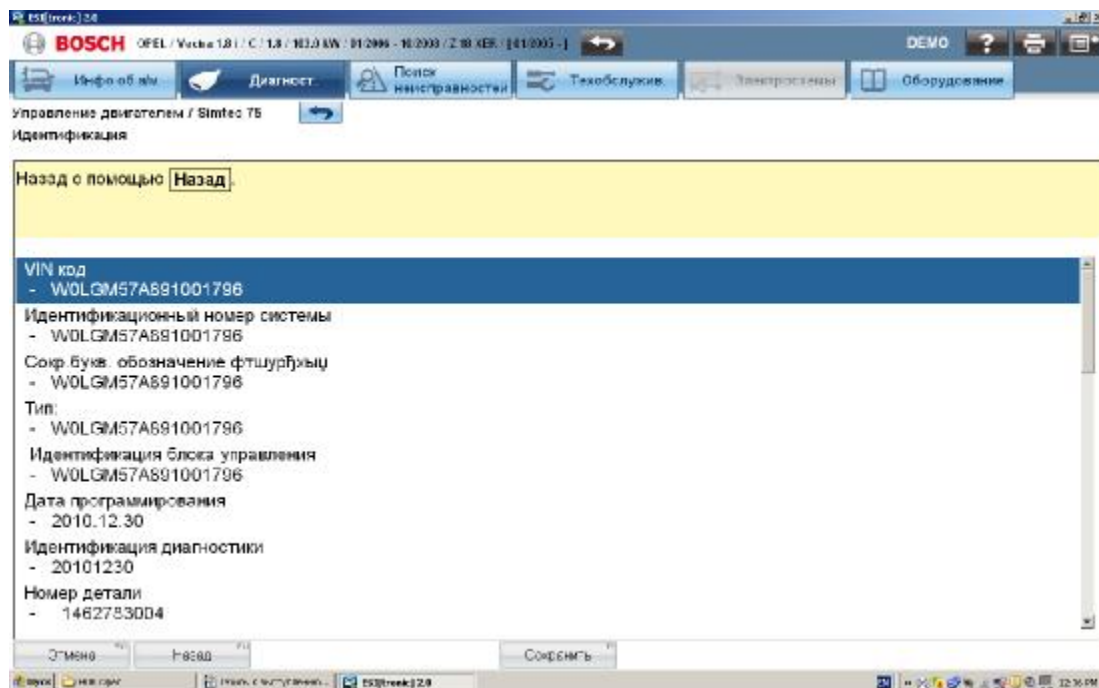


Рисунок 1 – Внешний вид интерфейса ПО ESI[tronic] 2.0

Для оптимизации пользования рабочим пространством внутри сервиса используются технологии беспроводной связи сканера с рабочим системным блоком. Это дает возможность мобильно перемещаться между тестируемыми автомобилями, не передвигая их и сканирующие устройства. При этом сокращается время обслуживания и расширяются возможности функциональных тестов и проведения настроек и базовых установок.

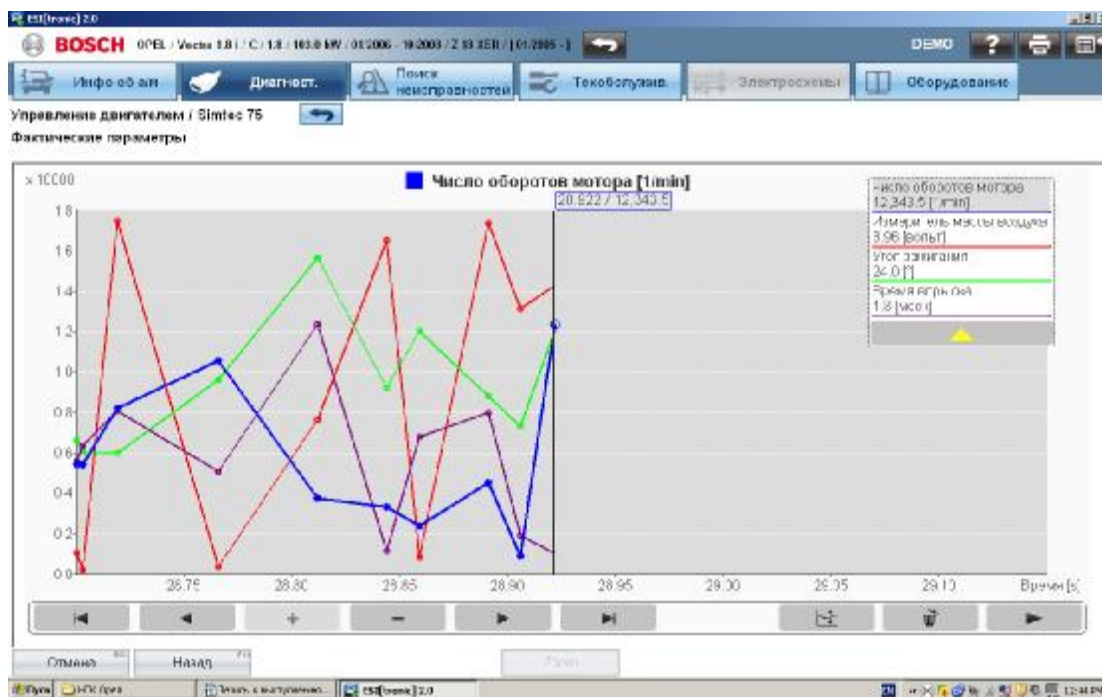
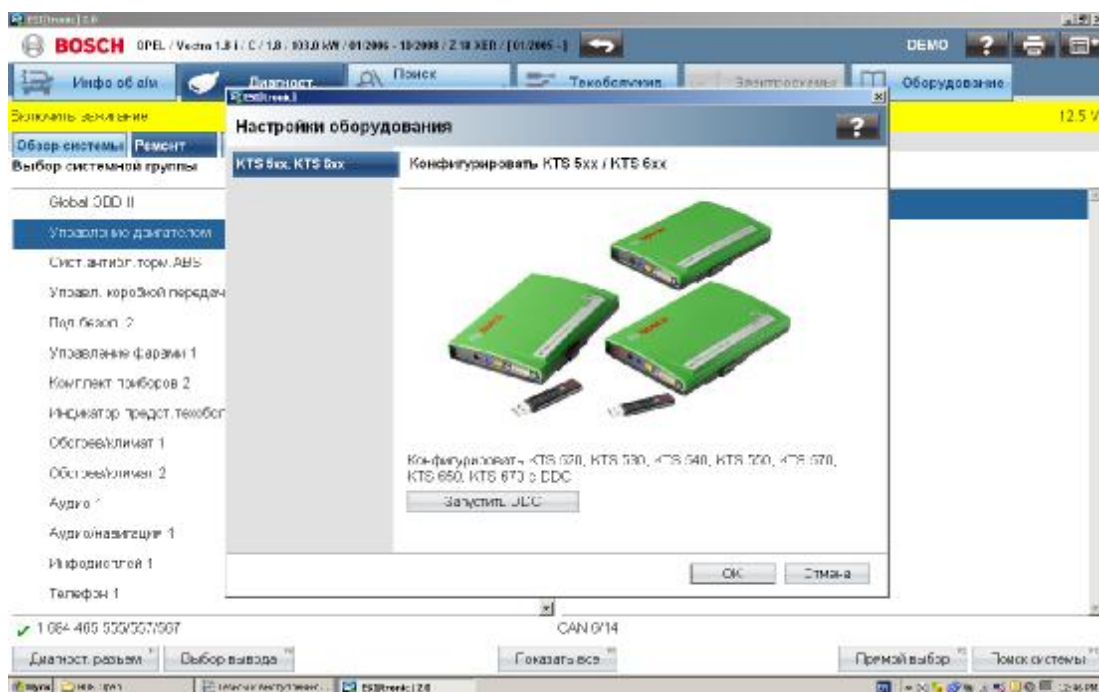


Рисунок 2 – Окно параметров работы двигателя в ПО ESI[tronic] 2.0

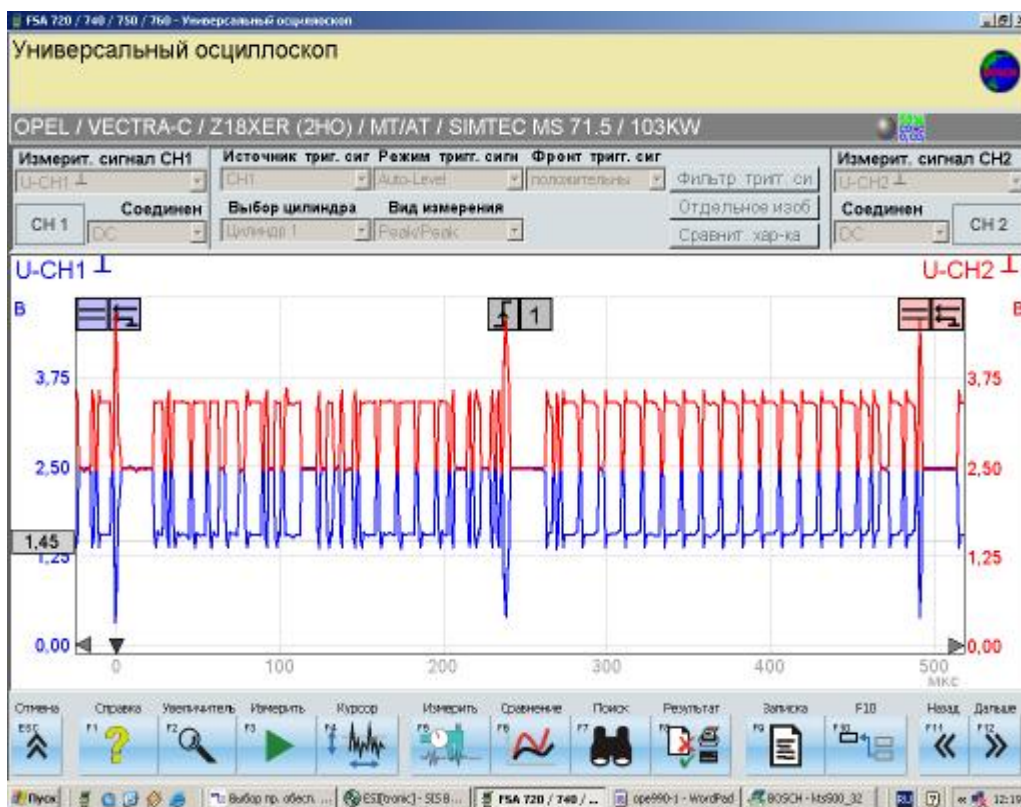
Что нового и эффективного появилось в последнее время у компании Bosch, что позволяет повысить эффективность и отдачу при работе специалистов авторемонтного профиля по поиску и устранению неисправностей автотехники?

- появление новой версии ПО ESI[tronic] 2.0, совмещающей в себе функции системного считывания, анализа и функциональной настройки электронных и исполнительных устройств автомобильного легкового и грузового транспорта



*Рисунок 3 – Окно запуска процесса диагностирования в ПО ESI[tronic] 2.0*

-расширение диапазона считываемых данных и протоколов коммуникации, в том числе за счет внедрения модулей считывания высокоскоростного и высокочастотного профиля, развитие графического и статистико-аналитического интерфейса, создание серии новых сканеров KTS



*Рисунок 4 – Осциллограмма сигнала MAP сенсора*

-внедрение методов дистанционного доступа к данным самодиагностики и операционная свобода в выборе диагностических и настроечных процедур через специальные возможности KTS

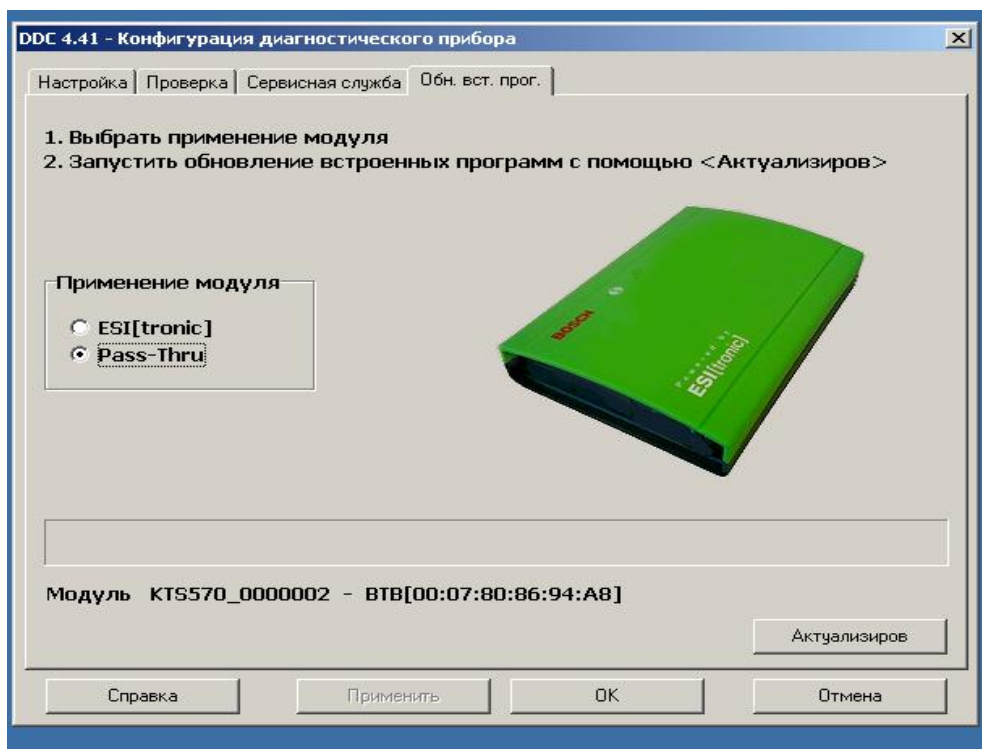


Рисунок 5 – Конфигурация диагностического прибора

- проведение прямых измерений с помощью аппаратного модуля KTS

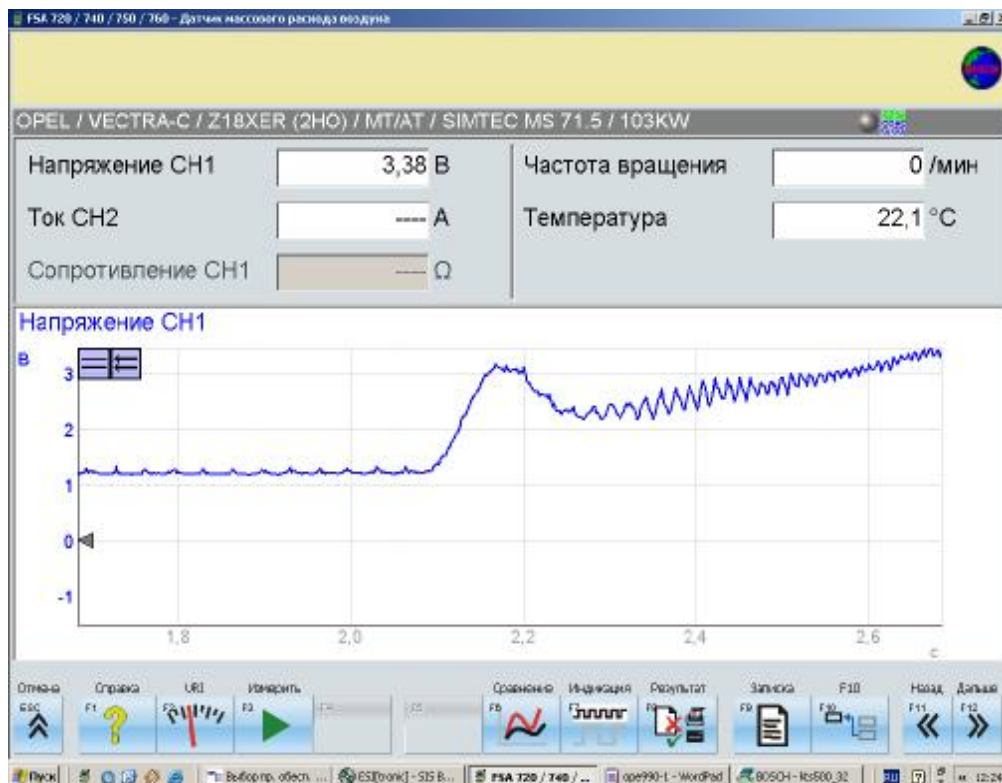


Рисунок 6 – Измерение массового расхода воздуха с использованием возможностей BOSCH FSA

- создание специальных модулей обмена данными GPS, Wi-Fi, GSM, Bluetooth с внешними устройствами беспроводной коммуникации и взаимодействие с ресурсами www \*

- участие компании Bosch в концепт разработках ведущих автопроизводителей, совместная работа на стадии НИОКР, позволяющие компании определить дальнейшую линию развития устройств системной диагностики.

Комплексный характер разработок, расширение сети СТОА Бош в СНГ, создание новых учебных структур для специалистов, инвестиционная и логистическая деятельность компании позволяют придать этой работе долговременный и перспективный характер.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михалевский И.В. Диагностика компонентов газораспределительного механизма методом осцилляции / И.В. Михалевский, А.А. Катунин // Сборник материалов I Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса». – Орел, Госуниверситет-УНПК, 2011, 11-14 с.

**Михалевский Игорь Владимирович**

ООО «Роберт Бош», г. Москва

Старший тренер службы технической поддержки

Тел.: +7 (985) 2113391

E-mail: [mikhalevsky.igor@ru.bosch.com](mailto:mikhalevsky.igor@ru.bosch.com)

**Катунин Андрей Александрович**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орёл

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел.: +7(915) 508 0508

E-mail: [katunin57@gmail.com](mailto:katunin57@gmail.com)

**Новиков Александр Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г. Орёл

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сервис и ремонт машин»

Тел.: +7(8462)734350

E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)



УДК 621.81:620.169.1:621.794.61:669.056.91

А.В. КОЛОМЕЙЧЕНКО

## ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ МИКРОДУГОВЫМ ОКСИДИРОВАНИЕМ

*В работе приводятся возможные технологические приёмы повышения долговечности внутренних цилиндрических и сложно-профильных рабочих поверхностей деталей автомобилей, упрочнённых микродуговым оксидированием. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны каждого технологического приема.*

**Ключевые слова:** подвижное соединение, рабочая поверхность, микродуговое оксидирование, упрочнение, технологический прием

A.V. KOLOMEICHENKO

## PROBLEMS OF RELIABILITY OF PARTS AND COMPONENTS ALUMINUM ALLOY MICRO ARC OXIDATION

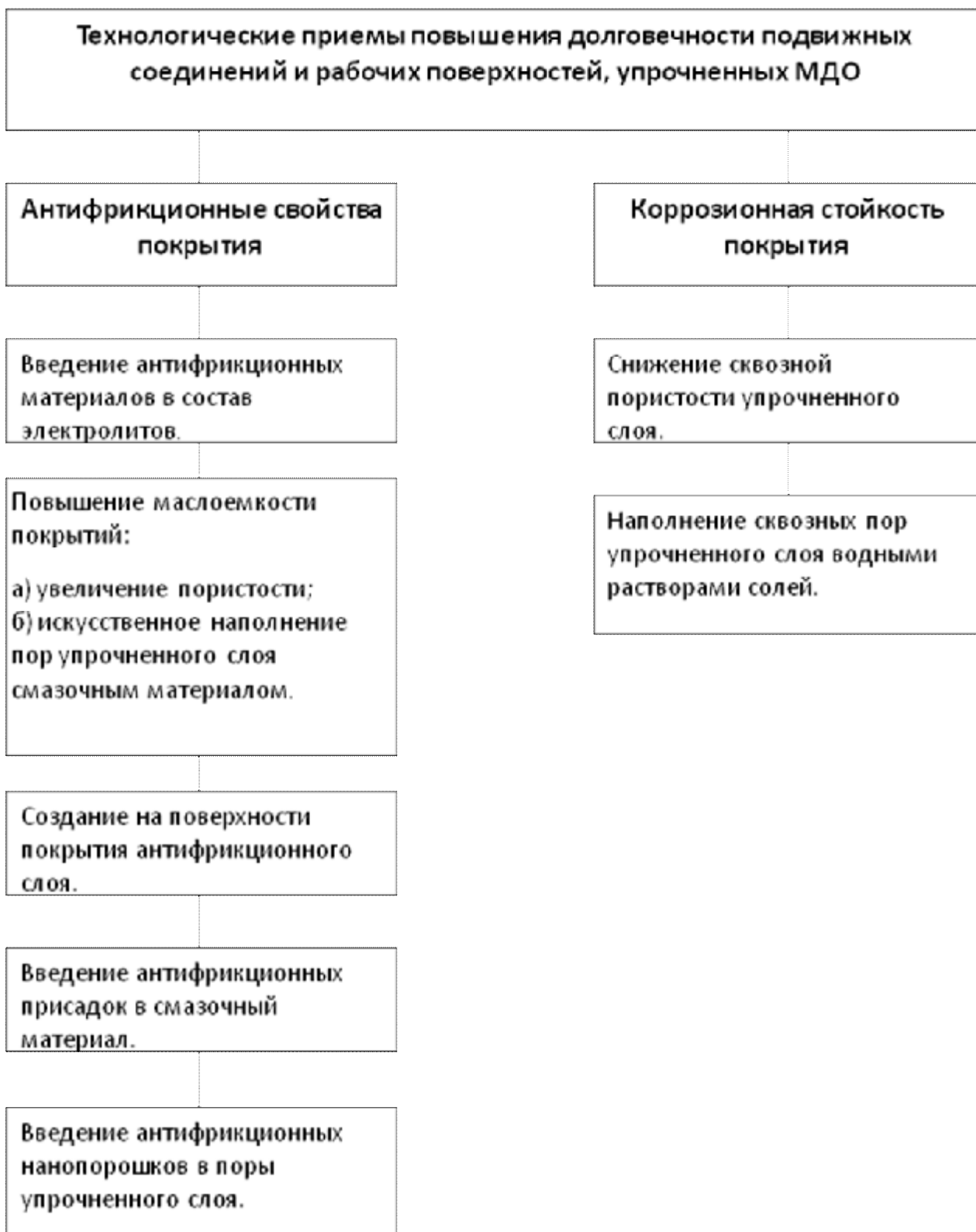
*This paper describes the possible technological methods of increasing the durability of the internal cylinder and hard-core working surfaces of car parts, reinforced micro arc oxidation. We consider the positive and negative aspects of each process of reception.*

**Keywords:** swivel joint, work surfaces, micro arc oxidation, strengthening, technological methods

Несмотря на высокие твёрдость, износостойкость и прочность сцепления, при граничной смазке или взаимодействии без смазочного материала, возникающих как при приработке, так и при эксплуатации подвижных соединений, детали с покрытиями, сформированными МДО, которые используются в них, имеют высокие фрикционные свойства [1]. Это приводит к тому, что деталь с покрытием вызывает повышенный износ сопрягаемой с ней ответной, зачастую дорогостоящей, детали типа «вал» при их взаимодействии (до 30%), за счёт чего происходит снижение износостойкости подвижного соединения в целом [2]. Кроме этого, в зоне фрикционного контакта взаимодействующих поверхностей происходит значительное тепловыделение, в ряде случаев приводящее к разрушению покрытия из-за локализованного нагрева в зонах сквозных пор и изменения прочностных свойств его металлической основы [3, 4].

Улучшение антифрикционных свойств покрытий, сформированных МДО, в условиях приработки и эксплуатации подвижных соединений может быть достигнуто несколькими путями (рисунок 1):

- 1) формированием покрытий из электролитов с содержанием в них антифрикционных материалов, входящих при оксидировании в состав упрочнённого слоя;
- 2) повышением маслоёмкости покрытия за счёт увеличения его пористости или искусственного наполнения пор в упрочнённом слое смазочными материалами;
- 3) созданием на поверхности покрытия антифрикционного слоя, обеспечивающего снижение коэффициента трения и тепловыделения при взаимодействии деталей в подвижных соединениях;
- 4) введением в смазочный материал антифрикционных присадок, обладающих пониженным сопротивлением сдвигу.
- 5) введением антифрикционных нанопорошков в поры упрочнённого слоя.



*Рисунок 1 – Возможные технологические приёмы повышения долговечности подвижных соединений и рабочих поверхностей деталей машин, упрочнённых МДО*

Для реализации первого направления учёными, работающими в области МДО, разработано несколько электролитов, позволяющих формировать покрытия с включением в их состав тех или иных дополнительных компонентов, повышающих антифрикционные свойства упрочнённого слоя.

Известен, например, электролит, содержащий гидроксид калия, натриевое жидкое стекло и пероксид водорода, в который был дополнительно введён оксид меди [5]. При МДО медь включается в состав формируемого покрытия и выступает в дальнейшем в качестве

твёрдого смазочного материала. Это приводит к снижению коэффициента трения и износа и, как следствие, повышению износостойкости соединения. Наибольшей износостойкостью обладает соединение, содержащее деталь с покрытием, сформированным в электролите с концентрацией оксида меди 25 г/л.

В работе [6] предложен электролит, содержащий 1...2 г/л гидроксида щелочного металла, 20...50 г/л силиката щелочного металла, а также дополнительно введённые 20...60 г/л ультрадисперсных порошков оксида алюминия и/или циркония и 0,5...15 г/л солей переходных металлов (нитрат кобальта, хромат калия и др.). При МДО находящиеся в электролите дополнительные компоненты транспортируются к поверхности оксидируемого металла и, попадая в зону действия микродуговых разрядов (МДР), включаются в состав покрытия, повышая, тем самым, его антифрикционные свойства и износостойкость.

Общим недостатком рассмотренных электролитов является то, что в литературе практически отсутствует разъяснение механизма включения дополнительных компонентов в состав формируемого покрытия и их влияния на улучшение его антифрикционных свойств. Кроме этого, не удаётся точно прогнозировать включение этих компонентов в состав формируемого упрочнённого слоя, вследствие чего получение покрытия с заданными структурой и антифрикционными свойствами вызывает значительные сложности.

Успешной реализации второго направления способствует пористость покрытия, которую можно наполнить смазочными материалами. При трении возрастает температура подвижных соединений и эти материалы за счёт большего объёмного расширения выступают из пор и смазывают поверхности трения, а соединение начинает работать в режиме самосмазывания (рисунок 2) [7]. Если для наполнения используются жидкие или консистентные смазочные материалы, то при выделении из пор они уменьшают межатомные и межмолекулярные силы, возникающие между взаимодействующими поверхностями. В случае использования для этих целей твёрдых смазочных материалов (ТСМ), они образуют на взаимодействующих поверхностях тончайшие плёнки, снижающие коэффициент трения. ТСМ, как правило, используют в тех случаях, когда по условиям работы в подвижном соединении не могут быть применены другие виды смазочных материалов.



Рисунок 2 – Выделение смазочного материала из пор покрытия, 400<sup>x</sup>

В качестве смазочных материалов чаще всего используют веретённое или трансформаторное масла, так как благодаря своей невысокой вязкости они позволяют качественнее заполнить поры покрытия, что и обеспечивает его более высокие антифрикционные свойства [7]. Для этих целей также применяют политетрафторэтилен (фторопласт-4), представляющий собой продукт полимеризации тетрафторэтилена, обладающий низким коэффициентом трения и имеющий высокие противозадирные свойства [7]. При наполнении пор используют, как правило, водные суспензии фторопласта-4, полученные на основе его тонкодисперсных порошков, наиболее распространёнными среди которых являются Ф-4Д и Ф-4МД. Однако, размер частиц фторопласта в суспензии Ф-4Д больше, чем в суспензии Ф-4МД, что способствует лучшему внедрению последней в поры покрытия. Иногда для наполнения пор упрочнённого слоя используют смесь графита с нитридом бора. Несмотря на все положительные качества, ТСМ достаточно трудно внедрить в поры покрытия, в отличие от веретённого или трансформаторного масел.

Технология наполнения пор покрытий, сформированных МДО, состоит в том, что детали погружают в смазочный материал с последующей выдержкой в нём в течение определённого времени. При этом осуществляют нагрев или самой детали, или смазочного материала [7].

Общим недостатком работ, посвящённых этим вопросам, является то, что в них отсутствуют данные об изменении нагрузочной способности покрытий после их наполнения смазочными материалами. В них также не указывается, какой должна быть оптимальная пористость покрытия для наполнения его маслом, которая будет способствовать повышению долговечности подвижных соединений при их приработке и последующей эксплуатации без потери несущей способности деталями.

Для успешной реализации третьего направления необходима разработка технологии нанесения на поверхность покрытия, сформированного МДО, медного слоя, материалом для которого может служить технически чистая медь. Выбор меди обусловлен тем, что она способствует проявлению и наиболее полной реализации эффекта избирательного переноса. В этом случае ответная деталь подвижного соединения также покрывается тончайшей медной плёнкой. Сила трения уменьшается в несколько раз, а площадь фактического контакта взаимодействующих поверхностей значительно увеличивается, что приводит к практически безизносной работе подвижного соединения [8, 9].

В основу разрабатываемой технологии может быть положен способ разработанный группой Российских ученых под руководством Д.Н. Гаркунова и И.В. Крагельского [4, 10]. В нём используется эффект избирательного переноса и отсутствует ударное взаимодействие инструмента с обрабатываемой деталью, что особенно важно для покрытий, сформированных МДО, из-за их высокой хрупкости. Способ нашёл практическое применение в финишной антифрикционной безабразивной обработке (ФАБО) деталей из сталей и чугунов, работающих в различных фрикционных соединениях, например, гильз цилиндров и шеек коленчатых валов автотракторных двигателей. При его реализации создание антифрикционного слоя происходит в результате механического, химического, электрического и трибологического взаимодействия трущихся поверхностей подвижных соединений, сопровождающегося тепловыми и физико-химическими процессами.

При фрикционно-механическом нанесении антифрикционного медного слоя его создают на поверхности детали инструментом в виде прутка. Нанесение слоя возможно осуществлять на токарных, сверлильных, хонинговальных, суперфинишных и других металлорежущих станках. Перед ФАБО поверхность обезжиривают. Затем в зоне фрикционного контакта при относительных скоростях скольжения 0,30...1,35 м/с и осевой подаче инструмента 0,08...0,15 мм/об создают контактное давление 70...150 МПа, при котором инструмент перемещают вдоль обрабатываемой поверхности. При этом между контактирующими поверхностями в определённом объёме и с заданной периодичностью вводят смазочный материал. В качестве наиболее широко применяемого смазочного материала служит технический глицерин или смесь, состоящая из двух частей глицерина и

одной части 10%-го раствора соляной кислоты. В результате воздействия глицерина, который химически активен к окиси меди, поверхность инструмента в зоне фрикционного контакта освобождается от окислов, благодаря чему повышается её способность к схватыванию с поверхностью детали, на которую наносится антифрикционный слой. Он может достигать толщины 6 мкм.

Разработанный способ фрикционно-механического нанесения медного слоя характеризуется тем, что в зоне контакта инструмента и детали создаётся значительное контактное давление (до 150 МПа). Как показал анализ ранее проведённых научных исследований, покрытия, сформированные МДО, не выдерживают такого давления и разрушаются [3, 4].

Четвертое направление. К настоящему времени накоплен значительный опыт по существенному повышению износостойкости подвижных соединений и снижению в них потерь на трение посредством использования различных смазочных материалов и присадок, обладающих пониженным сопротивлением сдвигу. Принято считать, что при этом повышается фактическая площадь контакта и интенсивный абразивный износ заменяется более умеренный коррозионно-механическим.

В качестве присадок для получения металлоплакирующих смазочных материалов нашли применение медь, бронза, оксид меди, закись меди, серебро, олово, цинк, свинец. Их дисперсность не должна превышать 10...15 мкм. Как установлено практикой при их введении в пластичные смазки (ЦИАТИ – 201 или 203) можно осуществлять плакирование металлических поверхностей трущихся деталей, что обеспечивает снижение коэффициента трения на один порядок и температуры на 20...30<sup>0</sup>С. По этой причине значительно увеличивается ресурс агрегата. Однако, несмотря на полученный положительный эффект они не могут найти всестороннего применения по следующим причинам:

- 1) дисперсные частицы металлов со временем оседают в картере или масляном объеме;
- 2) при высоких скоростях скольжения или в центрифугах они отделяются от общей смазочной системы;
- 3) при наличии фильтрующих систем задерживаются.

Кроме этого практически не изучено как антифрикционные присадки, содержащиеся в смазочных материалах, будут взаимодействовать с покрытием, сформированным МДО. В технической литературе также отсутствуют сведения о том, насколько эффективно данное направление может использоваться для повышения износостойкости подвижных соединений с деталями упрочненными МДО.

Для повышения коррозионной стойкости покрытий, сформированных МДО, применяют их дополнительную обработку, а именно наполнение сквозных пор упрочненного слоя. Для этого изделия помещают в горячие водные растворы различных солей (бихромат калия, молибдат натрия, нитрат аммония и др.). В простейшем случае – просто в горячую воду. Уменьшение сквозной пористости покрытий происходит из-за гидратации  $\gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$  и частичной адсорбции компонентов раствора наполнителя в порах. Однако, наполнение происходит в технологическом и переходном слоях покрытия, а его рабочий слой с растворами наполнителей практически не взаимодействует.

Таким образом, если принять во внимание, что технологический слой необходимо удалять, рабочий слой химически инертен, а переходной слой у данных покрытий достаточно мал, то достаточно остро встаёт вопрос получения упрочнённых слоёв способом МДО с минимально возможной сквозной пористостью, которая и будет определять коррозионную стойкость изделий. Кроме этого, сквозная пористость будет влиять на способность покрытия выполнять защитные функции при термоударах и термоциклах. Очевидно, что именно по сквозным порам будет происходить нагрев материала детали. А если учесть, что коэффициенты термического расширения металлической основы и

покрытия отличаются очень значительно, то именно это будет оказывать решающий вклад в образование трещин и отслоения упрочненного слоя с детали при теплосменах в зоне единичной поры.

При реализации пятого направления одним из способов транспортирования твердых антифрикционных материалов к поверхности МДО-покрытия может служить дуговой электрофорез. Суть данного метода заключается в том, что частицы порошка за счет электростатического притяжения осаждаются на поверхности покрытия и впаиваются в него. Главным недостатком этого метода является то, что используемый зачастую ультрадисперсный порошок добавляется прямо в электролит. Это негативно сказывается на экономической составляющей данного метода, с точки зрения большого расхода достаточно дорогостоящего порошка.

Для придания антифрикционных свойств подвижному соединению деталей машин был разработан новый способ включения нанопорошка  $\text{CuO}$  в состав МДО-покрытия. Был частично изменен сам способ дугового электрофореза, а именно включение частиц нанопорошка  $\text{CuO}$  в МДО-покрытие производится после его полного формирования. Данный способ предусматривает полное формирование МДО-покрытия на алюминиевом сплаве (первичная обработка). Затем удаление рыхлого, технологического слоя МДО-покрытия. Нанесение и закрепление частиц нанопорошка  $\text{CuO}$  на поверхность МДО-покрытия. Далее, для расплавления и закрепления меди в оксидном покрытии проводится дуговой электрофорез (вторичная обработка) [11]. Положительным моментом такого решения будет включение частиц антифрикционного металла только в поры и поверхностный слой МДО-покрытия (рисунок 3). Это позволит существенно снизить расход применяемого порошка и повысить антифрикционные свойства внешнего упрочненного слоя. Данное обстоятельство связано также с тем, что в трении двух твердых тел участвует только внешняя поверхность МДО-покрытия. Поэтому улучшение антифрикционных свойств по всей толщине упрочненного слоя не требуется.

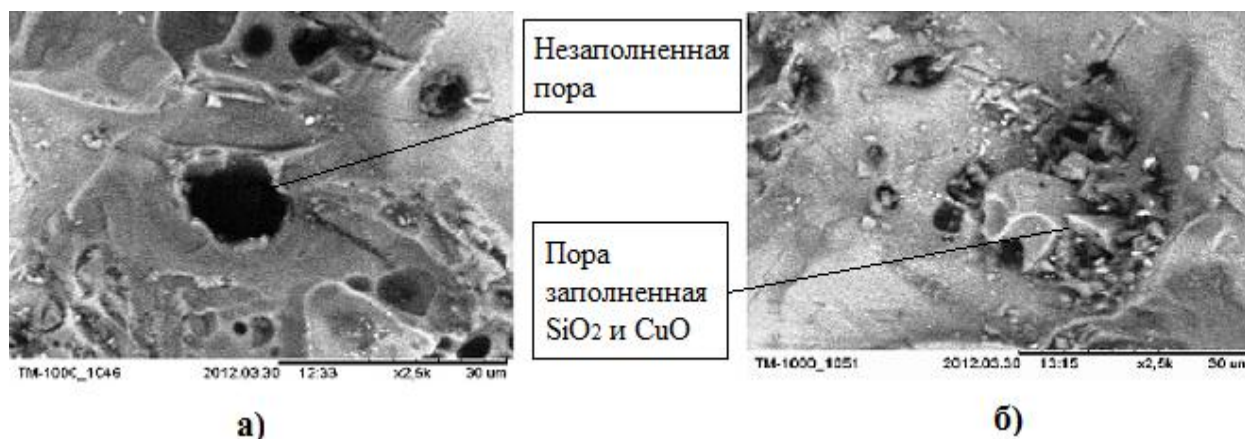


Рисунок 3 - Снимки внешней поверхности МД-покрытия, сделанные на электронном сканирующем микроскопе «Hitachi TM-1000»,  $\times 2500$ : а) незаполненная пора в МДО-покрытии; б) пора в МДО-покрытии, заполненная  $\text{SiO}_2$  и частицами нанопорошка  $\text{CuO}$

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басинюк, В. Л. Фрикционные и механические свойства оксидно-керамических покрытий [Текст] / В. Л. Басинюк, Е. И. Мардосевич // Трение и износ. - 2003. - Т. 24, № 5. - С. 510-516.
2. Кузнецов, Ю. А. Противоизносные свойства керамических покрытий, полученных микродуговым оксидированием [Текст] / Ю. А. Кузнецов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2004. - № 6. - С. 28.
3. Басинюк, В. Л. Тепловая нагруженность фрикционного контакта деталей из алюминиевых сплавов с покрытиями  $\text{Al}_2\text{O}_3$  [Текст] / В. Л. Басинюк, А. В. Коломейченко, Е. И. Мардосевич // Трение и износ. - 2005. - Т. 26, № 3. - С. 295-303.
4. Басинюк, В. Л. Способ фрикционно-механического формирования антифрикционных покрытий на  $\text{Al}_2\text{O}_3$  [Текст] / В. Л. Басинюк, А. В. Коломейченко, В.А. Кукарко [и др.] // Трение и износ. - 2005. - Т. 26, № 5.

– С. 530-538.

5. Пат. 2147323 Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> С 25 D 11/06. Электролит для микродугового анодирования алюминия и его сплавов [Текст] / Ю. А. Кузнецов, А. В. Коломейченко, А. Н. Новиков [и др.]. - № 99110977/02; заявл. 17.05.1999 ; опубл. 10.04.2000, Бюл. № 10. – 6с.

6. Пат. 2152255 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 01 J 37/34, 21/00, 21/04, 23/16, 23/70. Способ получения оксидных каталитически активных слоёв и каталитически активный материал, полученный данным способом [Текст] / А. И. Мамаев, П. И. Бутягин. - № 98113500/04 ; заявл. 14.07.1998 ; опубл. 10.07.2000, Бюл. № 19. – 8с.

7. Коломейченко, А. В. Технология повышения долговечности деталей машин восстановлением и упрочнением рабочих поверхностей комбинированными методами с применением микродугового оксидирования: монография. [Текст] / А. В. Коломейченко - Орел: Изд. ОрелГАУ, 2013. – 230 с.

8. Гаркунов, Д. Н. Триботехника, износ и безызносность [Текст] / Д. Н. Гаркунов. – М. : МСХА, 2001. - 616 с.

9. Кравцов, В. И. Методы снижения трения и износа деталей машин [Текст] : обзорная информация / В. И. Кравцов ; ВНИИТЭМР. Сер. Прогрессивные технологические процессы в машиностроении. Вып. 5. – М.: 1990. – 44с.

10. Избирательный перенос в тяжело нагруженных узлах трения [Текст] / Д.Н. Гаркунов, С.И. Дякин, О.Н. Курлов [и др.] ; под общ. ред. Д. Н. Гаркунова. – М.: Машиностроение, 1982. - 207с.

11. Коломейченко, А.В. Повышение износостойкости деталей из алюминиевых сплавов специализированными покрытиями [Текст] / А. В. Коломейченко, А.В. Козлов// Строительные и дорожные машины. – 2013. - №1. – С. 20-26.

12. Коломейченко А. В. Исследование покрытий, сформированных мдо, в режиме атомно-силовой микроскопии/ А. В. Коломейченко // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №1(36) 2012, 25-30 с.

13. Коломейченко А. В. Определение скорости дрейфа заряженных частиц между электродами при электроискровой обработке / . В. Коломейченко, В. З. Павлов, И. С. Кузнецов // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №2(37) 2012, 24-31 с.

**Коломейченко Александр Викторович**

ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», г. Орел

Доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой надежности и ремонта машин

Тел.: +7-(4862)-76-19-21

E-mail: [kolom\\_alla@inbox.ru](mailto:kolom_alla@inbox.ru), [service1@orelsau.ru](mailto:service1@orelsau.ru)

## ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ КАРЬЕРНЫХ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ-САМОСВАЛОВ

*Определена цель и основные задачи диссертационной работы в направлении совершенствования организации ремонтного обслуживания двигателей карьерных автомобилей-самосвалов. Разработана и внедрена в производство оптимальная структура и периодичность ремонтных воздействий. Проверена на практике эффективность режимов бестормозной приработки и испытания двигателей ЯМЗ-240Н после проведения ремонтных воздействий методом замены изношенных элементов.*

**Ключевые слова:** :техническое состояние, ресурс, ремонтное воздействие, работоспособность, структура и периодичность ремонтных воздействий, бестормозная обкатка.

V. S. SHATERNIKOV

## PROBLEMS OF IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF CORRECTIVE MAINTENANCE OF ENGINES OF CAREER HEAVY-LOAD CARS DUMP TRUCKS

*Definite purpose and the main objectives of dissertation work in the direction of improvement of the organization of corrective maintenance of engines of career cars dump trucks. The optimum structure and frequency of repair influences is developed and introduced in production. Efficiency of modes bestormozny extra earnings and tests of engines to YaMZ-240N after of carrying out repair influences by a method of replacement of worn-out elements is checked in practice.*

**Keywords:** technical condition, resource, repair influence, working capacity, structure and frequency of repair influences, bestormozny running in.

Неуклонное развитие горнодобывающей промышленности предопределило бурный рост машинного парка и оборудования, а также увеличение интенсивности их эксплуатации, и как следствие, потребности в ремонтных воздействиях. В этой связи, затраты на выполнение ремонтных воздействий различных машин и оборудования, в общем балансе расходов по данной отрасли, составляют довольно значительный удельный вес.

Тем не менее, несмотря на отвлечение значительных трудовых и материальных ресурсов на ремонтные воздействия, в отрасли простаивает в неисправном состоянии большое количество объектов производства и оборудования. Ежегодные потери, от этих простоев, составляют миллиарды рублей. Следовательно, совершенствование ремонтного обслуживания, и на этой основе повышение эффективности использования горнодобывающей техники, является первостепенной задачей данной отрасли экономики страны. Наиболее актуальны, эти вопросы относятся к двигателям большегрузных автомобилей-самосвалов, являющихся мелкосерийной, но дорогостоящей продукцией машиностроения, и как наиболее часто подвергающихся ремонтным воздействиям в период их эксплуатации. По предприятиям металлургии РФ, ежегодно, только из капитального ремонта выпускается более 50 тыс. двигателей ЯМЗ-240Н. Выпуск новых - составляет немногим более 150 тыс. шт. Таким образом, в целях повышения эффективности их использования, в условиях такой массовости, весьма важным является совершенствование организации их ремонтного обслуживания.

Практика эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта горнодобывающей промышленности показывает, что без улучшения их технического состояния, а следовательно, и без повышения надежности и совершенствования методов технического обслуживания и ремонта, интенсификация его использования невозможна.



В этой связи, задача повышения эффективности использования автомобильного транспорта приобретает особую актуальность, поскольку от его производительности и степени технической готовности, во многом зависит успешное выполнение планов данной отрасли экономики.

Одним из слагаемых эффективности работы дорогостоящей автомобильной техники горнодобывающей промышленности, является качество их управления в эксплуатации.

Технико-экономический анализ основных тенденций, развития ремонтного обслуживания подвижного состава автомобильного транспорта и его агрегатов, показал, что одним из наиболее перспективных направлений, на данном этапе научно-технического развития, является проведение ремонтных воздействий методом замены изношенных элементов с организацией централизованного их восстановления индустриальными методами. Такой подход не противоречит и не препятствует развитию других прогрессивных методов, а именно, совершенствованию организации и технологии капитального и других видов ремонтных воздействий автомобилей и их агрегатов. Это в значительной степени касается и подвижного состава автомобильного транспорта горнодобывающей промышленности.

Надо отметить, что ремонтные воздействия двигателями методом замены изношенных элементов, являются с одной стороны предупредительными, поскольку они, в отличие от текущего, выявляются диагностикой в период предотказового состояния. С другой стороны - узловыми, поскольку можно одновременно заменять не отдельные элементы по мере их износа, а неработоспособные сборочные единицы (узлы) или группы деталей. Обоснование этих положений является одной из задач данных исследований.

На основе системного подхода, при проведении исследований, была поставлена цель - решить комплекс вопросов построения оптимальной системы ремонтных воздействий, обеспечивающих рациональное использование технического ресурса двигателей. Под этим следует понимать, что технико-экономические основы ремонта, методом замены изношенных и поврежденных элементов, должны максимально сочетаться с положительными особенностями современного авторемонтного производства (высокоорганизованная технология на индустриальной основе, специализация и кооперирование производства и др.) [3].

Исходя из поставленной цели, были решены следующие задачи:

1. Разработаны научные основы формирования оптимальной структуры и периодичности замены изношенных элементов.
2. Разработаны основные положения выбора оптимальной стратегии ремонтных воздействий.
3. Разработана оптимальная система ремонтных воздействий автомобильных двигателей (на примере двигателя ЯМЗ-240Н).
4. Разработаны режимы и оснастка бестормозной обкатки двигателей после проведения ремонтных воздействий методом замены изношенных элементов.
5. Дана оценка качества приработки двигателей ЯМЗ-240Н после проведения бестормозной обкатки по разработанным режимам.
6. Проведена оценка эффективности бестормозной обкатки двигателей ЯМЗ-240Н.
7. Дано обоснование целесообразности и технической возможности централизованного восстановления сборочных единиц (узлов).

Ремонтное обслуживание объектов производства является объективной необходимостью и диктуется техническими и экономическими соображениями.

Условия эксплуатации, особенности конструкции объектов производства, прочностные характеристики материала и т.д., в значительной степени влияют на износостойкость и продолжительность работы их элементов. Это понимается так, что чем интенсивнее изнашиваются элементы объекта производства, тем значительнее величина их

стоимости перечисляется на готовый продукт. Поскольку все элементы объекта производства взаимосвязаны, то элемент, полностью передавший свою стоимость продукту труда и исчерпавший свою потребительскую стоимость, приводит к невозможности его функционирования.

Ситуация, при которой износ элементов объекта производства способствует ухудшению их технического состояния или замене, приводит к необходимости периодического восстановления этих элементов. Восстановление же функций изношенных или поврежденных элементов осуществляется путем их замены или проведением ремонтных воздействий.

Проведение ремонтных воздействий обусловлено следующими факторами:

1. Имеющиеся мощности по производству объектов производства все еще недостаточно высоки.

2. Используются только те элементы объектов производства, которые изнашивались не полностью. При этом, значительный объем прошлого труда продолжает функционировать в производственном процессе восстановления в не полностью изношенных элементах объекта производства.

3. Проведение ремонтных воздействий способствует экономии металла, который должен быть использован на изготовление новых объектов производства.

Основные направления совершенствования и развития отраслей экономики страны, согласно Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, предусматривают пути реализации резервов повышения их эффективности. Здесь идет речь о необходимости динамического и пропорционального развития общественного производства, повышении его эффективности, ускорения научно-технического прогресса, роста производительности труда, а также всемерного улучшения качества работы во всех звеньях экономики.

Это означает, что совершенствование ремонтного производства должно двигаться в направлении обеспечения максимального использования объектов производства при минимальных затратах общественного труда на их ремонтное обслуживание.

К числу основных причин длительных простоев и значительных затрат труда и средств на ремонтное обслуживание объектов производства, в том числе автотранспортных средств и их составных частей, следует отнести:

- техническое несовершенство конструкций объектов производства в отношении их приспособленности к обслуживанию и ремонту при эксплуатации;
- несовершенство организации системы ТО и ремонтного обслуживания объектов производства.

Проблема полного и эффективного использования технического ресурса, связанная с ремонтными воздействиями, особенно актуальна для автомобильных двигателей. По массовости ремонтных воздействий, автомобильные двигатели, занимают в экономике страны одно из первых мест.

В организации восстановления работоспособности автомобильных двигателей, в настоящее время, имеют место следующие тенденции:

- многократное проведение капитальных ремонтов в условиях специализированных ремонтных предприятий;
- проведение капитального ремонта в условиях мастерских автотранспортного цеха предприятия (ГОКа) или автосервиса;
- проведение замены отдельных узлов и элементов в мастерских автотранспортного предприятия или автосервиса.

В решение проблемы совершенствования эффективности работы автомобильного транспорта, значительный вклад внесен трудами советских и отечественных ученых, а именно: Л.Л. Афанасьевым, Л.А. Бронштейном, И.П. Бухариным, Д.П. Великановым, Н.Я. Говорущенко, А.Ф. Дергачевым, Л.В. Дехтеринским, И.Е. Дюминым, В.В. Ефимовым, Н.И. Иващенко, Г.В. Крамаренко, Р.Н. Колегаевым, В.А. Корчагиным, Р.В. Кугелем, К.Т.

Кошкиным, Е.С. Кузнецовым, И.А. Луйк, Н.Н. Масловым, Я.Н. Несвитским, А.Н. Новиковым, А.Н. Островцевым, А.М. Шейниным, С.В. Шумик и др. Ими были проведены фундаментные исследования по вопросам надежности и долговечности, технологии и организации технического обслуживания и ремонта автомобилей и их агрегатов.

Применяемая система технического обслуживания и ремонта в значительной степени определяет затраты на эксплуатацию автомобилей [6]. Повышение технического прогресса техники и изменения требований к ее эксплуатации настоятельно требуют совершенствования системы ТО и ремонта. Одним из основных требований повышения эффективности общественного производства, является экономическая оптимизация системы ремонтного обслуживания автотранспортных средств.

Необходимость решения назревшей проблемы, совершенствования организации проведения ремонтных воздействий и повышения эффективности использования машин, путем восстановления их работоспособности периодической заменой изношенных элементов, потребовала решения такой, значительной по своему содержанию, научной задачи как:

- разработка научных основ формирования оптимальной структуры и периодичности замен изношенных элементов;
- обоснование оптимальной стратегии ремонтных воздействий и разработки некоторых организационно-технических вопросов, связанных с практической реализацией ремонтных воздействий двигателей карьерных большегрузных автомобилей-самосвалов, методом замены изношенных элементов.

Как показал сравнительный анализ альтернативных стратегий ремонтных воздействий автомобильных двигателей, восстановление их работоспособности методом замены изношенных элементов, в условиях централизации этих работ, является наиболее эффективным способом улучшения использования их потенциальных свойств и повышения эффективности их эксплуатации.

По результатам выполненных исследований, Вашему вниманию представлены следующие основные положения:

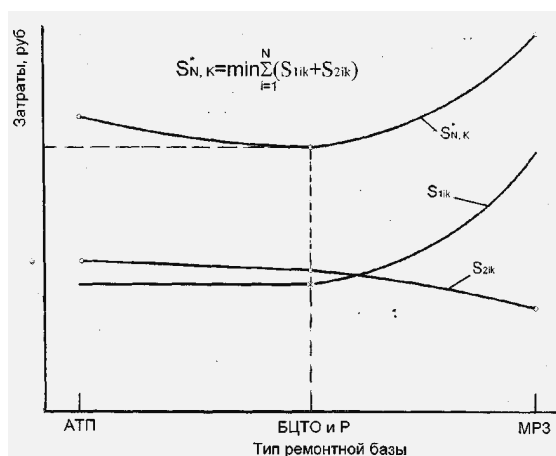
1. Метод формирования оптимальной структуры и периодичности замен изношенных элементов двигателей
2. Методика выбора оптимальной стратегии ремонтных воздействий двигателей, методом замены изношенных элементов.
3. Результаты и анализ экспериментальных исследований надежности, долговечности и отказов двигателей.
4. Результаты оптимизации системы ремонтных воздействий двигателей ЯМЗ-240Н, давшие возможность разработать структурные схемы и оптимальные стратегии замен изношенных элементов, представляющие основу научной организации ремонтных воздействий двигателей карьерных автомобилей-самосвалов.
5. Режимы и оснастка бестормозной обкатки и испытания дизельных двигателей ЯМЗ-240Н после ремонтных воздействий методом замены изношенных элементов.
6. Номенклатура и состав сборочных единиц, подлежащих централизованному восстановлению и замене при проведении ремонтных воздействий.
7. Реальные возможности улучшения эффективности восстановления работоспособности двигателей.
8. Анализ технико-экономических показателей ремонтных воздействий методом замены изношенных элементов.

Обобщенность сформулированных и обоснованных научных положений представляет собой новое и перспективное направление в области восстановления работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта.

Получена следующая реализация результатов проведенных исследований:

- разработано положение по проведению узлового метода ремонта для двигателей карьерных автомобилей-самосвалов;
- проведено опытное внедрение ремонтных воздействий методом замены изношенных элементов в ремонтных мастерских предприятий горнодобывающей промышленности Министерства металлургии РФ: Лебединский ГОК, Стойленский ГОК, ЗАО «Гормаш»;
- организовано централизованное восстановление изношенных элементов и сменных узлов для двигателей ЯМЗ-240Н на ЗАО «Гормаш» г. Белгорода.

Общей тенденцией для всех типов ремонтных баз, в которых можно проводить замену изношенных элементов, является следующее. Затраты на текущий ремонт, зависящие от глубины ремонта, с увеличением затрат на замену, уменьшаются. И наоборот, с уменьшением затрат на замену изношенных элементов, затраты на текущие ремонтные воздействия увеличиваются (см. рис.1). Приведенная закономерность позволяет рассмотреть задачу выбора наиболее приемлемой стратегии ремонтных воздействий, как оптимизационную.



**Рисунок 1 - Характер изменения затрат на ремонт заменой узлов и деталей ( $S_{1ik}$ ), текущий ремонт ( $S_{2ik}$ ) и суммарных ( $S_{N,k}$ ), в зависимости от типа ремонтной базы**

В основу разработки алгоритма, оптимизации стратегии ремонтного обслуживания объектов производства, положена идея алгоритма «киевский веник» (см. рис. 2). Суть этой идеи заключается в формулировке правил последовательного сужения множества конкурентно-способных вариантов [2]. Многошаговый процесс, этого алгоритма, позволяет на каждом шаге «отметать» некоторое множество вариантов  $\Omega_j$ , о котором в процессе работы алгоритма, становится известным, что оно, не содержит оптимального варианта. Исследования, проведенные на Лебединском ГОКе, показали, что уже после второй итерации установлен оптимальный вариант ремонтного обслуживания для двигателей ЯМЗ-240Н. Это сочетание следующих ремонтных обслуживаний: предупредительный ремонт № 1 – капитальный ремонт – предупредительный ремонт № 1 – списание двигателя (ПР1 – КР – ПР1).

Такие универсальные методы, как метод полного перебора, динамического программирования, случайного поиска и др., по сравнению с алгоритмом, как «киевский веник», являются менее рациональными. Этот метод положен нами в основу разработанного алгоритма, выбора оптимальной стратегии ремонтных воздействий объектов производства.

На рис. 3 представлены ресурс основных элементов и результаты расчета возможного совмещения замен элементов. Сплошными линиями показаны экономически целесообразные совмещения, пунктирными линиями – нецелесообразные.

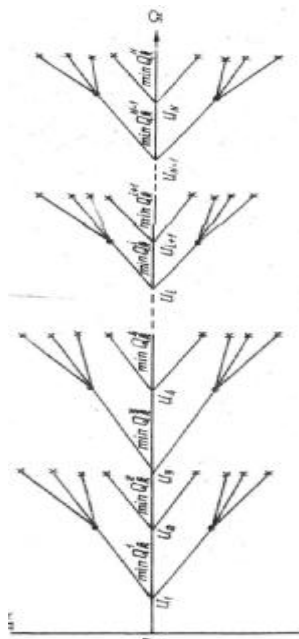


Рисунок 2 - Схема алгоритма с усечением рассматриваемых вариантов после двух итераций

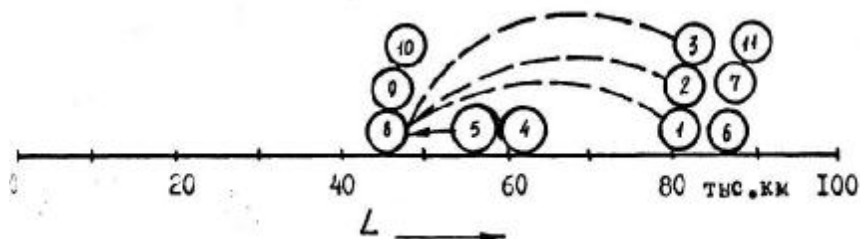


Рисунок 3 - Ресурсы основных элементов:

1 – блок цилиндров; 2 – головка цилиндров; 3 – клапана; 4 – вал коленчатый; 5 – вкладыши шатунные; 6 – шатун; 7 – вал распределительный; 8 – поршень; 9 – гильза цилиндров; 10 – кольца поршневые; 11 – палец поршневой

Последовательность и результаты решения задачи, по обоснованию оптимальной структуры и периодичности ремонтных воздействий двигателя ЯМЗ-240Н, представлены на рис. 4.

Результаты оптимального группирования, с учетом повторного ресурса элементов и узлов, показаны на рис. 4а.

На рис. 4б показана целесообразность одновременных замен элементов из различных узлов, имеющих незначительный интервал по ресурсу.

Результаты расчетов структуры и периодичности ремонтных воздействий, за весь срок службы двигателя ЯМЗ-240Н, представлены на рис. 4в. Как показали проведенные исследования, оптимальный ресурс двигателя ЯМЗ-240Н до списания, при стратегии ремонтного обслуживания ПР1 – КР – ПР1, составил 146,0 тыс. км. Удельные затраты на 1000 км пробега, по этой стратегии, составили 8190руб. (При традиционной стратегии КР – КР – КР, эти затраты составили 9730руб.)[7].

Завершающей операцией технологического процесса изготовления и ремонта автомобильных двигателей, является кратковременная стендовая обкатка. Ее назначение сводится к первоначальной приработке трущихся пар, промывке каналов блока цилиндров от оставшихся абразивных частиц и первоначальных продуктов износа, выявлению дефектов и их устранению и к проверке работоспособности восстановленного двигателя.

Приработка способствует формированию микрогеометрии и созданию новых физико-механических свойств поверхностных слоев деталей воспринимающих эксплуатационные нагрузки. Последующая надежность и долговечность двигателей в значительной степени зависит от качества их приработки.



Рисунок 4 - Формирование структуры и периодичности ремонтного обслуживания двигателей ЯМЗ-240Н:

*P* – ремонтное воздействие; *ПР1* – предупредительный ремонт № 1; *ПР2* – предупредительный ремонт № 2; *S* – списание двигателя; --- - повторная замена деталей

На Лебединском и Стойленском ГОКах была проведена опытная бестормозная обкатка двигателей ЯМЗ-240Н, позволившая оценить не только равномерность работы отдельных цилиндров, но и удельный расход топлива.

По результатам исследований [5] установлено, что тормозные и бестормозные нагрузки имеют почти одинаковые результаты приработки.

Бестормозной способ нагружения, при котором выключаются из работы часть цилиндров, позволяет получить довольно широкие пределы бестормозной нагрузки. Так, например, при выключении шести цилиндров, бестормозная нагрузка шести работающих цилиндров двигателя ЯМЗ-240Н изменяется от 15,6 л.с. при 800 мин<sup>-1</sup> до 214 л.с. при 2100 мин<sup>-1</sup> [1], что почти соответствует тормозной нагрузке при обкатке этих двигателей на мотороремонтных предприятиях [4]. Это еще раз подтверждает целесообразность использования бестормозного способа нагружения двигателя, при выключении из работы части цилиндров, при его обкатке, после замены изношенных элементов, приработка которых является обязательным условием длительной и надежной работы двигателя.

Определение исходных параметров бестормозной приработки двигателей не являлась целью настоящих исследований. Задача настоящих исследований сводилась, прежде всего, к проверке эффективности режимов бестормозной приработки и испытания, возможности их корректировки и внедрения при восстановлении работоспособности двигателей ЯМЗ-240Н методом замены изношенных элементов, которые, собственно, и лимитируют их ресурс до капитального ремонта.

Постановка такой задачи связано с тем, что в результате предварительного изучения существующих рекомендаций по бестормозной приработке, для двигателей ЯМЗ-240Н они практически не проводились. В результате проведенных экспериментальных исследований были определены оптимальные режимы бестормозной приработки двигателей ЯМЗ-240Н (таблица 1).

Таблица 1 - Режимы бестормозной обкатки двигателей ЯМЗ-240Н после их ремонта

Стадия приработки	Этапы	Частота вращения коленчатого вала, мин <sup>-1</sup>	Число работающих цилиндров	Условная эффективная нагрузка, л.с.	Продолжительность обкатки, мин
Холодная	1	600-700	-	-	20
Холостой ход	2	1500-1600	12	-	10
	3	1600-1700	12	-	20
	4	1700-1800	12	-	20
Под нагрузкой работает 1-я половина цилиндров	5	1500-1600	6	35-40	20
	6	1600-1700	6	40-45	20
	7	1700-1800	6	120-125	20
	8	1800-1900	6	170-175	20
	9	1900-2000	6	185-190	20
	10	2000-2100	6	215-220	20
Под нагрузкой работает 2-я половина цилиндров	11	1500-1600	6	35-40	20
	12	1600-1700	6	40-45	20
	13	1700-1800	6	120-125	20
	14	1800-1900	6	170-175	20
2-я половина цилиндров	15	1900-2000	6	185-190	20
	10	2000-2100	6	215-220	20
					310

По результатам проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Особое место, среди проблем улучшения эффективности экономики страны, занимают вопросы, связанные с рациональной организацией ремонтных воздействий объектов производства.

2. С точки зрения долговечности и ремонтпригодности, техническое совершенство объектов производства должно оцениваться не с позиции восстановления их работоспособности, путем проведения капитальных ремонтов, а с позиции необходимости создания машин, не требующих при ремонтных воздействиях, трудоемких разборочно-сборочных работ, связанных с заменой наименее долговечных элементов и узлов.

3. Проведение ремонтных воздействий машин, методом замены изношенных элементов, является современным методом восстановления их работоспособности.

4. У современных автомобильных двигателей, как показали выполненные исследования, не соблюдается одно из важнейших условий повышения их безотказности и ремонтпригодности – кратность ресурса элементов до отказа. Для двигателей ЯМЗ-240Н, коэффициент относительной долговечности элементов двигателя колеблется от 0,56 до 1,1 без соблюдения кратности.

5. Разработан метод формирования оптимальной структуры и периодичности ремонтных воздействий, методом замены изношенных элементов. В основу минимизации целевой функции определения оптимальной структуры и периодичности ремонтных воздействий, методом замены изношенных элементов, положен алгоритм, основанный на методах направленного перебора.

6. По данным выполненных теоретических разработок и экспериментальных исследований, была построена оптимальная структура ремонтных воздействий двигателей ЯМЗ-240Н, методом замены изношенных элементов.

7. Разработаны и исследованы модели наиболее распространенных стратегий ремонтных воздействий двигателей ЯМЗ-240Н. Для определения оптимальной стратегии ремонтных воздействий объектов производства разработана методика, в основу которой лежат принципы экономико-математического моделирования.

8. В значительной мере, эффективность и качество ремонтных воздействий автомобильных двигателей, проведенных методом замены изношенных элементов, определяются их последующей приработкой. Разработанные и исследованные в настоящей диссертационной работе режимы и оснастка бестормозной обкатки двигателей ЯМЗ-240Н, доступны для широкого применения в мастерских ЦТТ ГОКов.

9. Незначительные масштабы и низкий уровень концентрации ремонтных воздействий, и особенно эксплуатационных, при которых осуществляется замена изношенных элементов, являются причинами серьезных препятствий для их эффективной организации, совершенствования технологических процессов, рационального использования средств механизации и автоматизации, повышения качества и снижения себестоимости выпускаемой продукции.

10. Анализ разработанных структурных схем моделей ремонтных воздействий двигателей ЯМЗ-240Н показал, что после пробега 45 тыс. км целесообразно выполнить предупредительный ремонт (ПР1). Это будет способствовать доведения их ресурса до капитального ремонта до пробега 81 тыс. км.

14. Для реализации преимуществ, разработанного метода ремонтных воздействий объектов производства, на этапе их проектирования необходимо осуществить такие решения, которые позволили бы восстановить их работоспособность методом замены изношенных элементов. При этом, необходимо обеспечить кратность сроков службы заменяемых элементов, доступность к ним, возможность контролепригодности путем создания средств встроенного диагностирования и не требовалось бы применения сложного технологического оборудования и использования труда специалистов высокой квалификации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аршинов В.Д. Ремонт двигателей ЯМЗ-240, ЯМЗ-240Н, ЯМЗ-240Б. /В.Д. Аршинов и др. – М.: «Транспорт», 1978. – 380 с.
2. Дюмин И.Е. Определение оптимальной стратегии ремонта машин. Республиканский межведомственный научно-технический сборник «Автомобильный транспорт», /И.Е. Дюмин, А.Ф. Шевцов. – Киев: «Техніка», Выпуск 13, 1976. С. 63 – 66.
3. Зырянов И.В. Повышение эффективности систем карьерного автотранспорта в экстремальных условиях эксплуатации. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. /И.В. Зырянов. – Санкт-Петербург. 2006. 378 с.
4. Мухин Н. Приработка двигателей после капитального ремонта. /Н. Мухин, Н. Маслов, И. Столяров. – М.: «Автомобильный транспорт», 1972, № 4. С.
5. Отчет ЗАО «Гормаш» г. Белгород о выполнении плана по себестоимости товарной продукции. – Белгород: ЗАО «Гормаш», 2005-2012. – 25 с.
6. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: «Транспорт», 1986. – 72 с.
7. Шатерников В.С. Пути повышения ресурса двигателей карьерных автосамосвалов БелАЗ до капитального ремонта. /В.С. Шатерников, И.Е. Дюмин, Н.Р. Емельянов. – М.: «Горный журнал», № 9, 1984. С. 51 – 54.

### **Шатерников Владимир Степанович**

НЧОУ ВПО «Курский автодорожный институт», г. Курск

Кандидат технических наук, доцент, зав. Кафедрой «Автомобильное хозяйство и автосервис»

Моб. Т. 8-903-024-59-50

E-mail: [noukti@mail.ru](mailto:noukti@mail.ru)



УДК 62-729.3/.-732:629.63.6:66.046.1

Э.И. УДЛЕР, В.Д. ИСАЕНКО, П.В. ИСАЕНКО, Д.В. ХАЛТУРИН

## СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТОПЛИВА ПУТЕМ ЕГО ПОДОГРЕВА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН В РАЙОНАХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА

*Представлена конструкция фильтра для очистки и подогрева топлива в процессе эксплуатации машины при низких температурах. Предложен метод расчета системы подогрева топлива в топливных системах машин с дизельными двигателями.*

**Ключевые слова:** Дизельное топливо, эффективность очистки, фильтрация, подогрев.

E.I. UDLER, V.D. ISAENKO, P.V. ISAENKO, D.V. KHALTURIN

## METHOD OF REDUCING POLLUTION BY ITS FUEL HEATER OPERATION OF MACHINES IN AREAS OF A COLD CLIMATE

*Presented the design of a filter for the purification and heating fuel in the process of operation of the machine at low temperatures. The method for calculating the heating system of the fuel in the fuel systems of vehicles with diesel engines.*

**Keywords:** Diesel fuel, efficiency of purifying, filtration, heating.

Основная часть современных мобильных машин в качестве силового модуля имеет двигатель, работающий на дизельном топливе. Топливная аппаратура дизеля весьма чувствительна к состоянию топлива с точки зрения его загрязненности механическими частицами абразивного характера и водой. По ГОСТ 305-82 содержание данного вида загрязнений не допустимо.

К сожалению, факт загрязнения топлива является безусловным как в процессе его транспортирования к потребителю, так и при хранении на АЗС, и при эксплуатации машин (табл. 1).

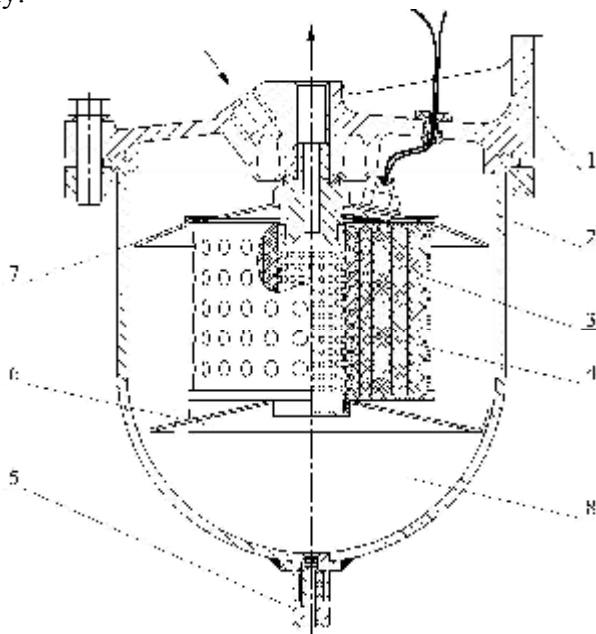
Таблица 1 – Среднесезонная загрязненность топлива при заправках и в топливных баках мобильных машин

Регион	Автозаправочный пистолет			Топливный бак машины (статический режим)		
	Массовая С, % масс	Счетная п, шт/мл	Содержание воды, %	Массовая С, % масс	Счетная п, шт/мл	Содержание воды, %
г. Томск	0,0011±0,0055	6800±28150	0,014±0,018	0,0048±0,0061	26170±37800	0,021±0,030
Кожевниковский район	0,0012±0,0064	8200±31000	0,0016±0,0020	0,0052±0,0087	23230±41450	0,028±0,035
Кемеровская область	0,0012±0,0062	7700±33800	0,0012±0,016	0,0037±0,0056	30150±41800	0,015±0,034

Необходимо отметить, что неудовлетворительная эффективность штатного фильтра грубой очистки мобильных машин, выполненного в виде гравитационного отстойника и отсутствие в топливной системе подогрева топлива приводят к образованию шламов, состоящих из органических и неорганических соединений, а при низких температурах и к его парафинизации и образованию кристаллов льда. В результате отказывают фильтры тонкой очистки топлива, что приводит к повышенному износу уникальной топливной аппаратуры и снижению ресурса дизеля [1, 2].

Предлагаемый авторами статьи вариант модернизации типового фильтра-отстойника имеет двухфункциональный термостабильный фильтроэлемент объемного типа, вмонтированный в стандартный корпус фильтра грубой очистки (рис. 1).

В качестве фильтрационного материала может быть применен синтетический пористый деформируемый материал, например по ТУ 8397-001-05204776-01, навиваемый вместе с электропроводной подложкой, выполняющей роль нагревателя, на перфорированную трубку.



**Рисунок 1 – Модернизированный фильтр грубой очистки топлива:**

- 1) крышка корпуса фильтра; 2) корпус фильтра; 3) фильтроэлемент (патент RU 2112582 С1 В 01 D29/48); 4) нагревательный элемент; 5) сливная пробка; 6) успокоитель; 7) отражатель; 8) отстойная зона**

Намотка фильтровальной ленты с постепенным уменьшением уплотнения позволяет получить фильтрующий элемент с пористостью, увеличивающейся от  $\Psi_{\min}$  (в областях прилегающих к каркасу) до  $\Psi_0$  (на периферии элемента). В процессе очистки жидкость последовательно проходит от периферии к центру. При этом задержка частиц больших размеров осуществляется в областях, близких к периферии, меньших размеров – в слоях меньшей пористостью. Подобная структура фильтрующего материала позволяет обеспечить равномерную забивку частицами загрязнений и повысить ресурс его работы.

Одним из параметров, оценивающих эффективность фильтров, является тонкость фильтрации жидкости.

Исследования изменения тонкости фильтрации топлива от степени обжата  $n$ , например, иглопробивного нетканого материала показали, что она удовлетворительно описывается эмпирической зависимостью вида [5]:

$$d_{0,95} = 5,134 \sqrt{\frac{K_0}{n[1-(1-\Psi_0)n]}} \quad (1)$$

где  $d_{0,95}$  – размер частиц загрязнений, 95 % которых задерживается фильтрующим элементом;  $K_0$  – коэффициент проницаемости исходного материала фильтра;  $\Psi_0$  – начальная пористость исходного материала.

Длина фильтровальной ленты  $L$  может быть определена по формуле, полученной исходя из способа намотки ленты по закону логарифмической спирали:

$$L = \frac{\pi (r_n - r_s)^2}{\delta} \left( \frac{2 - (\Psi_0 + \Psi_{\min})}{2(1 - \Psi_0)} \right),$$

где  $r_n, r_b$  – соответственно, наружный и внутренний радиусы фильтроэлемента, м;  $\delta$  – толщина пластины фильтроматериала;  $\Psi_{\min}$  – минимальная требуемая пористость фильтровального материала на трубке, обеспечивающая требуемое качество очистки фильтруемой жидкости.

Другим важным параметром, оценивающим эффективность очистки фильтрами, является перепад давления топлива при прохождении через поры фильтрующего материала. Соответствующая зависимость перепада давления топлива от геометрических параметров фильтроэлемента, физических свойств и степени обжатия материала, а так же свойств топлива может быть определена из следующих рассуждений.

Пренебрегая гидравлическим сопротивлением перфорированной подложки, спиральную ленту фильтроматериала рассматриваем как цилиндрическую сплошную, с уменьшающейся к центру пористостью и проницаемостью за счет управляемого обжатия при изготовлении.

Для этого случая закон Дарси будет иметь вид

$$v = -\frac{K}{\mu} \frac{dP}{dr}, \quad v = v_n \frac{r_n}{r}. \quad (2)$$

Здесь,  $K$  – коэффициент проницаемости пористого материала,  $\mu$  – динамическая вязкость жидкости;  $v$  – текущая по толщине скорость фильтрования в перегородке;  $P$  – давление;  $r$  – радиус фильтроэлемента.

Для фильтрующего материала с постоянным коэффициентом проницаемости  $K$  решение уравнения Дарси известно [3]. Для деформируемых пористых материалов, в том числе и в данном случае коэффициент проницаемости при обжатию уменьшается пропорционально степени обжатия  $n$  от начального  $K_0$ :

$$K = \frac{K_0}{n}. \quad (3)$$

Степень обжатия, изменяющаяся по радиусу фильтроэлемента, может быть определена по формуле, описывающей линейное уменьшение пористости и проницаемости фильтровальной ленты через степень обжатия в каждом сечении по радиусу  $r$ :

$$n = n_b - x \frac{(r - r_b)}{(r_n - r_b)}. \quad (4)$$

Здесь,  $n_b$  – степень обжатия первого (внутреннего) слоя ленты фильтроматериала, обеспечивающая требуемую тонкость очистки и соответствующую минимальную проницаемость материала на выходе  $K_{\min}$ ;  $x$  – коэффициент пропорциональности.

Подставляя (4) в (2) с учетом (3) и разделяя переменные, имеем:

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{v_n r_n \mu}{r} \frac{\left[ n_b - (n_b - 1) \frac{(r - r_b)}{(r_n - r_b)} \right]}{K_0}, \quad (5)$$

где  $v_n$  – скорость потока на огибающей поверхности фильтра.

Интегрируя (5) в границах схемы (рис. 2) и выражая скорость потока на огибающей поверхности фильтра через расход топлива  $V$  на его высоте  $H$ , а динамическую вязкость через кинематическую  $\nu$  и плотность топлива  $\rho$ , получаем исходную зависимость в виде

$$\Delta P = (P_n - P_b) = \frac{V \nu \rho}{2\pi K_0 H} \left\{ n_b \ln \left( \frac{r_n}{r_b} \right) - (n_b - 1) \left[ 1 - \frac{\ln \left( \frac{r_n}{r_b} \right)}{\left( \frac{r_n}{r_b} - 1 \right)} \right] \right\}. \quad (6)$$

Теоретические предпосылки перепада давления топлива, рассчитанные по представленной математической модели, подтверждаются результатами эксплуатационных испытаний модернизированного образца ФГО при различных степенях обжарки  $n_b$  (рис. 3).

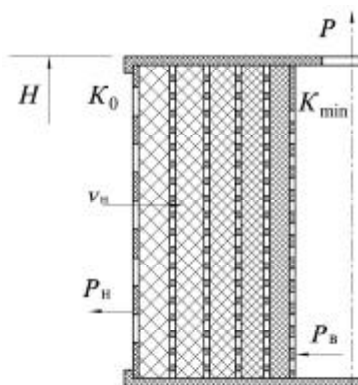


Рисунок 2 – Схема фильтроэлемента для расчета параметров

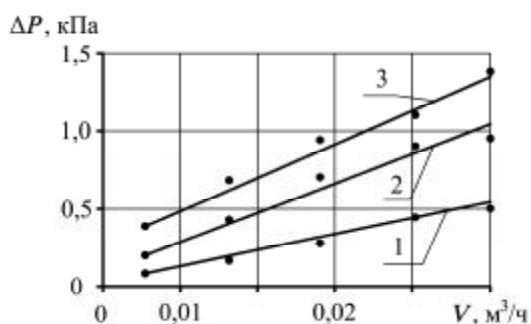


Рисунок 3 – Характер изменения перепада давления топлива на фильтроэlemente от расхода топлива при различной степени обжарки ( $n_b$ ):

1)  $n_b = 2$ ; 2)  $n_b = 3$ ; 3)  $n_b = 3,5$ ;

точки – опытные данные; кривая – расчетные значения по формуле (6)

Ниже представлено краткое изложение теоретических предпосылок процесса нагрева топлива в элементах топливной системы машин, которые сводятся к оценке изменения температур  $T_1$  на входе в фильтр грубой очистки и  $T_2$  на входе в фильтр тонкой очистки.

Для машин, имеющих штатный смеситель-подогреватель на выходе из топливного бака и модернизированный ФГО, процесс нагрева топлива на участке от выхода из бака до входа в ФГО может быть представлен уравнением теплового баланса в элементарной форме:

$$dQ_1 = dQ_{T_1} + dQ_{F_1} + dQ_{V_1}, \quad (7)$$

где  $dQ_1 = P_1 d\tau$  – тепло, поступившее от нагревателя  $H_1$ ;  $P_1$  – мощность нагревателя  $H_1$ ;  $dQ_{T_1} = qic_T (T_1 - T_0) d\tau$  – тепло, отведенное с нагретым топливом;  $q$  – расход топлива;  $i$  – кратность циркуляции;  $T_0$  – температура окружающей среды;  $T_1$  – температура топлива, поступившего из смесителя;  $dQ_{F_1} = (\alpha_1 F_1 + \alpha_{l1} F_{l1}) (T_1 - T_0) d\tau$  – тепло, отведенное внешним конвективным теплообменом;  $\alpha_1$ ,  $\alpha_{l1}$  – коэффициенты теплоотдачи смесителя и трубопровода;  $F_1$ ,  $F_{l1}$  – поверхности смесителя и трубопровода;  $dQ_{V_1} = (c_1 \rho_1 V_1 + c_{l1} \rho_{l1} V_{l1}) dT_1$  – тепло, затраченное на нагрев смесителя и трубопровода  $l_1$ ;  $c_T$ ,  $c_1$ ,  $c_{l1}$  – теплоемкости топлива, смесителя, трубопровода;  $V_1$ ,  $V_{l1}$  – объем материалов смесителя и трубопровода;  $\rho_1$ ,  $\rho_{l1}$  – плотность материалов смесителя и трубопровода.

После соответствующих подстановок и некоторых преобразований будем иметь:

$$T_1 = a_1 - (a_1 - T_0) e^{-b_1 \tau}, \quad (8)$$

здесь  $a_1$ ,  $b_1$  – переменные величины, зависящие от параметров, входящих в выражение (7).

Формула (8) описывает нестационарный процесс нагрева топлива, поступающего из смесителя по трубопроводу к фильтру грубой очистки (ФГО).

Процесс нагрева топлива в фильтре грубой очистки описывается уравнением теплового баланса,

$$P_2 d\tau = q_{ic_T} (T_2 - T_1) d\tau + (\alpha_2 F_2 + \alpha_{12} F_{12}) (T_2 - T_0) d\tau + (c_2 \rho_2 V_2 + c_{11} \rho_{12} V_{12}) dT_2,$$

где  $T_1$  – температура топлива, подогретого в смесителе и поступившего в ФГО, К.

После соответствующих преобразований ур. (10) и применения метода конечных элементов температура  $T_2$ , характеризующая процесс нагрева топлива, поступившего в ФГО, может быть определена из выражения:

$$T_2 = T_0 + \left( \sum_1^j \Delta T_{2,j} \right), \quad (9)$$

где  $j$  – принятое количество элементарных интервалов температур.

На рис. 4 представлены расчетные кривые и результаты экспериментальных исследований системы подогрева элементов топливной системы машины при мощности нагревателей смесителя  $P_1=235,2$  Вт и ФГО  $P_2=553,2$  Вт при  $T_0=238$  К, позволяющие оптимизировать конструктивные параметры элементов, включенных в топливные системы машин по энергозатратам и, в совокупности с формулами (1), (6), (9), по фильтрационным показателям.

Для управления тепловым процессом топливной системы в электрической сети модернизированного фильтра имеется устройство, позволяющее автоматически поддерживать необходимую температуру топлива в соответствии с температурой окружающей среды.

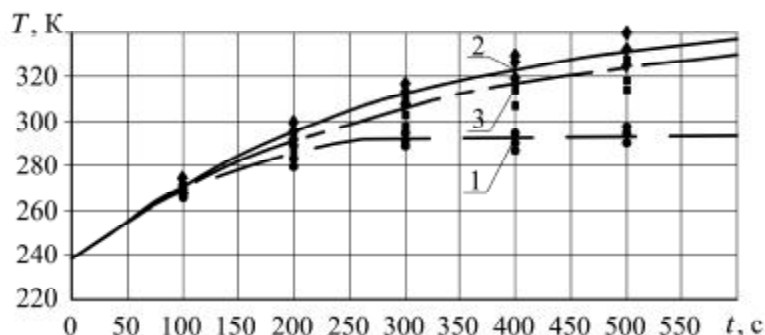


Рисунок 4 – Динамика изменения топлива в элементах топливной системы:

- 1) только смеситель-подогреватель; 2) смеситель+подогреватель ФГО; 3) только подогреватель ФГО; точки – опытные данные; кривая – расчетные значения по формулам (8) и (9)

Сравнительные испытания тракторов МТЗ-82 (рис. 5) в идентичных климатических условиях указали на явные преимущества модернизированного ФГО относительно штатного фильтра-отстойника.

Результаты оценки эффективности ФГО по количеству загрязнений в топливе даны в табл.2.

Из табл. 2 следует, что общее количество загрязнений на фильтрах в обоих случаях за время среднегодовых испытаний одинаковое, что объясняется практически равными условиями эксплуатации машин, обуславливающими равномерную массу общих загрязнений в топливе. В то же время наблюдается количественное перераспределение загрязнений по фильтрам. Так, если в серийной топливной системе около 75...80 % загрязнений содержится на ФГО и 20...25 % – на ФГО (отстойнике), то в усовершенствованной топливной системе наоборот: новый ФГО задерживает около 70 % загрязнений, тогда как ФГО – лишь 30 %. То есть основную нагрузку по задержанию

механических примесей в топливе принимает на себя модернизированный фильтр грубой очистки, что оказывает положительное влияние на повышение ресурса ФТО.



Рисунок 5 – Фильтр-нагреватель по патенту РФ (RU 2112582 CJ01Д29/48), установленный на двигатель

Таблица 2 – Результаты сравнительных эксплуатационных испытаний фильтров на загрязнения

Порядковый номер машины	Количество загрязнений на фильтрах топливной системы, гр								Результативность, раз		
	Серийная топливная система				Усовершенствованная топливная система				ФГО	ФТО	Всего
	Среднегодовая наработка т, моточасов	ФГО	ФТО	Всего	Среднегодовая наработка т, моточасов	ФТО	ФГО	Всего			
3	1920	244	974	1218	2124	1120	480	1600	4,60	2,03	1,31
4	2113	389	1107	1496	2037	803	414	1218	2,06	2,67	1,23
8	2880	206	875	1081	2005	964	451	1415	4,68	1,94	1,31
10	1549	287	1390	1677	2806	1063	159	1222	3,70	8,70	1,37
Всего	8420	1126	4343	5472	8972	3950	1504	5455	3,51	2,88	1,0
Удельное значение	2105	53,5	206,3	260,0	2243	176,0	67,0	243,0	3,29	3,07	1,07

Следует также отметить, что эксплуатация машин в холодное время года заметного влияния на эффективность работы топливной системы с предлагаемым новым фильтром грубой очистки не оказывает. Так, средняя интенсивность загрязнения ФТО в летний период составляет 126 г/100 моточасов, в зимний – 123 г/100 моточасов.

Ресурс разработанного фильтроэлемента ФГО со степенью обжатия  $n = 3$  составляет более 2000 моточасов при минимальном сопротивлении, что в два раза выше наработки, предусмотренной НТД по техническому обслуживанию с периодичностью 960 моточасов.

Оценка работоспособности элементов топливных систем в штатном и модернизированном исполнении выполнялось путем случайного распределения до отказа и параметров надежности (табл. 3).

Очевидно, что при вариации, близкой к закону нормального распределения средняя наработка до отказа деталей модернизированной топливной системы увеличилась в 1,2...1,6 раза по математическому ожиданию.

Таблица 3 – Сводная таблица значений характеристик распределения наработки элементов системы питания машин до отказа

Числовые характеристики распределения	Штатная ТС			Модернизированная ТС		
	Плунжер в сборе	Нагнетательная пара	Распылитель	Плунжер в сборе	Нагнетательная пара	Распылитель
Математическое ожидание $M_0$ , моточасы	1193	1457	1172	1849	1814	1816
Дисперсия, $D_t$	113507	250229	219847	121500	271944	143562
Среднее квадратическое отклонение $S_t$ , моточасы	337	500	422	348	521	379
Коэффициент вариации, $v_t$	0,28	0,34	0,36	0,19	0,28	0,21
Максимальная вероятностная, моточасы	2204	2953	2579	2893	3377	2953

Таким образом, теоретически и экспериментально установлено, что модернизированный фильтр грубой очистки с управлением подогрева топлива увеличивает тонкость фильтрации и снижает содержание механических примесей в магистральном топливе по сравнению со штатной топливной системой в летнее время в 2 раза, в зимнее – в 1,7 раза, что приводит к повышению ресурса деталей топливной аппаратуры в среднем в 1,5 раза.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, М.А. Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания / М.А. Григорьев, Г.В. Борисова. – М.: Машиностроение, 1991 г. – 230 с.
2. Рыбаков, К.В. Топливо в баках должно быть чистым / К.В. Рыбаков, Э.И. Удлер, В.П. Шевченко. – М.: Автомобильный транспорт, 1984. - №10. – с. 24-26.
3. Удлер Э.И. Фильтрация нефтепродуктов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988. – 216 с.

#### **Удлер Эдуард Исаакович**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
 Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой автомобилей и тракторов  
 Тел.: +7-(3822)-65-98-02  
 E-mail: [Udler1@rambler.ru](mailto:Udler1@rambler.ru)

#### **Исаенко Виктор Дмитриевич**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
 Кандидат технических наук, профессор кафедры автомобилей и тракторов  
 Тел.: +7-(3822)-65-49-00

#### **Исаенко Павел Викторович**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
 Кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и тракторов  
 Тел.: +7-(3822)-65-49-00.  
 E-mail: [expert@mail2000.ru](mailto:expert@mail2000.ru)

#### **Халтурин Дмитрий Владимирович**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск  
 Доцент кафедры автомобилей и тракторов  
 Тел.: +7-(3822)-65-11-05  
 E-mail: [dmitriihalturin@mail.ru](mailto:dmitriihalturin@mail.ru)

## СТЕНД ДИАГНОСТИКИ СТУПИЧНОГО ПОДШИПНИКА АВТОМОБИЛЯ

Предложена схема построения стенда для диагностики ступичного подшипника автомобиля с применением интеллектуальных систем анализа данных, базирующихся на искусственной нейросетевой структуре. Диагностическая информация о состоянии объекта контроля базируется на анализе вибрационных и электрофлуктуационных параметров (сопротивления) параметров ступичного подшипника, что позволяет комплексно оценить состояние внутренних поверхностей, а также состояние смазывающего материала.

**Ключевые слова:** подшипник ступичный, контроль качества, нейронная сеть, диагностика.

M.V. MAJOROV, V.V. MISHIN

## STAND FOR DIAGNOSIS OF WHEEL BEARING OF VEHICLE

A structure of build hub bearing diagnostic stand with using artificial neural network classifier is proposed. Diagnostic information is based on acquisition of vibration and electric parameters of hub bearing. That is the reason for complex diagnostics of inner surfaces and condition of lubricant.

**Keywords:** hub bearing, quality control, artificial neural net, diagnostics.

Несмотря на важность некоторых узлов и агрегатов автомобиля, их функциональное состояние часто определяется методами, которые в полной мере не указывают на существующие проблемы.

В частности, процесс диагностирования ступичных узлов ходовой части состоит из последовательного вывешивания с помощью подъемных устройств колеса, диагностируемой ступицы, и покачивания в вертикальной плоскости (на себя и от себя) или с применением люфт-детектора, а для определения люфта используют переносные приборы с индикаторными головками и механизмом крепления за неподвижные элементы автомобиля [1]. Данные варианты диагностирования требуют высокой квалификации обслуживающего персонала, во-вторых, оценка состояния лишь приближительная и не даёт информации о зарождающихся дефектах подшипника, в-третьих, невозможна автоматизация и интеллектуализация процесса диагностирования.

Анализируя отчёты производителей подшипников отмечено, что около 80% вышедшей из строя продукции является следствием неправильной настройки (чрезмерный зазор/нагрузка, повреждения при установке/настройке), повреждения уплотнителей при установке, что влечёт за собой необходимость контроля, в частности, состояния ступичного узла после замены или ремонта [2].

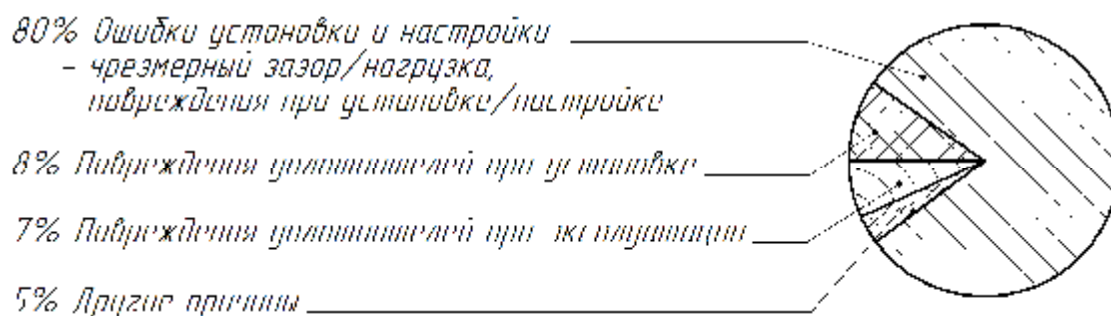


Рисунок 1 – Причины выхода из строя ступичных подшипников



Из опыта предприятий автосервиса встречаются случаи поставок контрафактной продукции, ресурс которой невелик. Использование таких подшипников может повлечь за собой большие убытки или нанесению вреда здоровью участникам дорожного движения.

Производители подшипников предлагают ряд диагностических приборов, основанных на измерениях вибрационных и тепловых параметров, но для ступичных узлов их применение в ряде случаев неприменимо. Использование закрытых подшипников исключает возможность применения экспресс-тестеров для анализа состояния смазывающих материалов, которое является ключевыми фактором долговечности подшипника.

Подшипник качения, установленный в опоре, является достаточно сложным объектом диагностирования, поскольку его техническое состояние определяется совокупностью различных по природе и еще до конца не изученных процессов и явлений, имеющих место в зонах трения деталей [3]. Этот факт не позволяет использовать какой-либо метод диагностики как дающий исчерпывающую информацию о техническом состоянии объекта. Следовательно необходимо сочетание таких методов.

Предлагаемый стенд позволит упростить процесс диагностики ступичного узла и повысить точность определения технического состояния. Это достигается за счет интеллектуализации анализа диагностических параметров, получаемых одновременно из узла. Ими являются параметры вибрационных процессов, протекающих в ступичном узле, и электрофлуктуационные параметры, в частности электрическое сопротивление, трибосопряжения ступичного подшипника. Таким образом, использование принципа комплексирования диагностических параметров, за счет чего достигается сочетание преимуществ и компенсация недостатков отдельных методов, поможет наиболее достоверно оценивать техническое состояние ступичного подшипника. А использование системы распознавания дефектов на основе нейросетевых технологий из полученной диагностической информации позволяет решать прямую задачу диагностики. Возникает возможность применения такой системы как для доэксплуатационного, так и текущего контроля (в том числе экспресс-контроля).

Стенд содержит основание, на котором закреплен подвижный стол, опорами которого являются подшипники качения поступательного движения, передвигающийся во взаимно перпендикулярных направлениях, пневмоцилиндры для каждой оси перемещения подвижного стола и направляющие, согласно полезной модели, конструкция подвижного стола содержит опорно-беговые барабаны с электроприводом для установки исследуемой оси транспортного средства и содержит электронный диагностический блок, анализирующий информацию, поступающую с датчиков канала измерения вибрации и электрических параметров трибосопряжения диагностируемого ступичного подшипника, что изображено на рисунках 2, 3.

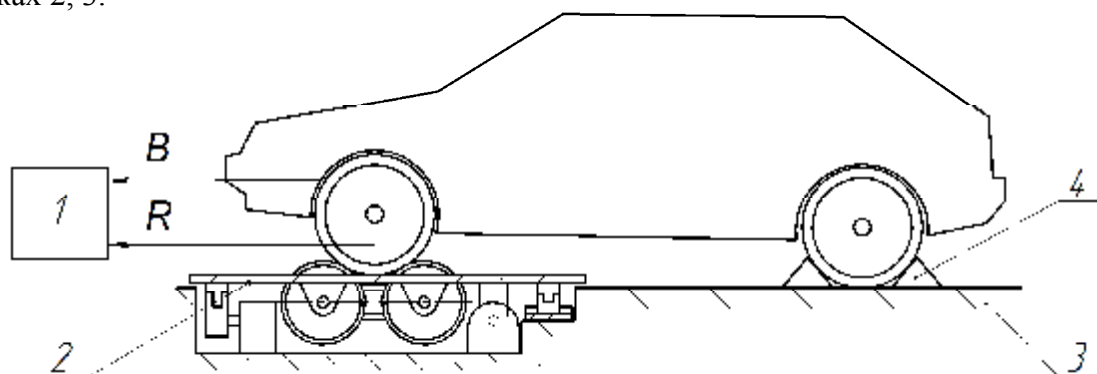
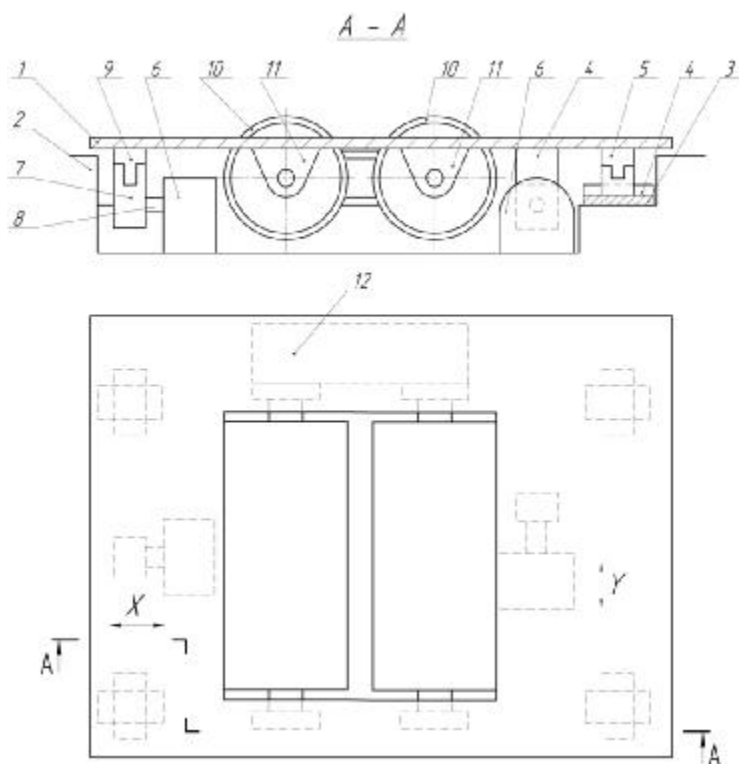


Рисунок 2 – Внешний вид стенда диагностики ступичного подшипника

1 – блок сбора и анализа информации, 2 – подвижная опора с беговыми барабанами, 3 – основание, 4 – колесные опоры

Автомобиль устанавливают на опорно-беговые барабаны, закрепляют упорами. После чего запускается электродвигатель и опорно-беговые барабаны передают вращающий момент колесу автомобиля. Далее по заданной методике производится анализ сигналов поступающих с датчиков канала измерения вибрации  $V$  и электрических параметров трибосопряжения  $R$  диагностируемого ступичного подшипника электронным диагностическим блоком.

Так как опорные барабаны обеспечивают равномерное вращение диагностируемого ступичного узла, а пневмоцилиндры, обеспечивающие аксиальное движение стола с беговыми барабанами, что вкпе дает возможность подвергать ступичный узел нагрузкам, которые могут возникнуть в период эксплуатации.



**Рисунок 3 – Подвижный стол с беговыми барабанами**

**1 – стол, 2 – основание, 3-5,9 – элементы зубчатой рейки, 6-8 – элементы пневмоцилиндра, 10 – опорно-беговые барабаны, 11 – стойка, 12 - электропривод**

Блок сбора диагностической информации собирает данные с вибродатчика с магнитным основанием, установленного на ступичном узле, и с преобразователя сопротивления трибосопряжения ступичного подшипника, который подключен к внешнему и внутреннему кольцам подшипника с использованием ртутного токосъемника. Это позволяет производить параллельные измерения диагностических параметров, что положительно влияет на достоверность диагностики. Решающее устройство в этом блоке построено на основе искусственной нейронной сети, обученной на сигналах, полученных с помощью математической модели ступичного узла. Данный вид устройства принятия решения позволяет выявлять неоднородности диагностических сигналов и сравнивая их с многомерными паттернами, полученными на стадии моделирования, точно сопоставить вид дефекта ступичной опоры. Реализован данный блок обработки данных на основе ПК с устройством сбора данных, что позволяет значительно сократить расходы на производство стенда.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Епифанов, Л.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей – 2-е изд. перераб. и доп./ Л.И. Епифанов, Е.А. Епифанова. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2009. – 352 с.
2. SKF hub units equipped with tapered roller bearings [Электронный ресурс] /SKF // SKFmaterials. 2008. – №16698 EN. – Режим доступа: <http://www.skf.com/files/686799.pdf>
3. Подмастерьев, К.В. Электропараметрические методы комплексного диагностирования опор качения [Текст] / К.В. Подмастерьев - М.: Машиностроение-1, 2001

**Майоров Максим Валерьевич**

ФГБОУ ВПО «Государственный – УНПК», г. Орёл  
Ассистент кафедры "Сервис и ремонт машин"  
Тел.: +7 919 260 86 94  
E-mail: [stigmoto@gmail.com](mailto:stigmoto@gmail.com)

**Мишин Владислав Владимирович**

ФГБОУ ВПО «Государственный – УНПК», г. Орёл  
Кандидат технических наук, доцент, проф. кафедры "Приборостроение, метрология и сертификация"  
E-mail: [vlad89290@gmail.com](mailto:vlad89290@gmail.com)

Н.В. ЛОБОВ, Д.В. МАЛЬЦЕВ, Е.М. ГЕНСОН

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРОСИСТЕМЫ МУСОРОВОЗА МК-20 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ГРУЗА ПОДНИМАЕМОГО МАНИПУЛЯТОРОМ

*Статья посвящена описанию термодинамической модели гидросистемы мусоровоза МК-20. Представлены результаты расчетов в сравнении с экспериментальными данными, доказана адекватность модели реальному объекту. Проведен расчет изменения давления рабочей жидкости в системе в зависимости от скорости вращения вала насоса и нагрузки на штоке гидроцилиндра.*

**Ключевые слова:** Термодинамическая модель, мусоровоз, характер изменения давления рабочей жидкости, гидросистема мусоровоза

N.W. LOBOV, D.V. MALTSEV, E.M. GENSON

## THE THERMODYNAMIC MODEL OF HYDRAULIC GARBAGE TRUCK MK-20 FOR DETERMINATION OF THE SOLID WASTE WEIGHT

*The article describes the thermodynamic model of hydraulic garbage truck MK-20. The results of calculations presented in comparison with experimental data, proved the adequacy of the model to the real object. Calculated of changes in fluid pressure in the system depending on the speed of the pump shaft and the load on the hydraulic cylinder rod.*

**Keywords:** The thermodynamic model, garbage truck, character of change pressure fluid, hydraulic garbage truck

Определение массы твердых бытовых отходов (ТБО) в местах их сбора является актуальной проблемой, решение которой позволит не только обоснованно назначать тарифы на вывоз мусора, но и предупредить превышение предельно допустимой загружаемой на борт мусоровоза массы бытовых отходов. Ранее проведенный анализ, позволил выбрать наиболее оптимальный способ определения массы ТБО [1], который заключается в определении веса мусора, находящегося в баке, по величине давления рабочей жидкости в гидросистеме мусоровоза.

Создание математической модели гидросистемы мусоровоза, достоверно описывающей исследуемый объект, позволит получить эффективный, оперативный и недорогой инструмент анализа.

Гидросистема мусоровоза МК-20 представляет собой совокупность гидроцилиндров (исполнительных механизмов), сложного трубопровода, гидрораспределителя и насоса.

Насос создает поток рабочей жидкости под давлением, обеспечивающий заданные условия работы гидросистемы. Конструкция и режим работы насоса определяют основные параметры гидросистемы: давление и расход рабочей жидкости, поэтому насос можно назвать «главным» элементом гидросистемы.

Экспериментальное исследование, как возможность изучения рабочего процесса аксиально-поршневого насоса путем физического макетирования, из-за значительных затрат затруднено, поэтому исследования проводились при помощи математического и имитационного моделирования.

Целью данной статьи является описание термодинамической модели гидросистемы мусоровоза МК-20 и проверка её адекватности реальному объекту.

В основе данного исследования лежит теоретический подход, изложенный в работах [2,3].

При построении модели были приняты следующие допущения:

- утечки рабочей жидкости через неплотности отсутствуют;
- температура стенок трубопроводов, стенок гидроцилиндров, стенок и поршней насоса постоянна;
- инерция рабочей жидкости не учитывается;
- открытие и закрытие клапанов гидрораспределителя и гидроцилиндров происходит практически мгновенно;
- асинхронность углового перемещения блока цилиндров относительно упорного диска насоса отсутствует;
- обороты двигателя автомобиля (обороты вала насоса) постоянны.

Исходная система уравнений модели гидросистемы, разработанной в рамках тепломеханики, основывается на законах:

- сохранения энергии:

$$\frac{dU}{dt} = \sum_{p=1}^{p=i} \Pi_{np} G_{np} - \sum_{q=1}^{q=j} \Pi_{pq} G_{pq} - p \frac{dW}{dt};$$

- сохранения массы:

$$\frac{dm}{dt} = \sum_{p=1}^{p=i} G_{np} - \sum_{q=1}^{q=i} G_{pq};$$

где  $G_{np}$  – секундный массовый приход жидкости по  $p$ -му каналу;  $G_{pq}$  – секундный массовый расход жидкости по  $q$ -му каналу;  $\Pi_{np}$  – удельный приход энергии жидкости по  $p$ -му каналу;  $\Pi_{pq}$  – удельный расход энергии жидкости по  $q$ -му каналу;  $m$  – масса тела;  $p$  – давление;  $p \frac{dW}{dt}$  – работа на элементарном перемещении  $h$ -го поршня;

и состоит из двух основных подсистем уравнений:

а) подсистема, описывающая изменение состояния рабочего тела, включает:

- уравнение скорости изменения плотности (удельного объема) рабочего тела

$$\frac{d\omega}{dt} = -\frac{\omega^2}{W} \cdot \left[ \sum_{p=1}^{p=i} G_{np} - \left( \sum_{q=1}^{q=i} G_{pq} + \frac{1}{\omega} \cdot \frac{dW}{dt} \right) \right];$$

- уравнение скорости изменения давления рабочего тела

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} = & \frac{R \cdot \omega}{W \cdot C_{\omega} \cdot (\omega - \alpha)} \cdot \left( \sum_{p=1}^{p=i} G_{np} \left[ \Pi_{np} + \frac{C_{\omega}}{R} \cdot (\alpha \cdot P + \frac{R - C_{\omega}}{C_{\omega}} \cdot \frac{2 \cdot \beta}{\omega} + \frac{3 \cdot \alpha \cdot \beta}{\omega^2}) \right] - \right. \\ & - \sum_{p=1}^{p=i} G_{pq} \left[ \Pi_{np} + \frac{C_{\omega}}{R} \cdot (\alpha \cdot P + \frac{R - C_{\omega}}{C_{\omega}} \cdot \frac{2 \cdot \beta}{\omega} + \frac{3 \cdot \alpha \cdot \beta}{\omega^2}) \right] - \\ & \left. - \frac{dW}{dt} \cdot \left[ \frac{C_{\omega} + R}{R} \cdot P + \frac{R - C_{\omega}}{R} \cdot \frac{\beta}{\omega^2} + \frac{C_{\omega}}{R} \cdot \frac{2 \cdot \alpha \cdot \beta}{\omega^3} \right] \right) \end{aligned}$$

- уравнение состояния Ван-дер-Ваальса

$$\left( p + \frac{\beta}{\omega^2} \right) (\omega - \alpha) = RT$$

где  $\omega=1/\rho$  – удельный объем;  $W$  – объем, занимаемый рабочим телом;  $C_\omega$  – удельная изохорная теплоемкость;  $\alpha, \beta, R$  – постоянные, определяемые экспериментально для каждой жидкости,  $T$  – температура;

б) подсистема, описывающая движение твердых звеньев, включает:

- уравнение движения поршня гидроцилиндра

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{m_p} \cdot (S_p \cdot \Delta p - R_n - h \cdot V)$$

- уравнение координаты перемещения поршня

$$\frac{dX}{dt} = V$$

- уравнение перемещения поршня насоса

$$X = \frac{D}{2} \cdot \sin(\gamma) \cdot (1 - \cos(\beta))$$

- уравнение скорости поршня насоса

$$V = \omega \cdot \frac{D}{2} \cdot \sin(\gamma) \cdot \sin(\beta)$$

где  $V$  – скорость перемещения поршня гидроцилиндра,  $m_p$  – масса штока с поршнем гидроцилиндра,  $S_p$  – площадь поршня,  $R_n$  – нагрузка на штоке,  $h$  – коэффициент трения,  $\Delta p$  – перепад давлений в левой и правой полости (относительно поршня) гидроцилиндра,  $D$  – диаметр диска насоса,  $\omega$  - угловая скорость вращения вала насоса,  $\gamma$  - угол наклона диска,  $\beta$  - угол поворота диска.

Модель гидросистемы состоит из трех модулей: модуля расчета насоса, модуля расчета гидроцилиндров и модуля расчета гидрораспределителя. Гидрораспределитель представлен, как проточная полость постоянного объема с одним отверстием для втекания и несколькими отверстиями для истечения рабочей жидкости к потребителям. Изменение состояния гидравлического тела в полости происходит за счет прихода жидкости от насоса и расхода жидкости к потребителям или на слив. При нейтральном положении рычага управления, вся жидкость, попадающая в гидрораспределитель от насоса, свободно из него вытекает, таким образом, имитируется работа насоса на холостых оборотах.

Основные геометрические параметры гидросистемы, используемые при расчетах:

- рабочий объем насоса 56 см<sup>3</sup>/об;
- подача насоса 84 л/мин при частоте вращения вала 1800 об/мин;
- плотность рабочей жидкости 890 кг/м<sup>3</sup>;
- внутренний диаметр цилиндров 0,08 м;
- длина цилиндра излома стрелы – 0,693 м, длина цилиндра наклона стрелы 0,431 м;
- диаметр трубопровода 0,008 м;
- длина напорной магистрали трубопровода 4,054 м, длина сливной магистрали – 3,911 м.

Созданная модель гидросистемы позволяет определять параметры состояния рабочей жидкости (давление, плотность, температура) в полостях насоса, в гидрораспределителе, в полостях гидроцилиндров, а также координаты и скорость движения поршней гидроцилиндров. Расчеты проводились с шагом по времени, равным  $5 \cdot 10^{-5}$  с.

На рис. 1 представлено сравнение расчетных и экспериментальных данных о давлении рабочей жидкости в гидрораспределителе, при работе системы на холостом ходу.

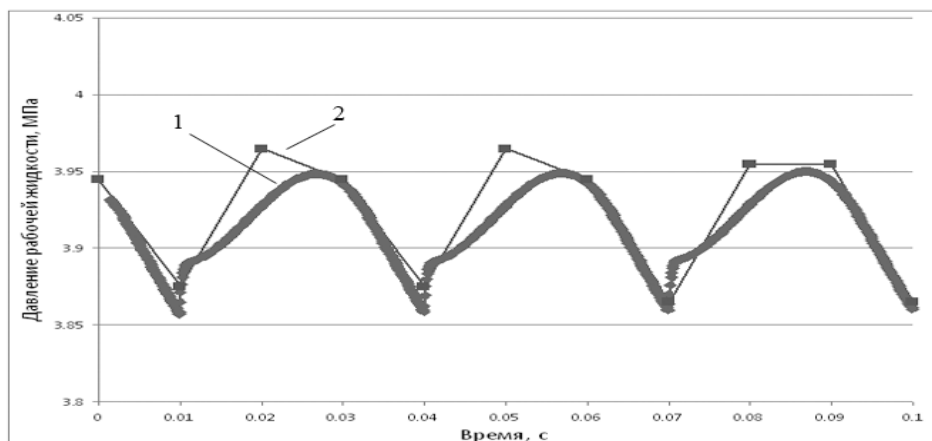


Рисунок 1 – Сравнение расчетных и экспериментальных данных  
1- расчетные данные, 2-экспериментальные данные

Приведенные результаты свидетельствуют об адекватности применяемого математического описания реальному объекту и возможности его использования для исследований.

Для решения поставленной задачи, определения массы поднимаемого груза, представляет интерес то, как изменяется давление в гидросистеме в зависимости от двух основных факторов: скорости вращения вала насоса и нагрузки на штоке гидроцилиндра. Расчет выполнен для наиболее нагруженного гидроцилиндра – гидроцилиндра излома стрелы. С помощью гидродинамической модели было проведено исследование, результаты приведены на рис. 2.

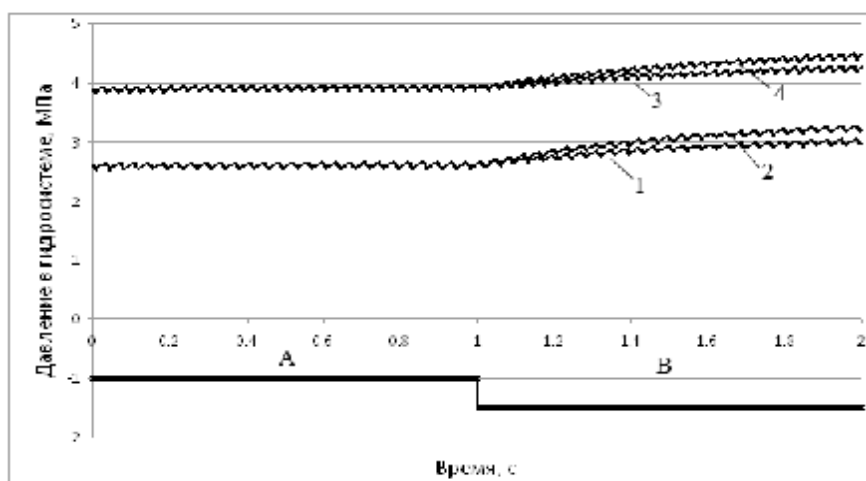


Рисунок 2 – Влияние скорости вращения вала насоса и нагрузки на штоке гидроцилиндра на давление в гидросистеме.

А – холостой ход; В – работа гидроцилиндра под нагрузкой; 1 – 800 об/мин, 3600 Н; 2 – 800 об/мин, 5000 Н; 3 – 1000 об/мин, 3600 Н; 4 – 1000 об/мин, 5000 Н;

При изменении нагрузки действующей на шток гидроцилиндра на 1400 Н (140 кг), при одинаковых оборотах вращения вала насоса, давление в гидросистеме увеличивается на 0,13-0,14 МПа. При изменении оборотов вращения вала насоса на 200 об/мин, при одинаковой нагрузке на штоке, давление в гидросистеме увеличивается 1,25-1,26 МПа.

Таким образом, давление в гидросистеме мусоровоза в зависимости от массы поднимаемого груза изменяется незначительно. Поэтому для решения поставленной задачи

необходимо изучить влияние всех факторов на величину давления в гидросистеме. Направление дальнейших исследований связано с созданием и исследованием физической модели гидросистемы.

Выводы:

- создана гидродинамическая модель гидросистемы мусоровоза МК-20;
- доказана адекватность модели реальному объекту;
- в результате проведенного с помощью модели исследования установлено, что давление в гидросистеме под воздействием нагрузки на шток поршня изменяется не значительно.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобов Н.В., Фомина Н.И., Мальцев Д.В. Выбор рационального способа определения массы перевозимого груза мусоровозным транспортом// Вестник ПГТУ. – 2011. - №1. – С. 119-123
2. Подчуфаров Ю.Б. Математические модели автоматических систем. Гидромеханические системы: учеб. пособие / Ю.Б. Подчуфаров, Г.Б. Кирик, В.М. Андреев. – Тула: ТулПИ, 1987. – 96 с.
3. Подчуфаров Б.М. Основы динамики тепломеханических систем / Б.М. Подчуфаров. – Тула: ТулПИ, 1982. – 82 с.

**Лобов Николай Владимирович**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь  
Доктор технических наук, профессор кафедры «Автомобили и технологические машины»  
Тел.: +7 9194434337  
E-mail: [Lobov@pstu.ru](mailto:Lobov@pstu.ru)

**Мальцев Дмитрий Викторович**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь  
аспирант кафедры Автомобили и технологические машины»,  
Тел.: +7 9194669720  
E-mail: [saint89@list.ru](mailto:saint89@list.ru)

**Генсон Евгений Михайлович**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь  
магистрант второго года обучения  
Тел.: +7 9194440088  
E-mail: [genson4@yandex.ru](mailto:genson4@yandex.ru)



УДК 621.778.2

Т.В.БРОВМАН, С.Л. АЛИМОВ, Н.Е. БАБЕНКО

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРХНИХ ОЦЕНОК МОМЕНТА И МОЩНОСТИ ПРИ НАВИВКЕ ПРУЖИН

*Решена задача определения момента и мощности навивки пружин методом построения кинематически допустимого поля скоростей в виде совокупности жестких зон.*

**Ключевые слова:** поле скоростей, момент, мощность, навивка, пружины

T.V.BROVMAN, S.L. ALIMOV, N.E. BABENKO

## ENERGY METHODS OF DETERMINING THE UPPER ESTIMATES OF POWER AND TORQUE IN SPRING COILING

*The problem of moment and power calculations by producing of springs is solved by method of kinematically admissible field of velocities, which contains some rigid blocks*

**Keywords:** field of velocities, power, producing of springs

Система уравнений теории пластичности сложна и только в отдельных случаях удается найти ее точное решение. Поэтому часто используют приближенные методы, основанные на введении отдельных допущений, упрощающих расчеты. Решение задач теории пластичности методами построения кинематически допустимых полей скоростей основываются на допущениях, упрощающих расчеты: выполнение условия несжимаемости, краевых условий для скоростей, мощность деформации положительна.

Рассмотрим задачу о намотке прутка на оправку по схеме рис.1.

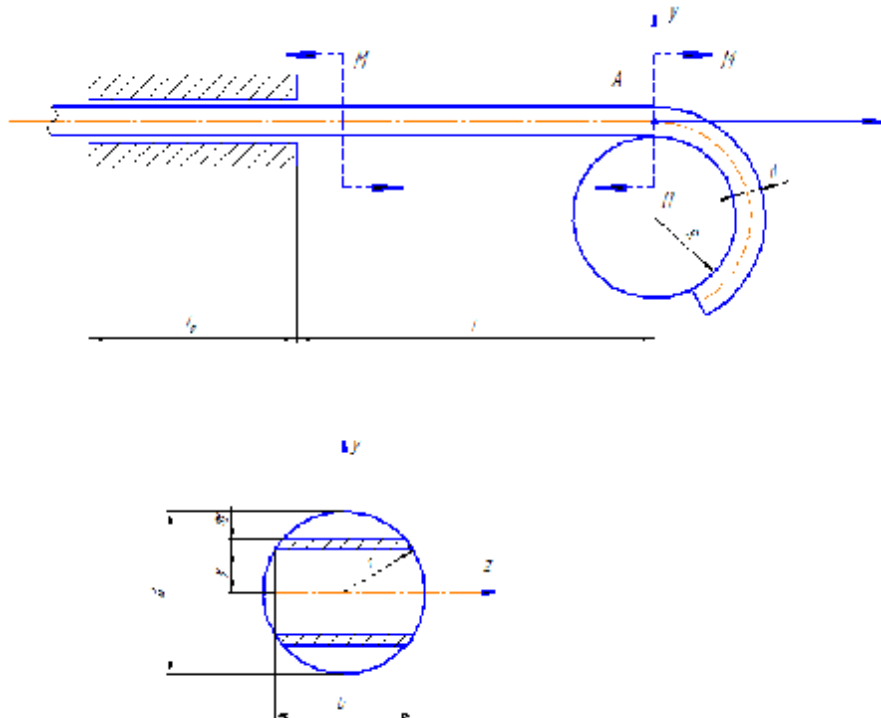


Рисунок 1 – Схема намотки прутка на оправку

К заготовке в сечении ОА приложен момент М. На прямолинейный участок заготовки воздействуют опорные реакции. Считаем, что суммарное воздействие опор на длине  $l_0$  эквивалентно моменту М и ни каких воздействий кроме М на длине  $l$  нет.

Можно принять поле напряжений в виде  $\sigma_x(y, z), \sigma_y = \sigma_z = 0, \tau_{xy} = \tau_{xz} = \tau_{yz} = 0$ .

Для выполнения уравнений равновесия необходимо, чтобы производная  $\frac{\partial \sigma_x}{\partial x}$  была равна нулю при  $\tau_{xy} = \tau_{xz} = 0$ , поэтому по длине заготовки напряжения  $\sigma_x$  должны быть постоянными. Краевые условия для напряжений при этом не нарушены.

Согласно рисунку 1 можно записать:

$M = 2 \int_0^R \sigma(y) y b(y) dy$ , где  $b$  - ширина выделенного элемента;  $R$  - радиус заготовки.

Из условия текучести следует, что  $T_2 = \sqrt{2\sigma_x^2} \leq k\sqrt{6}$ ;  $\sigma_x = \sigma_T = k\sqrt{3}$

$M = 2\sigma_T \int_0^R y b(y) dy$  и с учетом того, что  $b = 2\sqrt{r^2 - y^2}$ ;

$M = 4\sigma_T \int_0^R y \sqrt{r^2 - y^2} dy = -2\sigma_T \int_0^R (r^2 - y^2)^{0.5} d(r^2 - y^2) = -\frac{4}{3}\sigma_T (r^2 - y^2)^{1.5} \Big|_0^R = \frac{4}{3}\sigma_T r^3$

Статически допустимая величина

$$M_0 = \frac{4}{3}\sigma_T r^3 = \frac{\sigma_T d^3}{6}, \quad (1)$$

мощность деформации при скорости движения заготовки  $V$  и угловой скорости оправки  $\omega = \frac{V}{R}$

$$N_c = M\omega = \frac{\sigma_T d^3}{6} \cdot \frac{V}{R} = \frac{\sigma_T d^3 V}{6R}$$

Например, при  $\sigma_T = 70$  МПа,  $d = 6,5 \cdot 10^{-2}$  м,  $R = 0,1$  м изгибающий момент

$$M_0 = \frac{70}{6} \cdot 6,5^3 \cdot 10^{-6} = 32,1 \cdot 10^{-4} \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Мощность деформации при  $V = 0,25$  м/с

$$N_c = \frac{70 \cdot 6,5^3 \cdot 0,25 \cdot 10^3}{6 \cdot 0,1} = 8,15 \text{ кВт} \approx 8,2 \text{ кВт}$$

Построим кинематически допустимое поле в виде совокупности жестких зон, используя данные работ [1-2].

Поскольку исходная заготовка движется поступательно, а ее изогнутая часть (в первом приближении) вращается совместно с оправкой с угловой скоростью  $\omega$  (см. рис.2), то примем схему, соответствующую наличию двух жестких зон: первой, совершающей поступательное движение со скоростью  $V$  и второй, совершающей вращательное движение со скоростью  $\omega$  вокруг точки О.

Такая схема оправдана и данное поле скоростей является кинематически допустимым только в том случае, если существует такая поверхность, разделяющая две жесткие зоны, на которой в каждой точке обеспечивается условие непрерывности нормальной компоненты скорости течения, то есть проекции скоростей на нормаль «n» к данной поверхности для обеих жестких зон равны.

Пусть, см. рис.2 данная поверхность является цилиндрической и ее проекция на плоскость  $x, y$  имеет вид АМВ, тогда в произвольной точке М скорость  $V_x = \text{const} = V_0$  даст проекцию на нормаль «n»

$$V_{n1} = V_0 \cos(90 - \alpha) = V_0 \sin \alpha$$

Проекция на касательную  $t$  в данной точке М равна:  $V_{t1} = V_0 \cos \alpha$ , где  $\alpha$  - угол, образованный касательной к линии АМВ и осью  $x$ .

Зона правее АМВ вращается вокруг точки О, как жесткое тело и скорость в точке М равна  $V = \omega \rho$ .

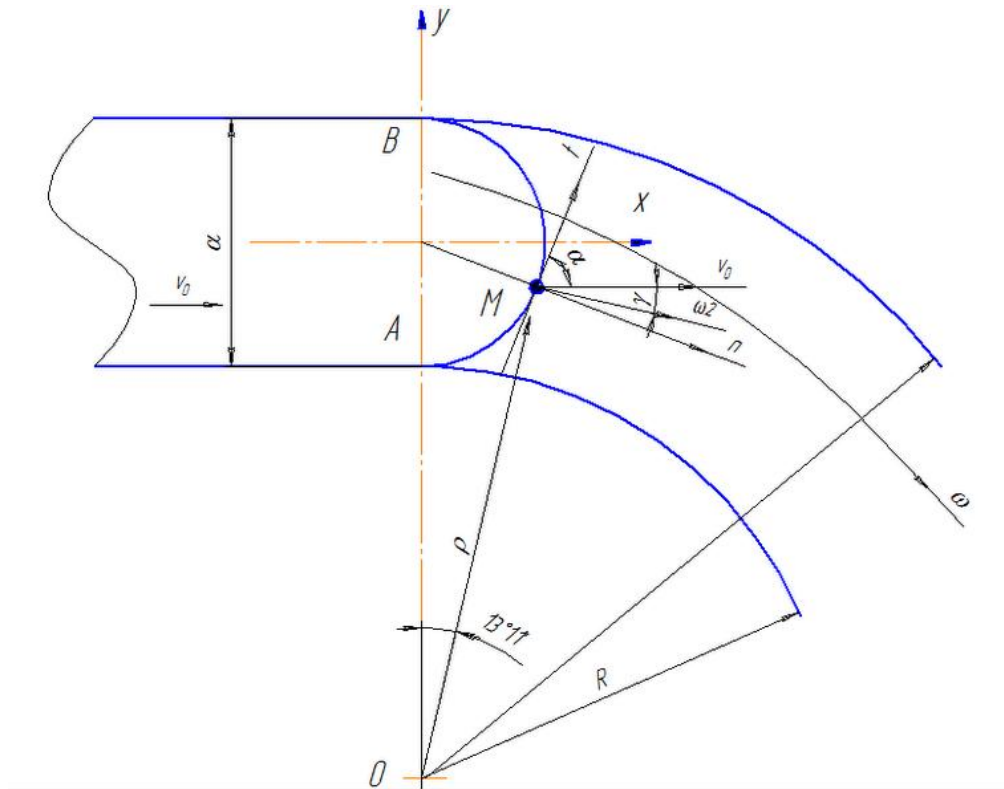


Рисунок 2 – Схема кинематически допустимого поля скоростей

Проекция этой скорости на нормаль «n» равна:

$$V_{n_2} = \omega \rho \cos(90 - \alpha - \gamma),$$

$$V_{n_2} = \omega \rho \sin(\alpha + \gamma),$$

а проекция на касательную t:

$$V_{t_2} = \omega \rho \cos \rho(\alpha + \gamma).$$

Условие непрерывности нормальной компоненты скорости определяет условие  $V_{n_1} = V_{n_2}$ , откуда следует:

$$V_0 \sin \alpha = \omega \rho \sin(\alpha + \gamma),$$

$$V_0 \sin \alpha = \omega(\rho \sin \alpha \cos \gamma + \rho \cos \alpha \sin \gamma).$$

Учтем, что из геометрических соображений, см. рис.2

$$\rho \sin \gamma = x; \rho \cos \gamma = R + 0,5d + y,$$

$$\frac{V_0}{\omega} \operatorname{tg} \alpha = (R + 0,5d + y) \operatorname{tg} \alpha + x$$

Поскольку  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx}$ , то получаем дифференциальное уравнение функции, описывающей линию АМВ,  $y(x)$  в виде

$$\left[ \frac{V_0}{\omega} - (R + 0,5d + y) \right] \frac{dy}{dx} = x.$$

При  $x=0$   $\frac{dy}{dx} = 0$ ;  $\left( \frac{V_0}{\omega} - R - 0,5d - y \right) - x dx = 0$ ;

$$\left( \frac{V_0}{\omega} - R - 0,5d - y \right) - x dx = 0;$$

$$\left( \frac{V_0}{\omega} - R - 0,5d - y \right)^2 + x^2 = C,$$

где:

C – постоянная интегрирования, определяемая, например, положением точки А  $x=0$ ;  $y=-0,5d$ .  $C = \left(\frac{V_0}{\omega} - R\right)^2$

$$\left(\frac{V_0}{\omega} - R\right)^2 + (0,5d + y)^2 - 2\left(\frac{V_0}{\omega} - R\right)(0,5d + y) + x^2 = \left(\frac{V_0}{\omega} - R\right)^2,$$

$$0,25d^2x^2 + y^2 + yd - d\left(\frac{V_0}{\omega} - R\right) - 2y\left(\frac{V_0}{\omega} - R\right) = 0$$

В точке В  $x=0, y=0,5d$ , поэтому, в данной точке

$$0,25d^2 + 0,25d^2 + 0,5d^2 - d\left(\frac{V_0}{\omega} - R\right) - d\left(\frac{V_0}{\omega} - R\right) = 0$$

Отсюда определяется необходимое соотношение  $\left(\frac{V_0}{\omega R}\right): 2\left(\frac{V_0}{\omega R} - 1\right) = \frac{d}{R};$

$$\frac{V_0}{\omega R} = 1 + 0,5\frac{d}{R} \quad (2)$$

Уравнение окружности АМВ упрощается и имеет вид:

$$x^2 + y^2 + 0,25d^2 + yd - dR \cdot \left(0,5\frac{d}{R}\right) - 2yR \left(0,5\frac{d}{R}\right) = 0;$$

$x^2 + y^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2$  - это половина окружности с центром в точке  $O_1$  радиусом  $0,5d$ .

Расчеты показывают, что принятое поле скоростей является кинематически допустимым, а дифференциальное уравнение линии АМВ:

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha = -\frac{x}{y}$$

Разрыв тангенциальной компоненты скорости вдоль АМВ равен:

$$\Delta V = V_{\tau_1} - V_{\tau_2} = V_0 \cos \alpha - \omega \rho \cos(\alpha + \gamma),$$

$$\Delta V = V_0 \cos \alpha - \omega \rho \cos \alpha \cos \gamma + \omega \rho \sin \alpha \sin \gamma;$$

$$\Delta V = V_0 \cos \alpha - \omega \cos \alpha (R + 0,5d + y) + \omega x \sin \alpha;$$

$$\Delta V = \cos [V_0 - \omega (R + 0,5d + y) - \frac{\omega x^2}{y}],$$

$$\Delta V = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} [V_0 - \omega (R + 0,5d + y) - \frac{\omega x^2}{y}],$$

$$\Delta V = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} [(V_0 - \omega R)y - 0,5dy\omega - \omega(x^2 + y^2)] \frac{1}{y},$$

$$\Delta V = \frac{\omega R}{\sqrt{x^2 + y^2}} \left[ \left(\frac{V_0}{\omega R} - 1\right)y - \frac{0,5dy}{R} - \frac{x^2 + y^2}{R} \right]$$

Учтя, что  $x^2 + y^2 = 0,25d^2$  следуя (6)  $\frac{V_0}{\omega R} = 1 + 0,5\frac{d}{R}$  получаем

$$|\Delta V| = \frac{2\omega R}{d} \cdot \frac{0,25d^2}{R} = 0,5\omega d \quad (9)$$

Следовательно, разрыв тангенциальной компоненты скорости равен  $\left(\frac{\omega d}{2}\right)$ .

Мощность пластической деформации равна  $N = k\Delta VS$ , где поверхность среза

$$S = \frac{\pi d}{2} d = \frac{\pi d^2}{2}.$$

Тогда:

$$N = k \frac{\omega d}{2} \cdot \frac{\pi d^2}{2} = \frac{k\omega\pi d^3}{4}$$

Мощность, подводимая к оправке:

$$N = M_0 \omega = \frac{\sigma_T \omega \pi d^3}{4\sqrt{3}} \quad (3)$$

а момент на оправке:

$$M_0 = \frac{\sigma_T \pi d^3}{4\sqrt{3}}$$

$$M_0 = 0,454 \sigma_T d^3 \quad (4)$$

Применив формулу (2) можно выразить мощность через скорость движения заготовки:

$$\omega = \frac{V}{R(1+0,5\frac{d}{R})}; N = \frac{kV_0 \pi d^3}{4R(1+0,5\frac{d}{R})}; \text{ или } M_0 = \frac{\sigma_T V_0 \pi d^3}{4\sqrt{3} \omega R(1+0,5\frac{d}{R})}$$

С учетом формул (1) и (4) можно получить двухстороннюю оценку момента на оправке:

$$0,17 \sigma_T d^3 \leq M_0 \leq 0,454 \sigma_T d^3,$$

$$0,17 \leq \frac{M_0}{\sigma_T d^3} \leq 0,454$$

При этом нижняя оценка соответствует статически допустимому полю напряжений, а верхняя – кинематически допустимому полю скоростей.

Если принять среднее значение  $M_0 = 0,6314 \sigma_T d^3$ , то интеграл изменения  $M_0$  определен в виде:

$$M_0 = (0,314 \pm 0,14) \sigma_T d^3,$$

$$M_0 = 0,314 \sigma_T d^3 (1 \pm 0,445)$$

Например, при  $\sigma_T = 70$  МПа;  $d = 6,5 \cdot 10^{-2}$  м;  $\sigma_T d^3 = 70 \cdot 6,5^3 \cdot 10^{-6} = 1,92 \cdot 10^{-2}$  МН·м

$$0,17 \cdot 19,2 \leq M_0 \leq 0,454 \cdot 19,2; 3,26 \text{ кН·м} \leq M_0 \leq 8,72 \text{ кН·м}.$$

Соответственно, при  $\omega = 10 \text{ с}^{-1}$   $32,6 \text{ кВт} \leq N \leq 87,2 \text{ кВт}$  и если  $R = 0,1$  м, то окружная скорость  $\omega R = 1$  м/с, а по формуле (2)  $\frac{V_0}{\omega R} = 1 + 0,5 \frac{6,5 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{-2}} = 1,325$

$V_0 = 1,325$  м/с (число оборотов  $n = 100$  об/мин). Уменьшив число оборотов до 25 об/мин, а  $\omega$  до  $\omega = 2,5 \text{ с}^{-1}$  ( $V_0 = 0,25$  м/с), получим при том же моменте  $8,1 \leq N \leq 21,8$  кВт.

В начальной и конечной стадиях реализуется только намотка деформируемой заготовки по дуге окружности, но при установившемся режиме происходит намотка не по дуге окружности, а по винтовой линии.

Построение кинематически допустимого поля скоростей легко обобщить на тот случай, добавив компоненту скорости  $V_z$  вдоль оси пружины (перпендикулярно плоскости, рис.2).

Форма границы жестких зон сохраняется, но, кроме разрыва скоростей  $\Delta V = \frac{\omega d}{2}$ , действует перпендикулярная  $\Delta V$ , компонента скорости  $V_z$ , поэтому, необходимо ввести компоненту  $\Delta V' = \sqrt{\Delta V^2 + V_z^2} = \sqrt{\frac{\omega^2 d^2}{4} + V_z^2}$ .

$$\text{Поскольку принято } S = \frac{\pi d^2}{2}, \text{ то мощность } N = \frac{k \pi d^3}{2} \sqrt{\frac{\omega^2 d^2}{4} + V_z^2}.$$

Компонента  $V_z$  определяется параметрами технологического процесса.

Если тангенциальная скорость по поверхности оправки равна ( $\omega R$ ), то за один оборот, происходящий за время  $(\frac{2\pi}{\omega})$ , осевое смещение равно шагу пружины «t», а  $V_z = \frac{t\omega}{2\pi}$  и тогда

$$N = \frac{k \pi d^3 \omega}{2} \sqrt{\frac{d^2}{4} + \frac{t^2}{4\pi^2}} = \frac{k \pi \omega d^3}{4} \sqrt{1 + \frac{t^2}{d^2 \pi^2}},$$

$$N = \frac{\sigma_T \pi d^3}{4\sqrt{3}} \sqrt{1 + 0,1 \frac{t^2}{d^2}},$$

$$\text{Момент } M_0 = \frac{\sigma_T \pi d^3}{4\sqrt{3}} \sqrt{1 + \frac{t^2}{d^2 \pi^2}}, \quad M_0 = 0,454 \sigma_T d^3 \sqrt{1 + \frac{t^2}{d^2 \pi^2}}.$$

Если задан угол наклона винтовой линии  $\beta$ , то

$$V_z = \frac{k\pi d^2 \omega}{2} \sqrt{\frac{d^2}{4} + R^2 \operatorname{tg}^2 \beta} = \frac{k\pi \omega d^3}{4} \sqrt{1 + \frac{4R^2}{d^2} \operatorname{tg}^2 \beta};$$

$$M_0 = \frac{\sigma_T \pi d^3}{4\sqrt{3}} \sqrt{1 + \frac{4R^2}{d^2} \operatorname{tg}^2 \beta};$$

$$M_0 = 0,454 \sigma_T d^3 \sqrt{1 + \frac{4R^2}{d^2} \operatorname{tg}^2 \beta}.$$

При плотной укладке витков, если принять  $t=d$ , то  $1+0,1\frac{t^2}{d^2}=1,1$  и значения  $N$  и  $M_0$  увеличиваются на 5%, а если  $t=2d$ , то  $1+0,1\frac{t^2}{d^2}=1,4$ .  $M_0=0,454 \cdot 1,18 \sigma_T d^3 = 0,54 \sigma_T d^3$

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бровман М.Я. Определение верхних оценок мощности при обработке металлов давлением. Сообщение 1. Известия ВУЗов. Черная металлургия, 1984, №12, 56-59с.
2. Бровман М.Я. Определение верхних оценок мощности при обработке металлов давлением. Сообщение 2. Известия ВУЗов. Черная металлургия, 1985, №2, 45-48с.

### **Бровман Татьяна Васильевна**

Тверской государственный технический университет, г. Тверь  
Канд.техн.наук, доцент кафедры ремонта машин  
Тел.: +7-905-164-44-79  
E-mail: [brovman@mail.ru](mailto:brovman@mail.ru)

### **Алимов Сергей Леонидович**

Тверской государственный технический университет, г. Тверь  
Аспирант

### **Бабенко Николай Евгеньевич**

Тверской государственный технический университет, г. Тверь  
Аспирант

## ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК, БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА

УДК 628.51

Р.А. ЕГОРОВА, В.М. ПОНОМАРЕВ

### АВТОМОБИЛЬ КАК ИСТОЧНИК ШУМА

*В статье рассмотрена проблема внешнего и внутреннего шума автомобиля. Особое внимание сосредоточено на источниках шума в автомобиле, путях распространения и методах борьбы с ним. Приведены результаты измерений шума в определенном городе. Рассмотрено влияние шума на человека.*

**Ключевые слова:** шум, вибрация, автомобиль, метод устранения шума, влияние на человека

R.A. EGOROVA, V.M. PONOMAREV

### CAR AS A SOURCE OF NOISE

*The article deals with the problem of external and internal noise of the vehicles. Particular attention is focused on the sources of noise in the car, and the ways of how to combat it. The results of measurements of noise in a particular city. The influence of noise on humans.*

**Keywords:** noise, vibration, vehicle, method of dealing with the noise, the impact on human

Шум - беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры; совокупность аperiодических звуков различной интенсивности и частоты. С физиологической точки зрения шум - это всякий неблагоприятный воспринимаемый звук [5].

Автомобили с низким уровнем шума - это требования современного рынка. На сегодняшний день покупателей интересует не только модель автомобиля, но и удобство в эксплуатации. Длительная поездка в автомобиле с высоким уровнем шума приводит к быстрой утомляемости водителя и снижает безопасность движения. Водитель, управляя автомобилем, подвергается воздействию не только внешних источников шума (улиц), но и шума, издаваемого непосредственно автомобилем. Автомобиль сам по себе является сложным источником звуковых волн в широком спектре диапазона.

Различают шум внешний, оказывающий воздействие на окружающих, и шум внутренний, оказывающий воздействие на водителя и пассажиров. Для представления влияния уровня шума на человека на рисунке 1 изображен уровень звука в дБ.

Значение показателей шума для транспортных средств нормируется ГОСТом и международными стандартами. Например для легковых автомобилей нормативами являются: по Евростандарту внешний шум - не более 74дб[3], по ГОСТам внешний и внутренний - не более 78 дБ [1; 2].

За рубежом нормативы пересматриваются каждые 2-3 года, причем требования к снижению шума довольно жесткие – на 2-3 дБ.

Снижение шума на 3 дБ субъективно воспринимается человеком как, снижение звукового давления примерно в 2 раза.



Рисунок 1 - Уровень звука в дБ

Проблема шума - это не только проблема больших городов, но и малых. В городе Чайковском, находящимся на территории Пермского края, на центральных улицах наблюдается достаточно высокая интенсивность потока автотранспорта. Уровни шума на этих улицах составляют от 70 до 79 дБ, что превышает норму[4].

Особое значение имеет частотная характеристика шума – это важная составляющая акустического комфорта в салоне автомобиля. Так автомобиль может соответствовать самым жестким стандартам по общему уровню шума, но частотная характеристика шума будет такова, что на всех или некоторых режимах движения можно услышать неприятные звуки высокой или низкой тональности, «завывания», скрипы и другие.

### Шум и вибрация в автомобиле

По природе происхождения шумы делятся на воздушные и структурные (Рисунок 2).

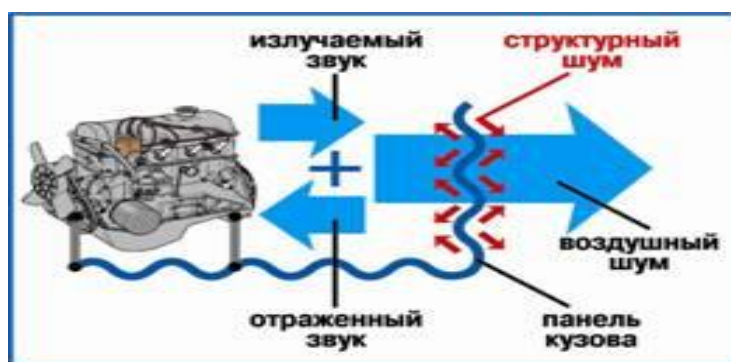


Рисунок 2 – Первичный источник шума – двигатель (воздушный шум), вторичный источник шума – панель кузова (структурный шум)

Средой распространения воздушного шума является воздух. Средой распространения структурного шума является твердое тело. Работающий двигатель через элементы крепления передает вибрацию на кузов, панели которого в зависимости от степени вибрации издадут более или менее интенсивный звук – *структурный шум*.

### Источники шума в автомобиле

Их условно можно разделить на две группы:

- первичные: двигатель, трансмиссия, система выпуска отработанных газов, шины, потоки воздуха, обтекающие автомобиль при движении (аэродинамический шум);
- вторичные: металлические панели кузова (пол, крыша, крылья, двери, арки колесных ниш и т.д.), крупногабаритные пластмассовые детали интерьера автомобиля (панель приборов, формованные накладки дверей, декоративный кожух переднего пола под рукоятку КПП, накладки стоек), мелкие металлические конструкции (тяги привода замков, стеклоподъемников и т.п.).

### Пути распространения шума в автомобиле



Воздушный шум от первичных источников проникает в салон автомобиля через неплотности кузова (дверные проемы, технологические отверстия переднего пола), а также остекление автомобиля. Чем толще стекло и панели кузова, тем выше их звукоизоляционные свойства. Воздушный шум от первичных источников тем ниже, чем оптимальнее конструкция самих источников: двигателя, трансмиссии, системы выхлопа, шин (высота и рисунок протектора), уплотнителей дверей.

Структурный шум проникает в автомобиль через элементы подвески к кузову силового агрегата, трансмиссии, системы выхлопа, ходовой части. Вибрация, передаваемая через элементы подвески, заставляет колебаться все без исключения панели кузова, которые в свою очередь, излучают структурный шум. Кроме того, звук, излучаемый элементами системы выхлопа (трубами, резонатором, глушителем), приводит к дополнительному возбуждению пола автомобиля, что вносит ощутимый вклад в общий уровень внутреннего шума. В общий уровень шума в салоне автомобиля немалую долю вносит отраженный звук. *Отраженный звук* – звук, получающийся при отражении звуковых потоков, издаваемых первичными источниками, от дорожного покрытия [6].

#### **Методы борьбы с автомобильным шумом**

Методы борьбы с шумом разделяются на конструктивный и пассивный.

*Конструктивный метод:*

- 1) применение отбалансированных силовых агрегатов и узлов трансмиссии;
- 2) правильный подбор и расчет эластичных элементов подвески силового агрегата, трансмиссии, ходовой части, системы выхлопа;
- 3) правильный расчет конструкции системы выхлопа и определение точек ее подвески к кузову;
- 4) правильное моделирование конструкции кузова и его жесткости;
- 5) выбор прогрессивных конструкций уплотнителей окон и дверных проемов и т.д.

*Пассивный метод:*

- 1) применение вибро-, звукопоглощающих, звукоизолирующих и уплотнительных материалов - шумоизоляция автомобиля;
- 2) применение защитных кожухов.

Для снижения шума автомобиля прежде всего стремятся конструировать менее шумные механические узлы; уменьшать число процессов, сопровождающихся ударами; снижать величину неуравновешенных сил, скорости обтекания деталей газовыми струями, допуски сопрягаемых деталей; улучшать смазку; применять подшипники скольжения и бесшумные материалы. Кроме того, уменьшение шума автомобиля достигается применением вибропоглощающих (рисунок 3), звукопоглощающих (рисунок 4), звукоизолирующих (рисунок 5) и уплотнительных материалов.

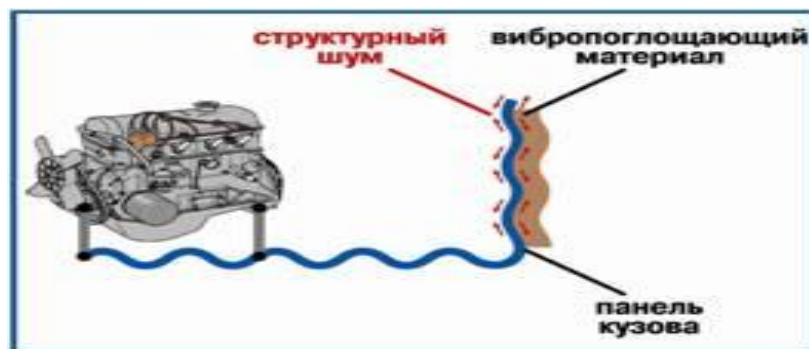


Рисунок 3 - Снижение структурного шума с помощью вибропоглощающих материалов

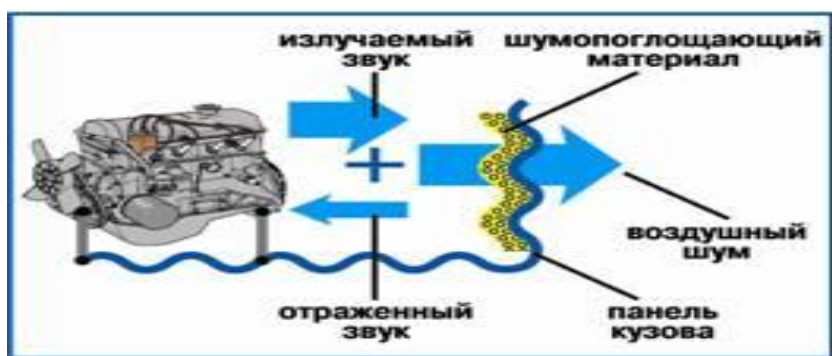


Рисунок 4 - Снижение воздушного шума с помощью звукопоглощающих материалов



Рисунок 5 - Снижение воздушного шума с помощью звукоизолирующих материалов

Прежде чем проводить шумоизоляцию автомобиля, необходимо решить вопросы с секущими прокладками выхлопной системы, стучащими элементами подвески, разболтавшимися креплениями элементов салона и так далее.

Необходимо отметить, что эффективность применения шумоизолирующих материалов в значительной степени зависит от начальной шумности автомобиля.

#### *Шумоизоляция подкапотного пространства*

Одним из главных источников внутреннего и внешнего шума в автомобиле является двигатель. Вибрация, передающаяся через опоры двигателя, в первую очередь, возбуждает панели кузова автомобиля, которые и становятся опосредованным источником шума в салоне.

Для эффективного снижения внутреннего и внешнего шума необходимо «закапсулировать» подкапотное пространство шумо-, вибропоглощающими материалами.

Эффект «капсулы» заключается в создании своего рода замкнутого для звука пространства и достигается установкой шумопоглощающих материалов на крышку капота и перегородку моторного отсека со стороны двигателя.

Излучаемые двигателем звуковые волны, проникая в установленные материалы, теряют значительную часть своей звуковой энергии. В результате внутренний и внешний шум в салоне заметно снижается. На некоторых автомобилях зарубежного производства применяется, так называемое, глобальное «капсулирование» подкапотного пространства, при котором обрабатываются также брызговики двигателя, передние колесные арки и даже сам двигатель помещен в капсулу[6].

#### *Шумо и теплоизоляция салона легкового автомобиля*

*Шумоизоляции моторного отсека* - эффективное средство нейтрализации шума двигателя. Тем не менее, для достижения полного акустического комфорта в салоне автомобиля этого недостаточно: по сути, штатная шумо-, виброизоляция работает не достаточно эффективно, к тому же во многих автомобилях пластмассовые детали салона из низкокачественного пластика досаждают своим скрипом.

Для установки шумо-, теплоизоляционных материалов необходимо снять: шумопоглощающий слой потолка, декоративные панели дверей, сидения, штатную шумоизоляцию пола и перегородки моторного отсека со стороны салона, панель приборов. Перед монтажом необходим запас крепежа, поскольку в результате разборки салона существует вероятность их поломки. Монтаж самоклеящихся шумоизоляционных материалов осуществляется за счет липкого слоя и не требует использования дополнительного крепежа или клея. Работы по установке материалов проводятся в сухом помещении при температуре не ниже комнатной.

На степень психологической и физиологической восприимчивости к шуму оказывают влияние тип высшей нервной деятельности, характер сна, уровень физической активности, степень нервного и физического перенапряжения, вредные привычки. Звуковые раздражители создают предпосылку для возникновения очагов застойного возбуждения или торможения. Это ведет к снижению работоспособности, в первую очередь умственной, так как уменьшается концентрация внимания, развивается утомление. Автотранспорт создает шум, который воздействует на человека в течение 16–18 часов в сутки, движение иногда затихает лишь на короткий срок. Жалобы на транспортный шум составляют 60 % всех жалоб на городские шумы. Так как наиболее распространенным источником городского внешнего шума является транспорт, то необходимы постоянные научные разработки и техническое совершенствование в этой отрасли.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51616-2000 Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни [Текст]. - Введ. 2001-06-14. – М. : Изд-во стандартов, 2007. – 4 с.
2. ГОСТ Р 52231-2004 Внешний шум автомобилей в эксплуатации. Допустимые уровни и методы измерения [Текст]. -Введ. 2004-03-01. – М. : Изд-во стандартов, 2006. – 3 с.
3. Правила ЕЭК ООН № 51 (02) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автотранспортных средств в связи с производимым шумом [Текст]. -Введ. 1996-09-01. – М. : Изд-во стандартов, 2011. – 8 с.
4. Положение по уровню шумового воздействия на территории Чайковского городского поселения [Текст]. - Введ. от 2012 - 09 - 26. - 15с.
5. Шум [Электронный ресурс]// Википедия свободная энциклопедия: сайт. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%83%D0%BC>(дата обращения: 23.04.2013)
6. Шумоизоляция автомобиля, Виды шума в автомобилях [Электронный ресурс] // сайт. URL: <http://auto-shum.ru/teoryshuma/auto-noise.html> (дата обращения: 23.04.2013)

### **Егорова Раиса Александровна**

ЧТИ (филиал) ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т.Калашникова»  
Студентка группы М - 09  
Тел. +7 (34241) 2-10-13  
E-mail: [raisaegorova@list.ru](mailto:raisaegorova@list.ru)

### **Пономарев Василий Михайлович**

ЧТИ (филиал) ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т.Калашникова»  
Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобильного транспорта»  
Тел.+7 (34241) 2-97-87  
E-mail: [chti@chti.ru](mailto:chti@chti.ru)

А.М. ИШКОВ, А.Л.БОЯРШИНОВ, С.Ю.ЛАРИОНОВ

## АНАЛИЗ ДОРОЖНО - ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В Г.ЯКУТСКЕ РС(Я)

*Произведён анализ дорожно-транспортных происшествий в г.Якутске за 2005-2012гг. Показано распределение ДТП по годам, месяцам, дням недели и часам суток. Указаны основные причины их совершения и даны рекомендации по снижению дорожно-транспортных происшествий в г.Якутске.*

**Ключевые слова.** Дорожно-транспортные происшествия, водитель, транспортное средство, дорога, год, месяц, часы суток

A.M.ISHKOV, A.L.BOYARSHINOV, S.Y. LARIONOV

## ANALYSIS TRAFFIC ACCIDENTS IN YAKUTSK

*The analysis of accidents in Yakutsk was made for 2005 to 2012, showing the month of the year, days of the week and hours of the day the greatest number of accidents. It provides the main reasons they occurred, and recommendations for reducing road accidents in Yakutsk.*

**Keywords.** Traffic accidents, the driver, vehicle, road, year, month, hour of day

Проблемы обеспечения безопасности дорожного движения в России за последние годы приобрели постоянно обостряющийся характер.

Развивающаяся экономика, с одной стороны, стимулирует развитие и расширение автомобильных перевозок, с другой приводит к росту числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП), численности погибших и раненых на дорогах.

В «Транспортная стратегии Российской Федерации на период до 2030 года», отмечается, что главной задачей в области безопасности дорожного движения является «перелом в ближайшие годы тенденции роста ДТП, их тяжести» и обеспечение значительного снижения количества погибших и раненых на автодорогах. Это является общенациональным приоритетом, так как на автомобильных дорогах погибают и получают ранения более 99% от всех жертв на транспорте страны в целом: ежегодно количество погибших составляет более 30 тыс. граждан, более 200 тысяч получают ранения, из которых более 10 тыс. становятся инвалидами.

Обеспечение безопасности на транспорте, особенно автомобильном, является одной из приоритетных задач реализации «Стратегия развития транспортного комплекса Республики Саха (Якутия)».

Проблема обеспечения безопасности дорожного движения является многоаспектной, и включает в себя:

- мониторинг ДТП всех видов на автодорогах региона;
- анализ динамики ДТП по годам;
- анализ динамики ДТП по месяцам, дням недели и времени суток;
- анализ динамики ДТП по видам.
- классификацию мест концентрации ДТП по степени опасности.

Нами собрана статистическая информация произошедших ДТП за последние 8 лет в г.Якутске

Город Якутск является столицей Республики Саха (Якутия) и одним из крупных городов Северо-Восточного региона РФ и важным транспортным узлом и перспективой формирования мультимодального транспортного узла. Однако по ряду показателей г.Якутск

уступает городам расположенным в других регионах страны: отсутствует надлежащее водоотведение, низок уровень благоустройства внутригородских территорий, слабое состояние имеющейся улично-дорожной сети. Дорожная сеть состоит из 57 улиц и 65 перекрёстков, общая протяжённость автомобильных дорог г. Якутска составляет 419 км.

Согласно сведения о состоянии аварийности на автодорогах г. Якутска РС(Я) за 2005-2012 г.г. на рис.1 приведёна статистическая информация о ДТП. Из него видно, что число ДТП имело тенденцию к увеличению с 2005 по 2009 затем наметилось снижение, но незначительно.

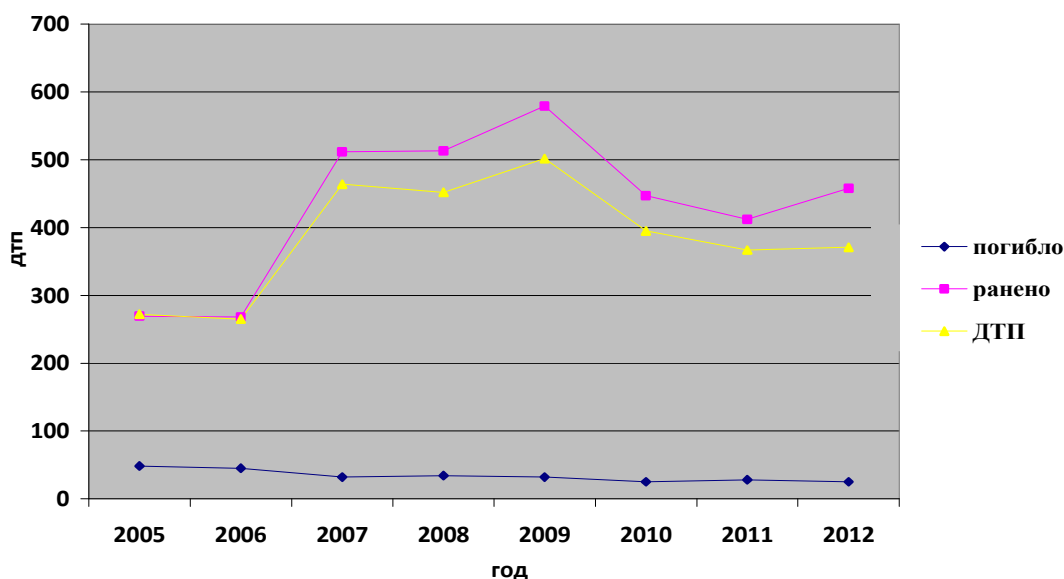


Рисунок 1 – ДТП с пострадавшими по годам

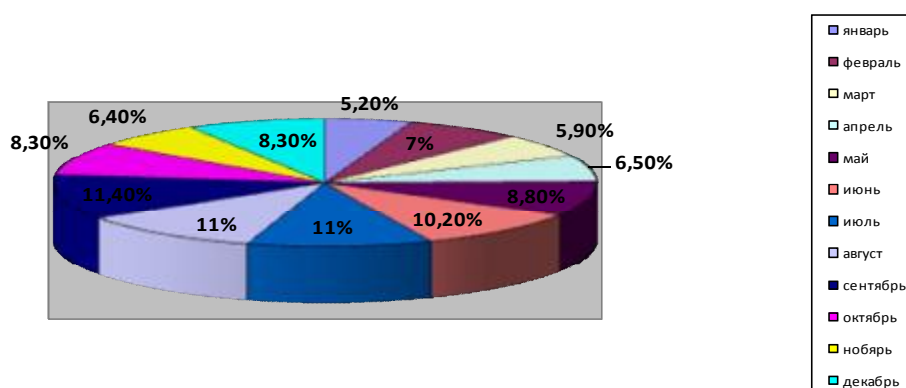
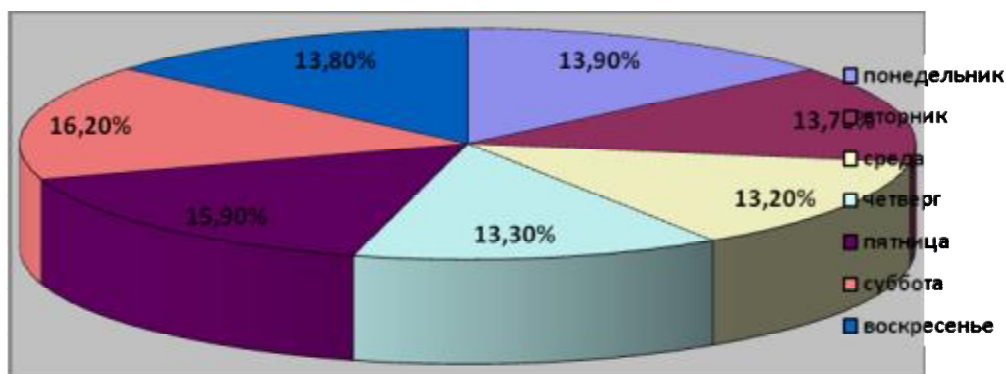


Рисунок 2 – Распределение ДТП по месяцам

Анализ полученной информации по ДТП, которые произошли по месяцам года показал, что наибольшее количество ДТП приходится на июнь, июль, август и сентябрь и

составили 43,6 % от общего числа ДТП, т.к. наш взгляд, в связи с климатическими условиями увеличивается количество частного транспорта в летний период а также участниками дорожного движения становятся велосипедисты и мотоциклисты.

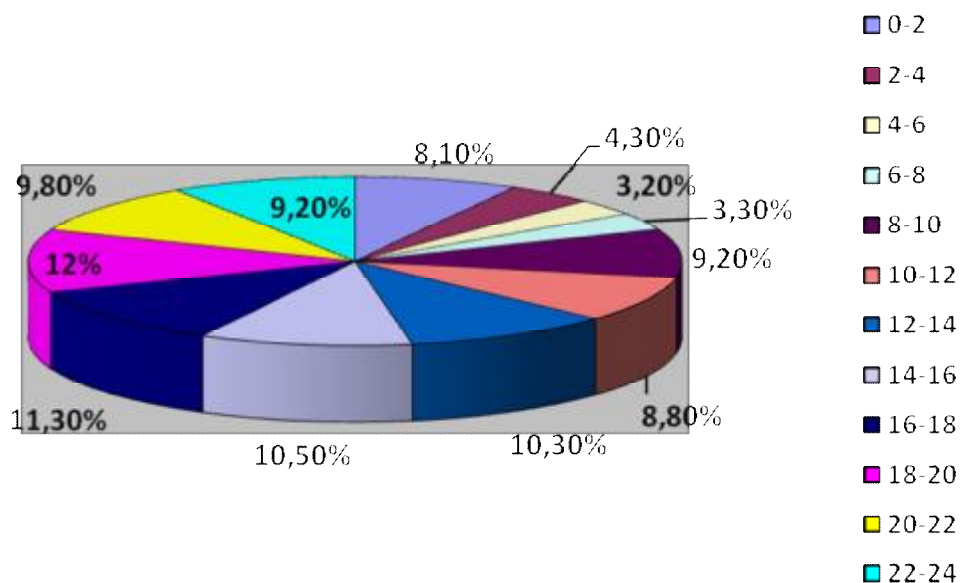
Собранная статистическая информация ДТП по дням недели, приведена на рис.3 .



*Рисунок 3 – Распределение ДТП по дням недели*

Как показал анализ рис.3, наибольшее количество ДТП приходится на пятницу, субботу и понедельник. Это связано с массовым выездом большого числа транспорта как государственного, так и частного в связи с выходными днями. Поэтому такие причины, как несоответствие скорости конкретным условиям, выезд на встречную полосу, нарушение правил обгона, несоблюдения очередности проезда, управление транспортным средством в состоянии алкогольного опьянения, составляет 51% от общего числа основных причин ДТП.

На рис.4 приведено распределение ДТП по часам суток



*Рисунок 4 – Распределение ДТП по часам суток*

Анализ рис.4 показывает, что наиболее аварийным временем суток является промежуток времени с 14.00 до 20.00. На этот промежуток времени приходится 1041 ДТП, что составляет 33,7 % от общего количества ДТП. т.к. в этот период времени на улицах города увеличивается число участников дорожного движения а также нарушение правил перехода улиц и дорог пешеходами в неполюженном месте.

Основные причины ДТП приведены в таблице 1.

Таблица 1

Причины ДТП	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Итого (%)
Превышение скорости	29	11	2	1	6	1	1	0	51 (1,6)
Несоответствие скорости конкретным условиям	113	80	73	55	56	40	50	52	519 (16,6)
Выезд на встречную полосу, нарушение правил обгона	28	26	56	48	59	47	67	41	372 (11,9)
Несоблюдение очередности проезда	12	19	41	57	65	51	51	66	362 (11,6)
Из-за технических неисправностей	1	0	2	0	0	1	0	0	4 (0,1)
Неудовл. дорожные условия, сопутствующие ДТП	59	78	99	109	109	99	86	135	774 (24,7)
Управление ТС в состоянии а/о	44	41	49	43	46	46	43	28	340 (10,9)
Нарушение правил перестроения	1	0	1	4	0	0	9	9	24 (0,8)
Переход в неустановленном месте	35	44	73	56	38	44	31	33	354 (11,3)
Проезд пешеходных переходов	33	38	49	42	39	36	48	44	329 (10,5)

В среднем ежегодно в г.Якутске совершается 386 ДТП.

С целью стабилизации ситуации на дорогах г.Якутска необходимо:

- повысить пропускную способность дорог за счёт совершенствования организации движения;
- внедрить автоматические системы управления транспортными потоками;
- организовать движение тяжеловесных и транзитного транспорта по специальным объездным маршрутам;
- повысить требовательность к обучению водителей в учебных организациях;
- проводить профилактическую работу с населением города;
- рекомендовать в школьных учреждениях о введении уроков по знанию ПДД

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. Москва.сентябрь 2008г.
2. Сведения о состоянии аварийности на авто дорогах столицы РС(Я) г. Якутска за 2005-2012 г.г.. г.Якутск. РС(Я) МВД ГИБДД

**Ишков Александр Михайлович**

Якутский научный центр СО РАН

Профессор, доктор технических наук, заведующий отделом ритмологии и эргономики северной техники

Тел. 8-411-2-39-05-28;

E-mail: [a.m.ishkov@prez.ysn.ru](mailto:a.m.ishkov@prez.ysn.ru)

**Бояршинов Анатолий Леонидович**

Якутский научный центр СО РАН

Кандидат технических наук, доцент; заведующий сектором эргономики северной

Тел. +79241718252

**Ларионов Степан Юрьевич**

Начальник Регионального отдела информационного отдела ГИБДД МВД по РС(Я)

Тел. +79142385209

М. Е. ЕЛИСЕЕВ, В. В. КОНСТАНТИНОВ

## АНАЛИЗ ДТП С УЧАСТИЕМ АВТОБУСОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ АВАРИЙНОСТИ ДЛЯ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

*В докладе анализируются аварии с участием автобусов. На основании статистического анализа базы дорожно-транспортных происшествий выделяются места повышенной аварийности, выявляются причины аварий и информация, в виде текстовых сообщений, наносится на векторную карту. Результаты исследования будут использованы для разработки слоя "Автобусы" интерактивной карте Нижегородской аварийности.*

***Ключевые слова:** топографический анализ, ДТП, ГИС, геоинформационная система, интерактивная карта.*

M.E. ELISEEV, V.V. KONSTANTINOV

## THE ANALYSIS OF ROAD ACCIDENTS WITH PARTICIPATION OF BUSES FOR DEVELOPMENT OF INTERACTIVE ACCIDENTS MAP FOR NIZHNY NOVGOROD

*The analysis of road accidents with bases is presented. Based on the statistical analysis of the traffic accidents database the range of accident risk zones are allocated as well as cause of accidents. These information performed as text messages and also could be applied to the vector map. The results of the study will be used for developing of the layer "Buses" of the Nizhny Novgorod's interactive map of accident rates.*

***Keywords:** topographical analysis, road accidents, GIS, Geographic Information System, interactive map.*

Доклад посвящен проблеме создания интерактивной карты аварийности крупного города. Разработка таких карт является одной из мер, направленных на повышение безопасности дорожного движения. Этот программный комплекс является также одним из необходимых компонентов комплексной транспортной системы крупного города. Подобные работы ведутся в ряде городов, в частности, в Караганде [2] и Новосибирске [3]. Как правило, создатели данных электронных ресурсов ограничиваются простым отображением аварий определенного типа. Для получения не только количественных характеристик, но и выявления причин дорожно-транспортных происшествий (ДТП) необходимо привлечение специальных методов: топографический анализ, математическая статистика и ГИС-технологии. Они подробно разбираются в работах [1], [4].

В данном докладе подробно исследуются аварии с участием автобусов, которым отвечает слой «Автобусы» интерактивной карты аварийности. Данный тематический слой может быть использован при создании модели сети пассажирского транспорта крупного города и последующей ее модификации с целью снижения аварийности маршрутных транспортных средств.

Архитектура информационной системы, предназначенной для анализа ДТП, состоит из ведущей локальной подсистемы, обеспечивающей:

- 1) подготовку и сопровождение многослойной векторной карты города;
- 2) связь с базой данных ДТП;
- 3) статистический анализ причин ДТП;
- 4) экспорт в интернет-подсистему (импорт данных из неё).



Интернет-подсистема позволяет осуществлять обратную связь с субъектами дорожного движения, с помощью которой участники дорожного движения получают личностно-ориентированную информацию о ДТП в режиме реального времени в виде тематических карт с аннотациями и рекомендуемыми путями объезда в тех случаях, когда это возможно. В частности тематический слой «Автобусы» может быть использован при подготовке и переподготовке водителей автобусов.

Статистический анализ осуществляет специальный программный модуль – анализатор очага. Он должен сформулировать для данной географической области (обычно не более 500 м<sup>2</sup>) статистически наиболее вероятные гипотезы о причинах аварийности и выявить потенциально опасные категории участников ДТП. Подразумевается, что очаг содержит достаточный объем статистической информации.

Всего исследовалось 4791 случаев ДТП с участием автобусов, происшедших в Нижнем Новгороде с января 2009, по апрель 2011 года. В результате анализа число мест с 1 случаем ДТП составило 1407, с 2 – 295, 3 – 172 и т.д. В качестве очага, содержащего достаточный объем статистической информации выбирались места с числом ДТП не менее 15. Их оказалось 26 (см. табл. 1), и они будут рассмотрены отдельно. Общее число ДТП происшедших в них – 721, что составляет 15% от общего числа ДТП (табл. 1).

Таблица 1 – Очаги ДТП с участием автобусов

№ очага	Место ДТП (улица)	Дом	Число ДТП
1	КОМСОМОЛЬСКАЯ ПЛ.	2	15
2	МОЛИТОВСКИЙ МОСТ		15
3	ГАГАРИНА ПРОСП.	2	16
4	МОСКОВСКОЕ ШОССЕ	155	16
5	СОВЕТСКАЯ	23	17
6	ЛЕНИНА ПРОСП.	16	17
7	ГАГАРИНА ПРОСП.	224	17
8	ЛЕНИНА ПРОСП.	15	17
9	ДОЛЖАНСКАЯ	35	18
10	КАНАВИНСКИЙ МОСТ		18
11	ГАГАРИНА ПРОСП.	127	19
12	ЛЕНИНА ПРОСП.	9	19
13	СОВЕТСКАЯ	18	20
14	ГАГАРИНА ПРОСП.	3	21
15	ГАГАРИНА ПРОСП.	1	24
16	ЛЕНИНА ПРОСП.	27	25
17	ОКСКИЙ СЪЕЗД		27
18	ПЛОТНИКОВА	4А	27
19	МЫЗИНСКИЙ МОСТ		27
20	ГАГАРИНА ПРОСП.	222	31
21	МОСКОВСКОЕ ШОССЕ	9	31
22	КОМИНТЕРНА	115	34
23	ЛЕНИНА ПРОСП.	73	46
24	ЛЕНИНА ПРОСП.	70	58
25	ЛЕНИНА ПРОСП.	88	58
26	ЛЕНИНА ПРОСП.	75	88

По всем очагам из списка были вычислены средний возраст – 41,8 лет и средний стаж водителей 12,7. По каждому из ДТП запросом к базе данных была получена следующая информация: число, месяц, день недели, время, погода, освещение, стаж и возраст водителя, тип транспортного средства (рис. 1).

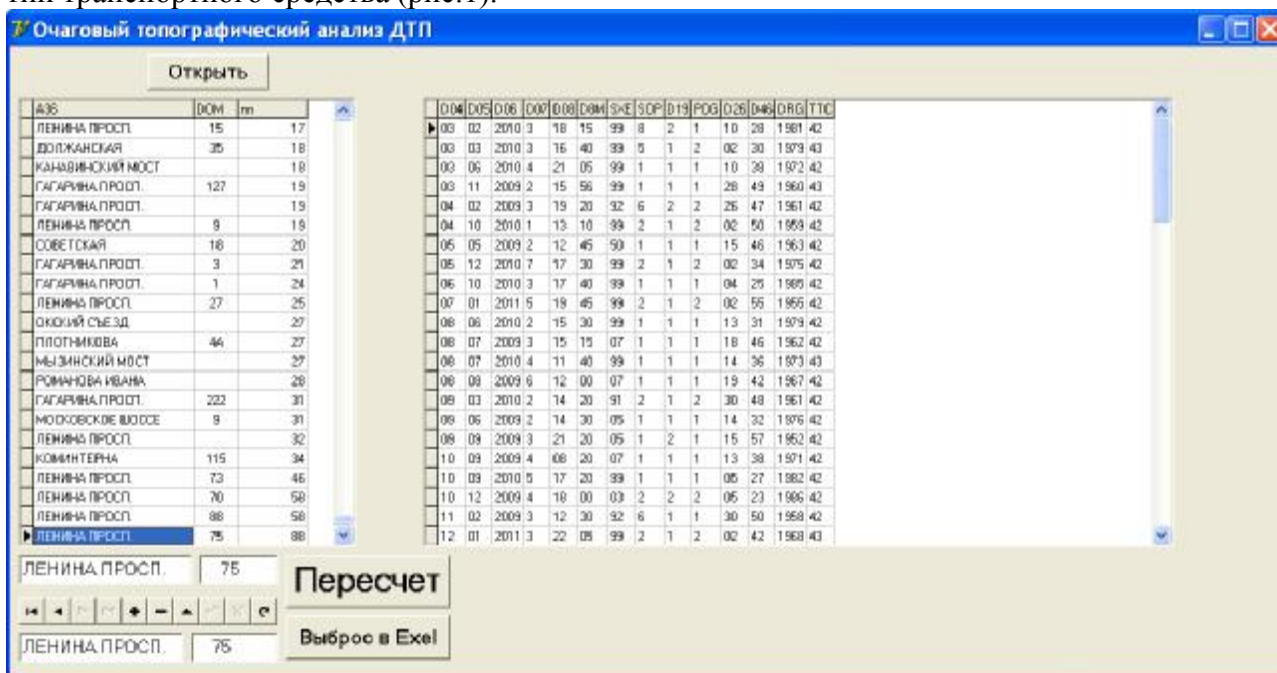


Рисунок 1 – Пример работы программы по анализу ДТП

Далее каждый очаг детально анализировался по следующей схеме:

- 1) перечисление отличных от среднестатистических обстоятельств;
  - 2) предполагаемая реконструкция типичного для очага ДТП;
  - 3) комментарий (аннотация – текстовое сообщение отображаемое на карте);
- Пример такого анализа приводится ниже.

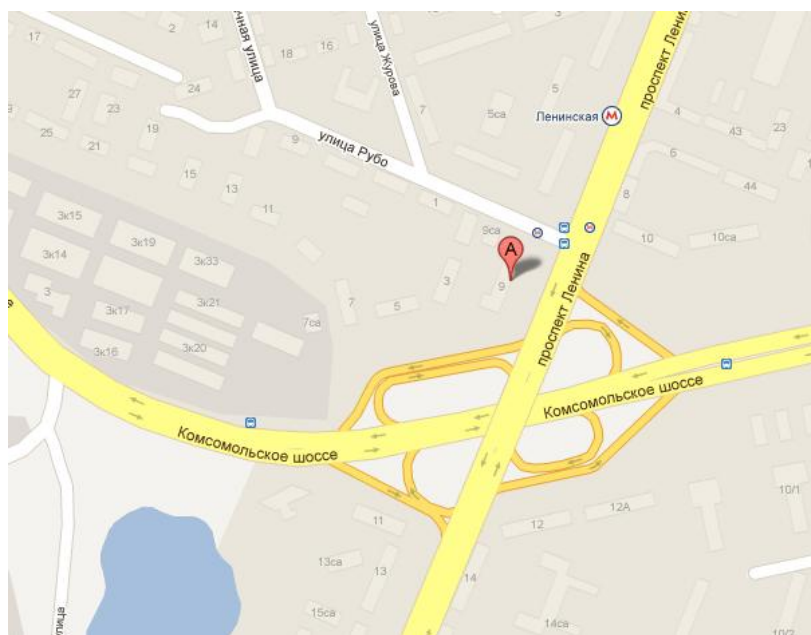


Рисунок 2 – Изображение одного из очагов аварийности (пр. Ленина, 9) на карте

Анализ очага проспект Ленина дом 9.

1. Перечисление отличных от среднестатистических обстоятельств:

- очень много ДТП со скользким покрытием (мокрое, заснеженное, снежный накат);

- погода преобладает пасмурная либо снегопад;

- средний стаж 11,23 ниже среднего;

- средний возраст (37 лет) также ниже среднего;

- большинство участников ДТП – Автобусы малого класса ПАЗ-3205

(«Маршрутки»).

2. Предполагаемая реконструкция ДТП

По-видимому, аварии происходят так: нет разгонного участка, выезжающий на проспект Ленина автобус «таранится» автомобилем, движущимся по правой полосе, который не успевает затормозить из-за скользкого покрытия.

В ДТП попадают относительно молодые (37 лет) водители с относительно небольшим (явно ниже среднего) стажем (11,23 года).

3. Комментарий (аннотации): «Внимательно при выезде с виадук на пр. Ленина при скользком (мокрое или заснеженном) покрытии. Особенно аккуратно водителям маршруток со стажем менее 15 лет».

В соответствии с проделанным анализом формировался тематический слой «Автобусы»: составлялись соответствующие аннотации – текстовые комментарии, отображаемые в нужный момент на карте.

Полученные в ходе исследования данные могут быть использованы при принятии управленческих решений направленных на снижение ДТП с участием маршрутных транспортных средств: подготовке и переподготовке водителей, модификации транспортной сети, проектировании (модификации) остановочных пунктов, при разработке комплексной транспортной схемы крупного города.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елисеев М. Е. О статистическом анализе очагов аварийности. / М. Е. Елисеев – Автотранспортное предприятие. Москва, №4, 2012.

2. <http://www.service.pravstat.kz/dtp.html> [Электронный ресурс]

3. nick123.ru [Электронный ресурс]

4. Елисеев М. Е. Подсистема анализа очагов интерактивной карты аварийности / / Елисеев М. Е., Пронин Д. М., Репников А. А., Сангалова М.Е., Томчинская Т. Н. - Труды НГТУ им. Р.Е. Алексева. – Нижний Новгород, № 4, 2012, 358-363.

5. Липенков А. В. О подходах к моделированию времени простоя автобусов на остановочных пунктах городского пассажирского транспорта / А. В. Липенков, О. А. Маслова, М. Е. Елисеев // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №3(38) 2012, 84-93 с.

### **Елисеев Михаил Евгеньевич**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт»

Тел.: +7(831)4364383

E-mail: [eliseevmic@mail.ru](mailto:eliseevmic@mail.ru)

### **Константинов Виталий Вадимович**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Магистр 2-го года обучения кафедры «Автомобильный транспорт»

Тел.: +7(831)4364383

E-mail: [drummer7@mail.ru](mailto:drummer7@mail.ru)

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА

*В статье приводятся результаты комплексного исследования остановочных пунктов городского пассажирского транспорта в г. Нижнем Новгороде. Дана оценка состоянию остановочных пунктов. Выявлены новые факторы, влияющие на пропускную способность остановочных пунктов, а также нарушения в работе городского пассажирского транспорта в зоне остановочных пунктов. Предложены мероприятия, способные снизить нагрузку на транспортную сеть и повысить безопасность дорожного движения.*

**Ключевые слова:** *остановочный пункт, пассажирские перевозки, городской пассажирский транспорт, обслуживание пассажиров, безопасность дорожного движения.*

A.V. LIPENKOV, N.A. KUZMIN

## THE ANALYSIS AND OPERATION OF BUS STOPS OF NIZHNY NOVGOROD CITY TRANSPORT

*The paper presents the results of a comprehensive study of bus stops of urban passenger transport in Nizhny Novgorod. The estimation of stops state is given. New factors affecting the capacity of stopping points and irregularities in the urban public transport of the stops area are identified. Some new approaches are presented that can reduce the overloading on the transport network and improve traffic safety.*

**Keywords:** *bus stop, passenger transport, urban passenger transport, passenger services, road safety.*

Важным элементом транспортной инфраструктуры города являются остановочные пункты (ОП) пассажирского транспорта. Они оказывают существенное влияние на пропускную способность дорог и безопасность дорожного движения. От их расположения и состояния во многом зависит удовлетворенность населения работой общественного транспорта.

Учитывая важность ОП как элемента системы городского пассажирского транспорта, в период с сентября 2011 года по октябрь 2012 кафедрой «Автомобильный транспорт» НГТУ было проведено комплексное исследование ОП городского пассажирского транспорта (ГПТ) в Нижнем Новгороде.

Целью исследования являлось:

1. Оценка состояния ОП в городе.
2. Сбор статистики по типам и характеристикам ОП для дальнейшего выборочного исследования отдельных из них в основном наиболее нагруженных.
3. Выявление новых факторов, влияющих на пропускную способность ОП.
4. Исследование технологии работы подвижного состава ГПТ на ОП и возможных нарушений, снижающих безопасность дорожного движения и эффективность функционирования ОП.
5. Разработка предложений по повышению эффективности функционирования и повышению безопасности дорожного движения на ОП Нижнего Новгорода.

В данной работе подробно рассмотрены первые две задачи.

На момент написания статьи в Нижнем Новгороде функционировало 1374 ОП. Из них 337 – ОП только городского электротранспорта. Всего было исследовано 789 ОП, что составляет 76% от общего количества ОП, обслуживаемых автобусами. В число не исследованных попали ОП, находящиеся в отдаленных частях города, обслуживаемые



только одним маршрутом, временные, необорудованные и т.д.

Для проведения исследования был разработан соответствующий бланк (табл. 1), в котором фиксировалось большое количество параметров, начиная с геометрических и заканчивая характеристикой оснащённости (наличие ливневой канализации для отвода воды, урны для мусора и т.д.).

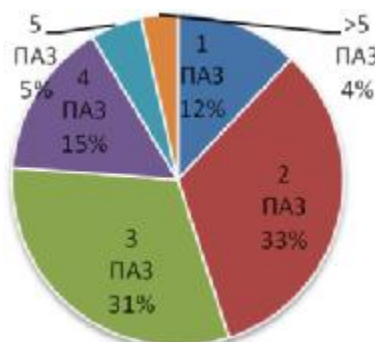
Были получены следующие результаты:

1. Наиболее важной характеристикой ОП, по мнению авторов статьи, можно считать длину ОП (пункт 2, табл.1). СНиП II-60-75 [1] предлагал принимать длину ОП равной 20 м для маршрутов одного направления, для маршрутов нескольких направлений – не менее 30 м. Однако в действующем СНиП 2.07.01-89\* [2] рекомендации по длине ОП отсутствуют. Так как в Нижнем Новгороде на маршрутах общественного транспорта работают в основном автобусы большого класса ЛИАЗ-5256, 5259 и МАЗ-103, а также автобусы малого класса ПАЗ-3205, длина ОП на рис. 1 представлена в виде количества маршрутных транспортных средств (МТС), способных одновременно обслуживаться на ОП.

Как видно из рис. 1, 30% ОП способны принять только одно МТС большого класса, 41% - 2 МТС, 23% – 3 МТС, а на 6% ОП может обслуживаться одновременно 4 и более МТС. Для автобусов малого класса ПАЗ-3205 распределение по числу мест представлено на рис. 2.



*Рисунок 1 – Распределение ОП по числу мест одновременного обслуживания автобусов большого класса*



*Рисунок 2 – Распределение ОП по числу мест одновременного обслуживания автобусов малого класса*



*Рисунок 3 – Распределение ОП по наличию кармана*

2. Заездным карманом оборудованы ровно 30% ОП (рис. 3). Из них ширину кармана, недостаточную для полного размещения в нем автобуса большого класса, имеют 14% ОП. Длина заезда и выезда из кармана на Нижегородских ОП измеряется в очень широких пределах (от 1 до 30 м) и в среднем составляет 10 м.

3. ОП, не оборудованные заездными карманами, часто не имеют четких границ (пункт 3 табл. 1), что вызывает затруднение как у водителей при выборе места для остановки автобуса, так и у пассажиров. Согласно полученной статистике лишь половина ОП (50%) имеют четкие границы (60% из них – ОП с заездными карманами), у 40% ОП границы «размыты» (рис. 4), а у 10% ОП границы определить не удалось.



*Рисунок 4 – ОП «Подновье» с нечеткой границей*

4. Состояние дорожного полотна в зоне ОП, заездного кармана, а также посадочной площадки (пункт 6, табл.1) оказывает влияние на качественное обслуживание пассажиров и

их безопасность. Распределение ОП по типам и состоянию дорожного покрытия приведено на рисунках 5, 6 и 7.

5. Грамотная планировка зоны ОП предусматривает наличие возвышения посадочной площадки над уровнем дорожного полотна на высоту бордюрного камня (пункт 4, табл.1), необходимого для снижения времени посадки и высадки пассажиров, а также наличие небольшого уклона между павильоном и бордюром для стока воды (пункт 5, табл. 1) [3]. Как показали результаты обследования, возвышение посадочной площадки над уровнем дорожного полотна имеют 92% ОП, а вот уклон остановочной площадки только 17,9% ОП, в результате чего на 20% ОП после дождя регулярно возникают лужи (пункт 13 табл.1), значительно снижающие качество обслуживания пассажиров. Так же оказался мал и процент ОП, оборудованных люками ливневой канализации.

6. СНиП П-60-75 [1] указывал принимать ширину посадочной площадки (пункт 2, табл. 1) в диапазоне от 1,5 до 2,25 м в зависимости от пассажирообмена ОП. Это требование выполняется практически для всех ОП Нижнего Новгорода.

7. С 2008 года в Нижнем Новгороде проводится замена старых остановочных павильонов на павильоны нового типа (рис. 4). Всего оснащено павильонами 695 ОП (пункт 7 табл.1), что составляет 88% от общего количества. Из них 59% – павильоны нового типа.

8. Регулируемые пересечения оказывают существенное влияние на пропускную способность ОП, из-за так называемого эффекта «пачек», когда транспортные средства приходят на ОП группами, накапливаясь перед светофором во время действия запрещающего сигнала. С целью изучения данного эффекта в бланк обследования ОП был включен пункт 8, в котором отмечалось количество регулируемых пересечений, влияющих на ОП, их удаленность от ОП, а также длительность действия зеленого сигнала и длительность цикла регулирования.

9. В пункте 9 табл.1 отмечалось наличие и тип пешеходного перехода в зоне ОП, а также расстояние между переходом и ОП. Согласно [2] пешеходный переход должен размещаться до ОП. Этому требованию не соответствуют 12% ОП.

10. Согласно СНиП 2.07.01-89\* ОП, расположенный на магистральной улице с регулируемым движением, должен находиться на расстоянии не менее 20 м от примыкающего проезда [2]. Это указание не выдерживается для 19% ОП (пункт 10, табл.1).

11. Освещенность в темное время суток можно оценить как достаточную для 75% ОП.

12. Оснащенность ОП составила: указателями названия ОП – 65%, скамьями для сидения – 88%, мусорными баками – 83%, табличкой с указанием маршрутов, проходящих через ОП – 65% (пункт 15, табл.1), знаком 5.1 «Остановка Автобуса» Правил Дорожного Движения – 20%. Электронные табло для информирования пассажиров установлены только на 11 ОП.

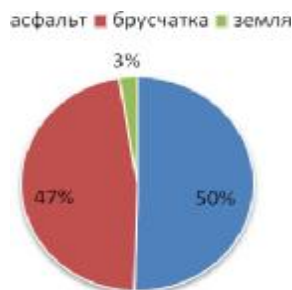


Рисунок 5 – Распределение ОП по покрытию посадочной площадки

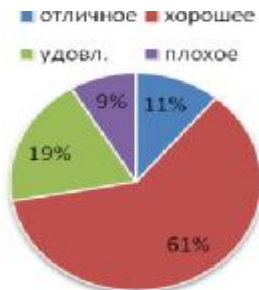


Рисунок 6 – Распределение ОП по состоянию покрытия посадочной площадки

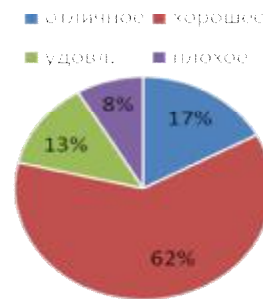


Рисунок 7 – Состояние дорожного полотна в зоне ОП

13. Желтая разметка (пункт 6, табл.1), призванная обозначить границы ОП, не является их показателем, так как чаще всего нанесена неправильно, а в зимне-весенний период вообще отсутствует. Всего по данным исследования желтую разметку имеют 77% ОП.

Несмотря на наличие на ОП заездных карманов, водители часто останавливаются на полосе движения, создавая при этом помехи транспортному потоку.

1. В условиях, когда все места для обслуживания пассажиров на ОП заняты, водители подъезжающего транспортного средства не дожидаются освобождения ОП и начинают обслуживание пассажиров до ОП. В результате пассажирам для посадки приходится бежать через весь ОП. Некоторые пассажиры могут не заметить такое транспортное средство или не успеть на него, получив отказ в обслуживании.

2. МТС начинает обслуживание пассажиров в конце ОП, при наличии места в самом начале. В результате резко снижается пропускная способность ОП и увеличиваются задержки прибывающих на ОП других ТС.

3. Как показало исследование, на 29% ОП в Нижнем Новгороде имеется как минимум один торговый киоск (пункт 14, табл.1). Грузовые автомобили, обслуживающие их, и транспортные средства клиентов этих торговых точек становятся дополнительной помехой ГПТ. Также ОП часто используются в качестве стоянки водителями такси и владельцами личного транспорта. Доля таких ОП (пункт 18 табл.1) составляет 15%.

4. На ОП с недостаточной пропускной способностью регулярно наблюдается остановка МТС во втором и даже в третьем ряду. В результате повышается число дорожно-транспортных происшествий, с участием как пассажиров, вынужденных выходить на полосу движения с целью посадки и высадки, так и МТС. Доля таких ОП по результатам исследования составила 7% (пункт. 17 табл. 1).

Авторы статьи видят необходимым разработку нормативно-правовой базы обслуживания пассажиров на ОП. Данный документ должен устанавливать правила движения, посадки-высадки, выбор места остановки, а также указания к нанесению разметки ОП, параметрам посадочной площадки, заездного кармана и т.д.

В ходе исследования были выявлены новые факторы, влияющие на пропускную способность ОП. Работы по их исследованию уже ведутся и будут детально рассмотрены в ближайших публикациях авторов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП II-60-75. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов. Нормы проектирования/Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. 67 с.
2. СНиП 2.07.01– 89\*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. / Госстрой СССР. - М.: ЦНТИ Госстроя СССР, 1990.-114 с.
3. СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги/Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 56 с.
4. Липенков А.В. О результатах комплексного исследования остановочных пунктов городского пассажирского транспорта в г. Нижнем Новгороде [Текст] / Липенков А.В. // «Мир транспорта и технологических машин». – 2012. - №4. - с. 93-102
5. Исхаков, М.М. Комплексное исследование остановочных пунктов городского пассажирского транспорта г. Оренбурга [Текст] /М.М. Исхаков, В.И. Рассоха//Вестник Оренбургского государственного университета. 2007. - № 9. - с. 207-214.

### **Липенков Александр Владимирович**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева  
Старший преподаватель кафедры «Автомобильный транспорт»  
Тел.: +7(831)4364383  
E-mail: [alex1@nntu.nnov.ru](mailto:alex1@nntu.nnov.ru) , [\\_alexl\\_@mail.ru](mailto:_alexl_@mail.ru)

### **Кузьмин Николай Александрович**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева  
Доктор технических наук, профессор, зав. каф. «Автомобильный транспорт» НГТУ  
Тел.: +7(831) 4364383  
E-mail: [kuzmin@nntu.nnov.ru](mailto:kuzmin@nntu.nnov.ru)



УДК 629.351:631

К.С. ЕСИН, А.Л. СЕВОСТЬЯНОВ

## АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗЕРНОВОЙ ЛОГИСТИКИ (на примере Орловской области)

*В данной статье проанализировано транспортное обеспечение уборки зерновых культур, взаимосвязь коэффициента технической готовности автомобилей и его влияние на сроки уборки зерновых культур.*

**Ключевые слова:** транспортные средства, перевозка зерна, зерновые культуры, уборочно-транспортный процесс, зерноуборочный комбайн, коэффициент технической готовности.

K.S. YESIN, A.L. SEVOSTYANOV

## ANALYSIS OF TRANSPORT MAINTENANCE OF GRAIN LOGISTICS (FOR EXAMPLE OF THE OREL REGION)

*In this article transport service of harvest of grain crops, interrelation of coefficient of technical readiness of cars and its influence on terms of harvest of grain crops is analysed.*

**Keywords:** vehicles, grain transportation, grain crops, harvest and transport process, combine harvester, coefficient of technical readiness.

Орловская область – одна из крупнейших зернопроизводящих областей страны с большим потенциалом сельскохозяйственных угодий. По валовому сбору зерна Орловская область входит в десятку областей, уступая лишь таким, как Краснодарский край, Ставропольский край, Ростовская область, Алтайский край. Общая земельная площадь Орловской области составляет 2465 тыс.га, площадь сельскохозяйственных культур Орловской области составляет 1,85 млн. га., зерновые занимают 72% от всех сельхозугодий.

Таблица 1 – Производство зерновых культур в России (тыс. тонн)

	Регион	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Краснодарский край	8257.9	8196.4	8103.8	11634.4	9486	9942.6
2	Ставропольский край	6697.2	6271.2	7014.9	8413.3	6934.9	6869.6
3	Ростовская обл.	6266.9	6307.2	4094.8	8871.1	6598	6620.9
4	Алтайский край	2952.6	3519.5	4700.5	3857.5	5627.9	4240.8
5	Новосибирская обл.	1798.8	1761.2	2502.6	2567.3	3193.2	2350.3
6	Омская обл.	2851.8	2890.6	3082.1	2289.8	4002.5	2231.9
7	Красноярский край	1590.5	1479	1811.1	2154.6	2377.9	2070.9
8	Курская обл.	1903.2	1738.7	1926	3351.5	3054.1	1526.4
9	Орловская обл.	1670.1	1276.8	1353.6	2282.3	2393.1	1507.8
10	Волгоградская обл.	3581.4	3334.9	2774.1	5183.2	3317.1	1498.7
11	Тюменская обл.	1329.3	1345.5	1264.1	1238.4	1525.1	1232
12	Липецкая обл.	1907.9	1726.6	1794	2913.4	2725.2	1214.5
13	Кемеровская обл.	1041.5	1110	1455.3	1467.5	1570.9	1179.6
14	Белгородская обл.	2020.2	1633.4	1911.3	3262.9	2384.7	1031.8
15	Саратовская обл.	3452.7	3411.3	3315.9	3853.5	2774.6	1032.3

Одной из основных задач сельского хозяйства является производство зерна, которое относится к числу сложных и трудоемких производств. Механизация процессов производства зерна облегчает труд работников сельского хозяйства, особенно при уборке зерновых культур. Уборка зерновых культур - главная и первостепенная операция в

производстве зерна. Сроки уборки зерновых культур определяются биологическими особенностями культуры, погодными условиями и характером почвогрунтов. Проводить уборку необходимо своевременно и в сжатые агросроки. Это позволит собрать урожай с наименьшими потерями. При запоздании с уборкой зерновых культур неизбежны значительные невосполнимые потери.

За последние годы наметилась тенденция сокращения общего количества комбайнов в парке, увеличения доли неисправных комбайнов или временно участвующих в уборке зерновых, старение парка комбайнов, увеличение средней нагрузки на комбайн, сроков уборки и соответственно потерь зерна от самоосыпания. По данным Росстата в сравнении с 2000 г. парк комбайнов в Орловской области уменьшился более чем в 3 раза (таблица 2), нагрузка на один действующий комбайн выросла со 175 га до 444 га (в 2,5 раза) (таблица 3) при нормативе 110...120 га.

Таблица 2 - Количество зерноуборочных комбайнов в сельскохозяйственных организациях Орловской области (шт.)

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Кол-во	3873	3805	3590	3197	2818	2273	1978	1561	1415	1244	1207	1207

Таблица 3 - Площадь посевов зерновых культур приходящая на один комбайн (га)

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Кол-во	175	185	195	173	211	254	251	294	381	445	459	444

Высокая сезонная нагрузка на один комбайн приводит к нарушению агротехнических сроков уборки урожая: в агросрок убирается лишь около 30% полей.

Нарушение агросрока выполнения технологических операций возделывания и уборки урожая зерновых культур существенно сказывается на потерях урожая. Особенно это заметно при уборке ранне- и среднеспелых сортов пшеницы, ячменя.

В среднем превышение установленного в зоне агросрока уборки одновременно созревающих культур на один день приводит к снижению урожая на 0,8...1,3%. Эти потери обусловлены, в основном, недоукомплектованностью парка комбайнов и жаток, как по потребному количеству, так и по суммарной пропускной способности, а так же плохой организацией его использования.

Как было отмечено ранее, ежегодный объем собираемого зерна колеблется от 1500 тыс. тонн до 2400 тыс. тонн (таблица 4). Это зерно необходимо перевести с поля на зернохранилище, часть после переработки перевести на элеватор, часть на зернозаготовительные и перерабатывающие предприятия.

Суммарные затраты на перевозку зерна велики и составляют до 30...40% от общих затрат на производство зерна. Поэтому необходимо очень тщательно пересмотреть и модернизировать процесс организации перевозки зерна.

Проанализировав ситуацию, выделены два основных недостатка транспорта, используемого в сельском хозяйстве – недостаточное количество требуемого для перевозки зерна транспорта и неудовлетворительное состояние данных транспортных средств.

Как видно из таблицы 5 за последние годы существенно уменьшилось количество грузовых автомобилей в Орловской области. Что приводит, при уборке зерновых культур к недоукомплектованности уборочных комбайнов транспортными средствами. Следовательно, увеличивается нагрузка на каждую рабочую единицу транспорта, увеличиваются простои комбайнов в ожидании транспортного средства. Вследствие чего, увеличиваются сроки уборки зерновых культур.

Таблица 4 - Валовой сбор (объемы перевозки) сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий орловской области (тысяч тонн)

Вид культуры \ Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Зерновые и зернобобовые культуры - всего (в весе после доработки)	1398,1	1614,7	1968,2	1514,2	1580,6	1670,1	1276,8	1353,6	2282,3	2393,1	1507,8	1676,9
Пшеница озимая	654,7	690,4	986,6	418,8	574,8	745	436,6	601,2	1021,2	1281,4	1019,5	859,5
Рожь озимая	93,5	113,4	133,5	102	88,8	79,5	50,9	50,8	89,1	72,8	36,8	20,6
Тритикале озимая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,9	10,7	7,1
Пшеница яровая	109,6	151,1	148	175,7	180,7	146	192,5	130,4	127,8	151,6	101,8	71,1
Ячмень яровой	314,9	487,8	547,9	629,6	564,7	549,6	509	458,3	842,7	690,9	251,2	425
Овес	55	78,3	73,8	71,5	66,9	54,5	35,2	51	75	52,2	29,3	50,3
Кукуруза на зерно	0,3	-	1,2	-	0,1	-	-	2	50,4	25,3	12,1	101,7
Просо	12,2	4,6	2,7	5,2	2	1,1	0,7	0,5	1,4	1,1	0,6	2,2
Гречиха	122,1	35,8	8,5	50,8	41,5	32,3	29,5	38,5	45,1	62,8	17	80,7
Зернобобовые	35,8	53,3	66	60,6	61,6	62,2	22,4	21	29,6	33,1	28,8	58,3
Семена и плоды масличных культур – всего	13,8	7,2	11,8	33,3	25,4	40,4	37,6	29,9	38,2	41,6	48	163
Семена подсолнечника	11,3	4,2	2,9	4,5	3,2	-	0,1	-	0,2	2,4	12,8	65,3
Бобы соевые	0,4	0,03	0,2	0,4	0,7	0,6	0,7	0,8	1,4	4,6	9,9	31,4
Семена рапса (озимого и ярового)	1,8	2,8	8	27,3	21,3	39,8	36,8	29	36,1	33,7	24,5	65

Таблица 5 – Наличие зарегистрированных автомобилей, находящихся в собственности юридических и физических лиц (на конец года; штук)

Грузовые автомобили	2005		2007		2010	
	Всего	в том числе: в собственности граждан	Всего	в том числе: в собственности граждан	Всего	в том числе: в собственности граждан
ГАЗ-52, 53 и модификации	4606	1416	3783	1253	1460	702
ЗИЛ-130 и модификации	3176	646	2551	560	1034	232
КАМАЗ-5320 и модификации	2390	981	2239	996	1583	949
КАМАЗ-5511 и модификации	1615	503	1629	650	1136	485

Состояние многих транспортных средств подошли к критическому уровню: более 55% из них эксплуатируется за пределами нормативного срока службы в возрасте более 10 лет (таблица 6), остальная часть приближается к этому сроку.

Таблица 6 – Возрастная структура парка транспортных средств в 2010 году (на конец года; штук)

Грузовые автомобили	Наличие	В % к итогу года
всего	1757	100
в том числе находящиеся в эксплуатации:		
до 2 лет включительно	142	8,1
свыше 2 лет до 5 лет включительно	317	18,05
свыше 5 лет до 8 лет включительно	179	10,2
свыше 8 лет до 10 лет включительно	134	7,6
свыше 10 лет до 13 лет включительно	172	9,8
свыше 13 лет	813	46,25

Во взаимосвязи с этим является коэффициент технической готовности грузовых автомобилей. В организациях Орловской области на протяжении многих лет он остается на очень низком уровне менее 0,6 (таблица 7). Вследствие чего не все, чуть более половины, имеющихся транспортных средств могут выходить на линию и выполнять поставленную задачу по транспортировке зерна.

Таблица 7 - Коэффициент технической готовности грузовых автомобилей в крупных и средних организациях

Год	2008	2009	2010
Коэффициент технической готовности	0,596	0,578	0,59

Как следствие, существенно ухудшаются показатели безопасности и экономической эффективности работы технических средств, растут ресурсоемкость перевозок и транспортные издержки хозяйств. Поэтому при организации проведения уборочной кампании возникают серьезные трудности в комплектовании уборочно-транспортных комплексов транспортными средствами. Многие хозяйства вынуждены использовать привлеченные транспортные средства, что сразу же увеличивает себестоимость собранного урожая.

Как видно из таблицы 8, посевные площади сельскохозяйственных культур за последние 5 лет увеличились почти на 100 тысяч гектар. И в дальнейшем планируется их увеличение, за счет освоения заброшенных площадей. Соответственно будет увеличена нагрузка на транспортные средства обслуживающие комбайны. Как за счет увеличения валового сбора сельскохозяйственных культур, так и за счет наибольшего удаления посевных площадей от зерноприемных пунктов. Вследствие чего транспортные средства будут больше времени проводить в пути, будут увеличиваться среднесуточные пробеги. Поэтому для своевременного обслуживания одного и того же количества комбайнов потребуется большее количество автомобилей.

Существующие транспортно-технологические средства не в полной мере удовлетворяют требованиям сельского хозяйства по дальнейшему росту производительности труда, устранению вредного воздействия движителей на почву и снижению расхода топлива при перевозке зерна.

В соответствии с основными положениями «Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», утвержденной Указом президента Российской Федерации от 30.01.2010 №120 приоритетной становится задача обеспечения населения страны безопасной сельскохозяйственной продукцией и продовольствием. Вследствие чего, в том числе, и в Орловской области будут увеличиваться посевные площади под зерновые культуры. За счет грамотной селекции будут выводиться новые сорта зерновых культур, способные давать хорошую урожайность даже при неблагоприятных погодных условиях. За счет этих факторов в ближайшие годы планируется увеличение валового сбора сельскохозяйственных культур. Но с данной сельскохозяйственной техникой убрать данный урожай в агросроки и доставить на зернохранилище будет невозможно. Поэтому необходимо вкладывать инвестиции в приобретение новой инновационной техники, способной производить качественную уборку урожая в любое время суток при различной погоде. Так

же необходимо приобретать новые автомобили с большей грузоподъемностью и с меньшим расходом топлива, и соответственно менее пагубно влиять на окружающую среду.

Рекомендации:

- повысить коэффициент технической готовности грузовых автомобилей, за счет усовершенствования материально-технической базы организаций, что приведет к большему количеству исправных транспортных средств;

- совершенствовать организацию проведения уборочно-транспортного процесса, тем самым уменьшить время простоя комбайнов в ожидание транспортных средств;

- приобретать новые современные грузовые автомобили, способствующие ускорить процесс перевозки зерновых культур с меньшими потерями, как зерна, так и времени, менее вредно воздействующие на окружающую среду и здоровье водителей, позволяющие водителям при более комфортабельных условиях производить перевозку сельскохозяйственных культур.

Таблица 8 - Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий орловской области (тысяч гектаров)

Вид культуры \ Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Вся посевная площадь	1186,9	1211,3	1211,7	1079,9	1102,9	1079,9	996	957	1025,8	1082,5	1076,5	1083,1
Зерновые и зернобобовые культуры – всего	752,4	791,2	790,9	641,6	711,8	717,8	640,2	629,4	746,9	796,2	781,8	764,7
в том числе:												
Озимые зерновые культуры	352,8	313,4	358,3	240	272,8	314,5	199,4	214,9	337,9	407	436,6	387,4
из них:												
пшеница озимая	300	258,6	300,6	189,8	225,5	271,7	167,1	193,5	304,8	370,1	412,9	371,8
рожь озимая	52,9	54,9	57,7	50,2	47,4	42,7	32,3	21,4	33,1	28,9	18,9	11,1
тритикале озимая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4,8	4,5
Яровые зерновые и зернобобовые культуры	399,6	477,7	432,6	401,6	438,9	403,3	440,7	414,5	409	389,2	345,2	377,3
из них:												
пшеница яровая	68,5	73	70,8	72,2	84,1	68,2	91	77	44,6	48,9	64	42,1
ячмень яровой	142,2	195,7	206,8	205,4	229,3	219,9	234,6	235,7	262,9	233,2	139,7	200,5
овес	28	40,5	38,4	29,7	33,1	25,9	26,1	25,8	27,4	22,8	18,9	25,2
кукуруза на зерно	0,3	-	0,2	-	0,2	-	0,01	0,4	10,1	4,4	10,4	14,8
просо	12,6	6,2	3,2	4,3	3	0,8	0,6	0,5	0,8	0,7	0,4	1,6
гречиха	126,5	132,4	75,4	54,8	57,2	55,7	55,4	55,3	49,2	63,5	87,3	62,3
зернобобовые	21,6	29,9	37,7	35,2	32,1	32,7	33,2	19,8	14	15,7	24,5	30,6
Масличные культуры – всего	22,5	12,1	10,7	32,8	30,4	34,1	62,9	50,7	40,2	53,1	67,4	93,9
из них:												
подсолнечник на зерно	18,1	8,5	3,7	7,7	4	0,06	0,06	-	0,1	1,6	9,9	28,2
soя	1	0,2	0,08	0,4	0,7	0,4	0,6	1,4	0,9	4,2	15,5	14,7
рапс (озимый и яровой)	2,4	2,4	5,8	20,3	24	31,7	59,8	46,3	37,4	45,7	39,3	48,1

Таблица 9 - Урожайность сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий орловской области (центнеров с одного гектара убранной площади)

Вид культуры \ Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Зерновые и зернобобовые культуры - всего (в весе после доработки)	19,3	22,9	27	24,5	23,3	24	24,1	23	31,4	30,7	21,6	22,4
Пшеница озимая	22,1	27,6	32,9	22,7	26	27,6	28,1	31,3	32,4	35,1	25	23,6
Рожь озимая	18	21	23,2	20,7	19,2	18,9	17,4	24,1	27,8	25,4	19,6	18,7
Тритикале озимая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,3	22,4	17,2
Пшеница яровая	17,1	21,4	21,3	25,4	22,2	21,9	24,9	18,7	29,2	31,9	17,7	17,8
Ячмень яровой	24,1	25,7	26,6	31,4	25,5	25,8	25,9	21,1	32,7	29,9	18,8	21,6
Овес	20,1	19,8	19,6	24,6	21	22,1	18,1	20,3	27,8	24	17,9	20,2
Кукуруза на зерно	19,8	-	57,6	-	8,3	-	-	52,9	56,2	57,7	23,7	71,9
Просо	11,2	9,1	10,4	12,3	12,2	17,7	18,9	13,2	21,8	20,2	17,3	16
Гречиха	10,1	5,3	5	10,4	8,9	6,7	7,7	8,2	10,3	10,4	4,9	13,3
Зернобобовые	17,7	18,1	17,8	18,3	21	19,8	16,7	13,1	22,4	23,2	14,9	19,3
Семена и плоды масличных культур – всего	7,8	7,3	11,6	12,6	9,3	13,8	9,6	12,9	10,9	8,3	9,3	19,9
Семена подсолнечника	7,5	6	9,2	9,9	9	1,2	13,4		15,4	14,9	14,2	23,8
бобы соевые	5,7	6,4	20,9	11,1	13,2	13,7	15,2	6,8	15,9	11,1	9,4	21,7
Семена рапса (озимого и ярового)	13	12,3	13,9	14,8	9,5	13,9	9,5	13,2	10,8	7,9	8,1	17

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устинова Т.П. Наличие техники и энергетических мощностей в сельскохозяйственных организациях Орловской области на 1 января 2012 года: Стат.Сб/Орелстат. - Орел, 2012. – 26с.
2. Устинова Т.П. Сельское хозяйство Орловской области: Стат.Сб/Орелстат. – Орел, 2012. – 168с.
3. Устинова Т.П. Транспорт Орловской области (с аналитическим материалом): Стат.Сб/Орелстат. – Орел, 2012. – 60с.

### **Есин Константин Сергеевич**

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК», г. Орёл  
 Аспирант кафедры «Сервис и ремонт машин»  
 Тел.: +7 (9192) 032999  
 E-mail: [esinkc@mail.ru](mailto:esinkc@mail.ru)

### **Севостьянов Александр Леонидович**

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК», г. Орёл  
 Кандидат технических наук, директор Института Транспорта, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»  
 Тел. +7 (4862) 73-43-60  
 E-mail: [sewostya@gmail.com](mailto:sewostya@gmail.com)

УДК 656.078

О.Н. РОЖКО, Р.А. ЯКОВЛЕВ, М.В. КОТЕНКОВА

## ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ АУТСОРСИНГА В ТРАНСПОРТНУЮ ЛОГИСТИКУ РЕГИОНА

*Проведен анализ и рассмотрены перспективы внедрения и развития инновационных технологий аутсорсинга грузовых перевозок в региональную логистику Татарстана, а также вопросы активной интеграции региональной транспортной системы во внутрироссийский и международный рынок перевозок. Предложена методика оценки эффективности выбора аутсорсинга по отношению к инсорсингу.*

**Ключевые слова:** аутсорсинг, инсорсинг, логистические провайдеры, методика эффективности выбора аутсорсинга.

O.N. ROZHKO, R.A. YAKOVLEV, M.V. KOTENKOVA

## INNOVATIVE ASPECTS OF IMPLEMENTATION OF OUTSOURCING IN TRANSPORT LOGISTICS OF REGION

*The analysis and the prospects for the implementation and development of innovative technology outsourcing freight in the regional logistics Tatarstan, as well as the active integration of the regional transport system in place domestic and international transport market. The methods of evaluating the effectiveness of choice of outsourcing.*

**Keywords:** outsourcing, insourcing, logistics providers, effective selection method of outsourcing.

Необходимость в модернизации технологий организации и управления грузовыми перевозками в Республике Татарстан вызвана стремительным экономическим развитием ее как региона-донора. Данную задачу не решить без внедрения инновационных технологий, базирующихся, в первую очередь, на логистическом аутсорсинге. Сегодня аутсорсинг транспортных услуг является составной частью не только международных мультимодальных перевозочных процессов, но и внутрироссийской интегрированной системы, базирующейся на региональных компонентах транспортной структуры.

В настоящее время в Республике Татарстан насчитывается только в составе членов НО Логистическая ассоциация Татарстана более четырехсот логистических и транспортных организаций, однако полный спектр услуг на транспортно-экспедиционном рынке предоставляют не более пятидесяти и, в первую очередь, крупные логистические компании, работающие на рынке услуг логистики нефтепродуктов и поставок для таких промышленных гигантов как, "КАМАЗ", ОЭЗ "Алабуга", а также компании, занимающиеся международными мультимодальными перевозками, спрос на которые опять-таки создается крупными производителями: "Казаньоргсинтез", "Нижекамскнефтехим", КАМАЗ, ОЭЗ "Алабуга", "Татнефть". Следует отметить, что именно эти предприятия делают регион особо привлекательным для федеральных логистических компаний, ведь сегодня все лидеры местного рынка логистических услуг - филиалы федеральных компаний с центрами в поволжских городах или в Москве. В настоящее время в республике работают практически все крупные российские игроки. В меньшей мере в Казани представлены иностранные транспортно-логистические компании – наиболее крупные из них DHL, United Parcel Service, Schenker. Сегодня республиканские логистические операторы (провайдеры) вполне соответствуют мировому уровню профессиональной компетентности и имеют необходимое IT оснащение для управления транспортными процессами, однако в регионе наблюдается недостаточная востребованность в их услугах. На наш взгляд, эта проблема вызвана слабым развитием рынка аутсорсинговых услуг. Как крупные, так и не обладающие значительными производственными мощностями предприятия республики стремятся организовать

снабженческо-сбытовые процессы доставки грузов (сырья, товаров, продукции, запчастей и т.д.) собственными силами, самостоятельно привлекая к недолгосрочному или разовому сотрудничеству профильных перевозчиков, зачастую малые транспортные предприятия и индивидуальные предприниматели. Последние, как правило, обслуживают ближайшие города - в пределах 500 км. Их задача - быстро собрать и отправить груз, они конкурируют на рынке перевозок за счет высоких оборотов и предоставления более низких цен, а также скорости доставки и возможности отправлять грузы практически ежедневно.

Необходимая составляющая деятельности любого предприятия (в том числе и малого) - это затраты не только на основной бизнес, но и на управление непрофильными активами, которые не приносят прибыли, но жизненно необходимы для нормальной работы компании. И чем они крупнее, тем значительнее затраты, штат сотрудников, а также нагрузки на управленческий персонал, связанные с неосновной деятельностью. В экономических условиях после кризиса предприятия вынуждены пересматривать подходы к организации бизнеса, ограничивая до минимума все непрофильные виды деятельности. Управление ими может быть передано на логистический аутсорсинг. Отказ от собственных логистических мощностей (автопарк грузовых автомобилей, распределительный центр и т.п.) позволяет высвободить капитал, снизить налоговые отчисления и прочие расходы. Также диверсификация и децентрализация транспортных процессов компании при переходе на логистический аутсорсинг позволит существенно снизить финансовые, операционные и административные риски. Производитель или торговая фирма получают возможность перераспределить свои ресурсы, на эффективные направления. В результате вырастет капитализация компании, а высвобождение капитала позволяет перераспределить его с наибольшей пользой для стратегического и долгосрочного развития.

Проведенный анализ транспортно-аутсорсинговых компаний показал, что согласно принятому для определения компетенции провайдера PL (Party Logistics) классификатору, в Татарстане большинство федеральных игроков данного сектора бизнеса оказывают 2PL услуги, которые пользуются наибольшим спросом у заказчика, то есть ограничиваются оказанием традиционных услуг по транспортировке и управлению складскими помещениями. В республике пока невелико число компаний, формирующих спрос на 3PL и 4PL услуги, предоставляемые одним высококвалифицированным логистическим провайдером, который способен контролировать всю цепочку поставок и интеграционно управлять ее процессами на высоком уровне. Эти провайдеры востребованы, в основном, промышленными предприятиями при международных перевозках - либо крупнотоннажных грузов (до 30 т весом, объемом 80-90 кубов), либо дорогостоящих. Чаще всего это касается перевозки оборудования, то есть региональные заказчики пока не готовы оплачивать полный комплекс транспортных услуг, предпочитая, как уже отмечалось, самостоятельно организовывать доставки. Данная ситуация обусловлена тем, что до сих пор многие руководители и владельцы компаний Татарстана настороженно относятся к передаче основных логистических бизнес-процессов сторонним организациям. Важную роль в формировании российского логистического аутсорсинга сыграло то, что изначально он сосредотачивался в Москве и Санкт-Петербурге, сетевые решения для региональных проектов в республиканских и областных центрах имели на ряд нерешенных вопросов. В частности, дефицит квалифицированного персонала, отсутствие надлежащей складской инфраструктуры и логистических операторов для обеспечения на должном уровне высокотехнологичных логистических услуг. На данный момент Татарстан преодолел фактически все указанные проблемы, особенно в части создания трансформационных центров (логистических терминалов) мирового уровня класса А («Мастер», «Q-Park Казань», «Константиновский», «Биек Тау», строящийся Свияжский мультимодальный комплекс и.д.т.). Однако топменеджмент большинства компаний региона продолжает считать более приемлемым внутренний аутсорсинг, созданный на основе собственных отделов логистики. В мировой практике самостоятельная организация транспортных процессов в цепи поставок



обычно применяется лишь при непрерывных производствах в специализированных бизнес-процессах. На практике организация внутреннего логистического аутсорсинга часто бывает экономически невыгодна, так как он работает исключительно на товарные потоки головной компании, поэтому более уязвим в сезонных подъемах и спадах оказания логистических услуг самим себе. У классической компании-аутсорсера все процессы достаточно хорошо сбалансированы. Клиентов для логистического оператора специально подбирают по принципу асинхронности, выравнивая тем самым среднегодовую нагрузку на персонал, специальные службы и склад.

По оценкам Федеральной службы государственной статистики по республике Татарстан [1] значительная доля (65-70%) рынка перевозок в Татарстане приходится на автотранспорт, на железнодорожный транспорт - около 25%, что выводит автоперевозчиков на лидирующие позиции в регионе и прогнозирует, что в будущем на первый план будут выходить такие их конкурентные преимущества, как широкая региональная сеть и комплексность оказываемых услуг, а именно спрос на услуги 3PL провайдеров. Насколько необходим аутсорсинг той или иной компании и какой сегмент логистической деятельности передать стороннему провайдеру можно определить, расставив приоритеты бизнес развития и преимуществ аутсорсинга над инсорсингом. В общем виде схема выбора этапов выбора стратегии инсорсинга или аутсорсинга будет иметь вид (рис.1):



Рисунок 1 – Схема выбора этапов стратегии перевозок

На сегодняшний день существует несколько различных методов качественной оценки перевозчиков [3,4]. Однако отсутствует единая методика оценки эффективности самого аутсорсинга [2,3,4,5]. Исключением являются лишь ряд методик, предложенных в рамках реализации бизнес-проектов РЖД, но они рассматривают только ситуацию когда: один перевозчик - монополист работает в основном с крупными аутсорсинговыми компаниями. Первоначально определиться в вопросе выбора, в независимости от технологии перевозки, поможет предлагаемая нами методика оценки эффективности.

С позиции стоимостного фактора, самым доступным методом оценки эффективности аутсорсинга является сопоставление затрат на оплату услуг фирме-аутсорсеру и затрат производителя на выполнение транспортной функции собственными силами. Рассчитаем относительный показатель эффективность аутсорсинга:

$$\mathcal{E}_a = \frac{\sum \mathcal{Z}_c}{\sum \mathcal{Z}_a} \quad (1)$$

где  $\mathcal{Z}_c$  - затраты на собственное выполнение функций по организации и обеспечению перевозок;

$\mathcal{Z}_a$  - затраты на приобретение услуг у компании-аутсорсера.

Структура развернутых поштатейно собственных затрат зависит от конкретных транспортно-логистических функций, которые приходится выполнять компании в соответствии с ее основной деятельностью, а также от наличия или отсутствия собственного подвижного состава, также технологии перевозок и особенностей грузов. В общем виде затраты на самостоятельную логистику можно представить в виде формулы:

$$\mathcal{Z}_c = \mathcal{Z}_{mo} + \mathcal{Z}_{map} + \mathcal{Z}_{доп} + \mathcal{Z}_n + \mathcal{Z}_{adm} + \mathcal{Z}_{ap} \text{ и другие} \quad (2)$$

где  $\mathcal{Z}_{mo}$  - затраты на услуги по транспортному обслуживанию (организация погрузки/разгрузки, подачи подвижного состава, оборудование подъездных путей, снабжение их средствами механизации и т.д.);

$\mathcal{Z}_{map}$  - затраты на оплату транспортных тарифов;

$\mathcal{Z}_{доп}$  - затраты на оплату дополнительных сборов, предъявляемых перевозчиками;

$\mathcal{Z}_n$  - затраты на оплату налоговых сборов;

$\mathcal{Z}_{adm}$  - административные расходы;

$\mathcal{Z}_{ap}$  - затраты на аренду складов, терминальных площадей и т.д.

В случае, если компания имеет собственный подвижной состав или планирует его приобрести, формула (3) будет включать в себя следующие постоянные затраты ( $\mathcal{Z}_{пост}$ ): фонд оплаты труда (если оплата сдельная, данный пункт будет находиться в переменных издержках), ремонт и техническое обслуживание, износ, ремонт и хранение автомобильных покрышек, общехозяйственные расходы, амортизация основных средств, налоги, страхование рисков, а также переменные затраты ( $\mathcal{Z}_{пер}$ ) на горюче-смазочные и прочие эксплуатационные материалы, непредвиденные расходы и т.д.

Развернутая формула затрат на аутсорсинг в общем виде может иметь следующий вид:

$$\mathcal{Z}_a = \mathcal{Z}_{aут} + \mathcal{Z}_{един} + \mathcal{Z}_{доп} + \mathcal{Z}_{непредв} \text{ и другие} \quad (3)$$

где  $\mathcal{Z}_{aут}$  - затраты на оплату услуг аутсорсинговой компании;

$\mathcal{Z}_{един}$  - единовременные издержки на аутсорсинг (на внедрение проекта);

$\mathcal{Z}_{доп}$  - возможные дополнительные текущие издержки на аутсорсинг;

$\mathcal{Z}_{непредв}$  - непредвиденные затраты, связанные с изменением условий поставок.

Обязательными из выше перечисленных являются затраты на оплату услуг аутсорсинговой компании ( $\mathcal{Z}_{aут}$ ) складывающиеся из возмещаемой суммы и вознаграждения. Возмещаемая сумма - это тарифы перевозчиков и иные платежи, которые аутсорсер оплачивает самостоятельно участникам перевозочного процесса, данная сумма возмещается аутсорсеру по факту перевозки в первоначальном размере. Вознаграждение аутсорсера, как правило, составляет определенный согласованный обеими сторонами и указанный в договоре процент от общей суммы перевозок за период (т.е. от суммы тарифов

перевозчиков). Вознаграждение включает оплату работы аутсорсера по экспедиторскому обслуживанию, транспортному обслуживанию (организация погрузки/разгрузки, подачи подвижного состава, оборудование подъездных путей, снабжение их средствами механизации и т.д.), обеспечению дополнительного сервиса по договору аутсорсинга, кредитную ставку за привлечение финансовых ресурсов и т.д. Внедрение аутсорсинг-проекта будет являться эффективным с точки зрения изменения совокупных затрат на транспортировку, если коэффициент эффективности будет больше или равен единице:  $\mathcal{E}_a \geq 1$ .

Примером эффективного использования аутсорсинга транспортных услуг могут служить разработанные нами рекомендации для строительной компании (СК) ООО Лидерстрой – С, которые были внедрены в процесс транспортного обслуживания производства.

Транспортное обслуживание осуществлялось как собственными силами транспортного подразделения СК, так и силами привлеченных организаций, которые выполняли 45% от объема транспортных услуг. Причиной столь высокой доли субподрядных работ стала невозможность закупить или отремонтировать специальную технику для выполнения транспортных услуг и технологических операций по строительству и ремонту. Наибольшую долю в объеме оказываемых транспортных услуг занимало специализированное грузовое автотранспортное предприятие (ГАТП) (по коммерческим причинам данная организация не названа). В ходе оценки использования транспорта СК и ГАТП проведен анализ основных технико-эксплуатационных показателей использования подвижного состава за год. Выявлено, что коэффициент технической готовности подвижного состава ГАТП составляет 0,81, в СК – 0,72, что свидетельствует о более высоком уровне технической исправности и готовности подвижного состава ГАТП для перевозочной работы, хотя коэффициент технической готовности не высок - 0,47. Эксплуатационные расходы являются важным показателем работы как автотранспортной, так и строительной организаций и одним из главных факторов повышения эффективности производства. В среднем эксплуатационные затраты на один автомобиле-час работы подвижного состава в ГАТП ниже, чем в СК в среднем на 24%. Это непосредственно влияет на планово-расчетные цены услуг автотранспорта, рассчитываемые на основе сметных норм и расценок на эксплуатацию грузовых автомобилей и спецтехники, следовательно и тарифов на услуги. При сравнении планово-расчетных цен по видам автотранспорта СК и ГАТП за 2011г. мы выявили, что устанавливаемые ГАТП цены ниже на 8-22%, а на услуги тягачей (КамАЗ-5410) – на 70%.

После проведения первичного анализа эффективности транспортного обслуживания силами СК и ГАТП выявлено, что транспортные услуги специализированного предприятия являются более предпочтительными, но для принятия окончательного решения о передаче транспортных услуг на аутсорсинг необходимо было подробно проанализировать транспортные издержки. Для анализа издержек привлекался соответствующий инструментарий, отражающий затраты по каждому решению и оценивающий их. Как показали расчеты, затраты на транспортное обслуживание строительной организации в структуре себестоимости СК составляют 31% (47350,78 тыс. руб.), из них 45% – затраты на услуги сторонних организаций.

Таким образом очевидно, что передача транспортной функции на аутсорсинг представляется вмешательством в структуру предприятия. Еще одним обстоятельством такого вывода может быть анализ затрат на перевозку груза с точки зрения надежности, времени доставки, сохранности груза при перевозке. Эти спорные вопросы были разрешены при помощи прямого сравнения суммарного рейтинга перевозчиков в системе ранжированных критериев. Расчет включает два этапа. На первом этапе каждому критерию присваивается определенный «вес», отражающий его относительную значимость для

заказчика услуг. На втором этапе оценивают эффективность перевозчика по каждому критерию, при этом также используется трехбалльная шкала. Рейтинг по каждому критерию определяется перемножением оценок «относительной значимости» и «эффективности», а итоговый рейтинг перевозчика - сложением оценок [2,3].

В качестве основных критериев выбора формы транспортного обслуживания для СК приняты следующие показатели (в скобках приведены соответствующие им ранги): надежность времени доставки (1); тариф на перевозку (2); финансовая стабильность перевозчика (5); техническая готовность подвижного состава (6); сохранность груза (9); готовность (гибкость) перевозчика к изменению сервиса (13). Степень удовлетворения перевозчиков выбранной системе факторов оценивалась по трехбалльной оценке: 1 – хорошо, 2 – удовлетворительно, 3 – плохо. Вычисление рейтинга перевозчика по каждому фактору произведено с учетом весовых коэффициентов, полученных из расчета общего количества факторов, деленного на соответствующий ранг [2,3]. Суммарный рейтинг СК составил 12, а у ГАТП 13. Таким образом учет ранга факторов с весовым коэффициентом показал, что транспортные услуги автоперевозчика являются более предпочтительными. Вычисление соответствующих рейтингов сведено в таблице 1.

После проведения первичного анализа эффективности транспортного обслуживания в СК и ГАТП были подробно проанализированы транспортные издержки. Для их анализа использован метод расчета затрат по процессам. Данный инструментарий применяется на практике все чаще, так как позволяет провести точные расчеты по фактическим затратам на каждый отдельный процесс. Если строительная организация передаст транспортную функцию ГАТП, то произойдет значительное улучшение структуры основных производственных фондов и, прежде всего, производственно-технической базы, что повлечет увеличение коэффициента технической готовности. Это выгодно и для ГАТП, так как объемы работы подвижного состава увеличатся на 169537,5 часа, что вызовет увеличение коэффициента выпуска подвижного состава на линию до 0,80, прямо пропорционально ему возрастут и объем перевозок, и грузооборот.

Таблица 1 – Рейтинговая оценка и выбор перевозчика

Фактор-критерий	Ранг/вес	Перевозчики			
		СК		ГАТП	
		оценка	рейтинг	оценка	рейтинг
Надежность времени доставки	1/6	3	18	3	18
Тариф на перевозку	2/3	2	12	2	12
Финансовая стабильность перевозчика	5/1,2	2	12	1	6
Техническая готовность подвижного состава	6/1	1	6	2	12
Сохранность груза	9/0,67	2	12,06	2	12,06
Готовность (гибкость) перевозчика к изменению сервиса	13/0,46	2	11,96	3	17,94
Суммарный рейтинг		12	72,02	13	78

Анализ существующего положения автопредприятия по использованию подвижного состава, оборудования и площадей, а также проведенные расчеты позволяют сделать предположение, что предлагаемое мероприятие обеспечивает ГАТП получение экономического эффекта. Технически исправный подвижной состав его станет востребованным почти в полной мере. Тем самым может быть снижена себестоимость

единицы продукции и получена дополнительная годовая прибыль в размере 2574,39 тыс. руб. Для компании ООО Лидерстрой – С, помимо снижения транспортных расходов на 1610,15 тыс. руб., возможен прирост прибыли за счет реализации подвижного состава (11512,55 тыс. руб.). Таким образом, при передаче транспортно-логистических функций автотранспортному аутсорсеру строительная компания получит дополнительную прибыль в размере 13122,7 тыс. руб. за счет возможности сконцентрироваться на основных функциях производства. В результате повысится эффективность работы, улучшатся такие показатели, как стоимость, качество, сервис и временные затраты, то есть, в конечном счете, конкурентоспособность. Использование предложенной нами процедуры выбора поможет руководителям компаний определить, стоит ли им использовать аутсорсинг или выполнять транспортные задачи своими силами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные показатели транспортной деятельности в Республике Татарстан за 2011 год, статистический сборник / Татарстанстат. - Казань: Издательский Центр Татарстанстата РТ, 2012 – 64с.
2. Б.А. Аникин. Аутсорсинг: создание высокоэффективных и конкурентоспособных организаций 2-е изд. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 187с.
3. В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, В.А. Пластуняк. Транспортировка в логистике. – СПб.: СПбГИЭУ, 2005. – 139с.
4. Т.А. Прокофьева, О.М. Лопаткин. Логистика транспортно-распределительных систем: Региональный аспект. – М.: РКонсульт, 2003.- 400с.
5. Р.Г. Герасименко. Организационно-экономические аспекты использования аутсорсинга в транспортно - логистических технологиях. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – М.: Изд-во ГУУ.- 2007.- 18с.

### **Рожко Оксана Николаевна**

Казанский национальный исследовательский технический университет - КАИ им. А.Н. Туполева  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство»  
Тел.: +7 (843)231-03-18  
E-mail: [oxana90572@mail.ru](mailto:oxana90572@mail.ru)

### **Яковлев Роман Алексеевич**

Казанский национальный исследовательский технический университет - КАИ им. А.Н. Туполева  
Старший преподаватель кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство»  
Тел.: +7 (843)570-64-08  
E-mail: [r12981@yandex.ru](mailto:r12981@yandex.ru)

### **Котенкова Марина Вадимовна**

Казанский национальный исследовательский технический университет - КАИ им. А.Н. Туполева  
Аспирант кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство»  
Тел.: +7-971-88-38-520

## КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ВОПРОСАХ РАЗВИТИЯ ПРИДОРОЖНОГО СЕРВИСА НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*В статье рассмотрены возможности применения кластерного анализа при формировании организационных структур в сфере придорожного сервиса. Представлены результаты научно-исследовательской работы по формированию придорожной инфраструктуры на примере Корочанского района Белгородской области*

**Ключевые слова:** организационная структура, кластерный анализ, элементы системы, сервис

S.N. GLAGOLEV, N.S. SEVRYUGINA, A.A. KONEV

## CLUSTER ANALYSIS AND ITS USE IN MATTERS OF ROADSIDE SERVICE ON THE EXAMPLE OF BELGOROD REGION

*The article is devoted to the application of cluster analysis in the formation of organizational structures in the sphere of roadside service. Presents the results of research work on development of roadside infrastructure on the example of Korocha district of the Belgorod region*

**Keywords:** organizational structure, cluster analysis, system components, service

Автомобильный транспорт и дорожная инфраструктура играют ключевые роли в развитии регионов. Согласно «Стратегии социально-экономического развития Белгородской области до 2025 года» развитие транспортно-логистического кластера должно обеспечить экономический рост и повышение конкурентоспособности Белгородской области, повышение эффективности транспортной деятельности [1].

Вместе с тем сложившаяся в настоящее время на автомобильных дорогах региона сеть объектов сервиса во многом несовершенна и имеет ряд недостатков. К числу наиболее распространенных из них относятся: несоблюдение нормативных показателей максимальных расстояний между объектами придорожного сервиса одного типа, отсутствие или недостаточные размеры благоустроенных стоянок и подъездов к ним, неправильное размещение элементов сооружений относительно проезжей части дороги, нарушение правил применения и недостаточное количество технических средств организации дорожного движения. Все это отрицательно влияет на условия и режим движения транспортных и пешеходных потоков, приводит к возникновению неупорядоченного движения транспортных средств и совершению дорожно-транспортных происшествий.

Инфраструктуру дорожного сервиса можно определить как систему с прочными взаимосвязями между элементами, четкой организацией, удовлетворяющей различные потребности человека во время передвижения [2]. Формирование инфраструктуры придорожного сервиса возможно с помощью методов формирования организационных структур, при построении которых решаются задачи классификации, упорядочивания и группировки некоторого множества элементов. Задачи подобного рода являются предметом теории классификации и распознавания образов, разделом которой является кластерный анализ (или кластер-анализ) [3].

По определению М. Портера кластеры – это сконцентрированные по географическому признаку группы взаимосвязанных компаний, а также связанных с их деятельностью организаций (например, университетов, агентств по стандартизации, торговых объединений) в определенных областях, конкурирующих, но при этом ведущих совместную работу [4].

Мера связности объектов или элементов множества может иметь различную природу (расстояние между объектами, их технологическая связь или зависимость, другие показатели). Кластерный анализ является элементом структуризации, приведения в систему разрозненного множества элементов различной природы, но имеющих некоторые связи друг с другом. Он может быть применен в логистическом, модульном и системно-целевом методах формирования организационных структур.

Кластерный анализ предполагает использование двух типов моделей [3]:

1. Графоаналитического, в основе которого лежит теория графов (исходные данные представляются в виде «графа близости» элементов). Дается понятие группировки послойной (поуровневой) и иерархической, а сам метод кластеризации формулируется как некоторое отображение графов близости на послойные группировки;

2. Матричный метод, в котором значения близости группируемых элементов задаются в виде симметричной матрицы, в которой любые, не имеющие обоснования внутренние связи между элементами, либо игнорируются, либо запрещаются аксиоматически (например в клетке матрицы проставляется нуль).

Для построения организационных структур в сфере придорожного сервиса, где связи элементов имеют количественные меры, более удобен второй метод, т.к. матрицы являются одним из наиболее эффективных инструментов классификации объектов.

Рассмотрим матричный метод на примере. Пусть имеется 5 предприятий придорожного сервиса, которые необходимо объединить в комплексную структуру. Признаками объединения (кластеризации) являются технологическая зависимость ( $a_{T3ik}$ ) и территориальная близость предприятий ( $a_{TBik}$ ).

Технологическая зависимость отображена на рисунке 1. Ему соответствует матрица инцидентности  $A_{T3}$ :

$$A_{T3} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Рисунок 1 – Граф технологической зависимости предприятий придорожного сервиса

Территориальная близость предприятий представлена в матрице  $B_{TB}$  (расстояния указаны в км).

$$B_{TB} = \begin{pmatrix} 0 & 10 & 7 & 5 & 1 \\ 10 & 0 & 9 & 13 & 11 \\ 7 & 9 & 0 & 4 & 8 \\ 5 & 13 & 4 & 0 & 6 \\ 1 & 11 & 8 & 6 & 0 \end{pmatrix}; B_{TB}^H = \begin{pmatrix} 0 & 0,77 & 0,54 & 0,38 & 0,07 \\ 0,77 & 0 & 0,69 & 1 & 0,85 \\ 0,54 & 0,69 & 0 & 0,31 & 0,62 \\ 0,38 & 1 & 0,31 & 0 & 0,46 \\ 0,07 & 0,85 & 0,62 & 0,46 & 0 \end{pmatrix}$$

Элементы матрицы  $B_{TB}$  имеют размерность в км. Для расчётов ее удобно привести к нормированному виду, представив  $a_{TBik}$  в долях единицы. Для этого все значения  $a_{TBik}$  следует разделить на максимальное значение удаленности предприятий ( $a_{TB2,4} = a_{TB4,2} = 13$  км). В результате образуется нормированная матрица  $B_{TB}^H$ .

Поскольку в один кластер надо объединять предприятия, технологически зависимые и расположенные вблизи друг от друга, надо сформировать обобщенный показатель «близости» предприятий ( $a_{\Sigma ik} = a_{T3ik} + a_{TBik}$ ), т.е. надо провести сложение матриц  $A_{T3}$  и  $B_{TB}^H$ .

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0,77 & 0,54 & 0,38 & 0,07 \\ 0,77 & 0 & 0,69 & 1 & 0,85 \\ 0,54 & 0,69 & 0 & 0,31 & 0,62 \\ 0,38 & 1 & 0,31 & 0 & 0,46 \\ 0,07 & 0,85 & 0,62 & 0,46 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1,77 & 1,54 & 1,38 & 1,07 \\ 1,77 & 0 & 1,69 & 1 & 0,85 \\ 1,54 & 1,69 & 0 & 1,31 & 0,62 \\ 1,38 & 1 & 1,31 & 0 & 0,46 \\ 1,07 & 0,85 & 0,62 & 0,46 & 0 \end{pmatrix}$$

Суммарная матрица отображает «силу связи» предприятий по обобщенному критерию. Наиболее связными являются элементы 1 и 2 ( $a_{1,2} = a_{2,1} = 1,77$ ). Следовательно, эти предприятия (рисунок 1) следует в первую очередь объединять в единую структуру. Следующими сильно связными предприятиями являются предприятия 2 и 3 ( $a_{2,3} = a_{3,2} = 1,69$ ) и т.д.

Используя представленный выше матричный метод кластерного анализа, а также новейшие разработки, схемы и опыт передовых стран, сотрудники БГТУ им. В.Г. Шухова провели разработку проекта по формированию придорожной инфраструктуры на примере Корочанского района.

Оценка проводилась по статистическим данным и картам Корочанского района с выявлением зон тяготения и зон отчуждения, структурной применимости территорий, пропускной способности дорог, интенсивности движения, анализа элементов плана и профиля дорог и многих других факторов.

В результате анализа транспортной инфраструктуры района и сводной оценки территории по условиям обеспеченности транспортными коммуникациями и транспортного обслуживания населения можно констатировать достаточно высокий уровень развития существующей транспортной сети и степень обслуживания транспортом территории хозяйственного комплекса и населения.

Кластерный подход формирования придорожного сервиса представляется технологически взаимосвязанными и дополняющими модулями.

Привлекательность модульного построения заключается в поэтапном наращивании объема оказываемой услуги и видов услуг, что позволит привлечь инвесторов с различным стартовым капиталом.

В рамках развития транспортной инфраструктуры района предложены пункты комплексов придорожного сервиса, структурно сформированные по принципу двусторонней направленности:

- основная форма реализации услуг, придорожный сервис обслуживания транзитного транспорта;
- вторичная форма реализации услуг, обслуживание внутреннего сектора, владельцев транспортных средств из небольших близлежащих поселений.

В качестве примера предлагается элемент карты транспортной инфраструктуры района с перспективным развитием сети придорожного сервиса с учетом исключения влияния зон отчуждения и примыкающих к максимально значимым зонам тяготения (рисунок 2). При этом выделяется комплекс придорожного сервиса с трудоемкостью работ



до 1 часа. При необходимости оказания услуг обслуживания автомобильного транспорта с большей трудоемкостью или получения необходимых материалов и запасных частей из центров сервисного обслуживания и ремонта, располагающихся по периметру областного центра г. Короча.

Принимая во внимание постановление Правительства Российской Федерации от 29 октября 2009 года № 860 о «Требованиях к перечню минимально необходимых услуг, оказываемых на объектах дорожного сервиса, размещаемых в границах полос отвода автомобильных дорог» и учитывая специфику транспортной сети Корочанского района, а также интенсивность движения транспортных единиц на вышеуказанных направлениях, модульный принцип формирования районного сервисного кластера (РСК), предложено ввести три вида инфраструктуры придорожного сервиса:

1. Полнокомплектный придорожный сервисный комплекс (ППСК).
2. Придорожный сервисный пункт (ПСП).
3. Придорожная площадка для отдыха (ППО).

Основным принципом организации сети объектов сервиса является создание единой системы обслуживания на всем протяжении автомобильной дороги при обеспечении безопасности и удобства движения, как для пользователей данных сооружений, так и для водителей транзитного транспорта. При проектировании объектов сервиса, расположенных вблизи и на территории придорожных населенных пунктов, в расчете эксплуатационных характеристик должна быть дополнительно учтена возможность пользования их услугами жителей этих населенных пунктов. Расстояние между объектами сервиса и их вместимость должны соответствовать нормативным требованиям.



Рисунок 2 - Планируемое размещение видов инфраструктуры РСК по дороге «Короча – Алексеевка»

Полагаем, что первым шагом на пути реализации программы развития органам власти Белгородской области (Корочанского района), в частности, Корочанского РСК, является определение перспективных мест развития придорожного сервиса и заблаговременное устройство модульного каркаса (вода, электричество). Без этого не удастся обеспечить современный уровень обслуживания. Затем с учетом требований времени построить удобные парковки, подъезды к объектам придорожного сервиса, что обеспечит в дальнейшем их поэтапное расширение.

Представленные результаты являются частью научно-исследовательской работы выполняемой на тему «Научно-техническое обоснование транспортно-логистической системы ресурсного обеспечения формируемых кластеров и зон опережающего развития

Белгородского региона» по гранту № А-21/12 в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 годы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года (утверждена постановлением Правительства Белгородской области от 25 января 2010 г. № 27-пп) [Ресурсы интернета]: [http://www.belregion.ru/strat\\_ser](http://www.belregion.ru/strat_ser) (10.04.2013).
2. Глаголев С.Н., Головин С.И., Севрюгина Н.С. Теория оценки экономической устойчивости предприятий сервиса автомобильного транспорта // Мир транспорта и технологические машины. 2011. №4 (35). С.42-45.
3. Портер М. Конкуренция: Пер. с англ. / М., Портер – М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. – 608 с.: ил. – Парал. тит. англ.
4. Мальцев Ю.А. Экономико-математические методы в транспортном строительстве: Учебное пособие, М.: Балашиха, ВТУ, 2006. – 245 с.

### **Глаголев Сергей Николаевич**

Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова  
Доктор экономических наук, профессор, ректор  
Тел. +7(4722)542087, +7(4722)545227  
E-mail: [rector@intbel.ru](mailto:rector@intbel.ru)

### **Севрюгина Надежда Савельевна**

Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова  
Кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой СТиТМ  
Тел. +7(4722)542087, +7(4722)545227  
E-mail: [rector@intbel.ru](mailto:rector@intbel.ru)

### **Конев Алексей Александрович**

Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова  
Аспирант кафедры СТиТМ  
Тел. +7(980)3757183  
E-mail: [konev\\_alexcei@mail.ru](mailto:konev_alexcei@mail.ru)

УДК 656.11

М. Е. ЕЛИСЕЕВ, Е. Г. ДЕГТЕРЁВ

## ОБ АННОТИРОВАНИИ ОЧАГОВ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ АВАРИЙНОСТИ

*В статье рассматривается методика аннотирования очагов дорожно-транспортных происшествий интерактивной карты аварийности. На основании статистического анализа базы дорожно-транспортных происшествий выделяются места повышенной аварийности, выявляются причины аварий и информация, в виде текстовых сообщений, наносится на векторную карту определенной географической области, в данном случае – карту г. Нижнего Новгорода. Методика апробирована при создании электронной карты аварийности г. Нижнего Новгорода, интернет-подсистема которой размещена на сайте [dptmap.org](http://dptmap.org).*

**Ключевые слова:** топографический анализ, ДТП, ГИС, геоинформационная система, интерактивная карта

M.E. ELISEEV, E.G. DEGTERYOV

## ABOUT ANNOTATION OF ROAD ACCIDENTS CENTERS OF INTERACTIVE ACCIDENTS MAP

*The paper describes the methodology of annotating of road accidents centers of interactive accidents map. Based on the statistical analysis of the traffic accidents database the range of accident risk zones are allocated as well as cause of accidents. These information performed as text messages and also could be applied to the vector map of a geographical area, in this paper – the map of Nizhny Novgorod. The method was tested during the creation of e-cards of Nizhny Novgorod road accidents online subsystem which is available at [dptmap.org](http://dptmap.org).*

**Keywords:** topographical analysis, road accidents, GIS, Geographic Information System, interactive map

Под интерактивной картой аварийности понимается программный комплекс для всестороннего анализа ДТП и организации обратной связи со всеми участниками дорожного процесса. Он рассматривается в работах [1, 2], отметим лишь, что в основе лежат методы математической статистики. Обработываются данные о ДТП и выявляются причины аварий. Анализируется база за несколько последних лет. Происшествия за последнюю неделю или месяц вносят небольшой вклад [3], поэтому ежедневное информации обновление хотя и полезно, но не обязательно. Частота обновлений важна лишь при реализации подсистемы мониторинга, которая будет разобрана в последующих статьях.

В данной работе рассматривается web-подсистема интерактивной карты аварийности, посредством которой осуществляется обратная связь с участниками дорожного движения. Информация участникам дорожного процесса поступает в виде текстовых сообщений, выводящихся на определенные действия. Далее эти текстовые сообщения будут называться аннотациями.

На начальном этапе вычислялся маркер причины для каждого очага аварийности. Это матрица-строка, элементами которой являются доли  $\frac{n_i}{N}$ , где  $N$  – общее число ДТП,  $n_i$  – количество ДТП, при совершении которых присутствовал  $i$ -ый фактор. Список факторов – условий сопутствующих ДТП или типов ДТП, устанавливается заранее. При анализе конкретного очага вычисленные значения сравниваются со средними значениями, и выявляются особенности очага, более подробно анализ описан в работе [2].

Рассматривался следующий список сопутствующих факторов и типов ДТП: «Дистанция», «Приоритет», «Скорость», «Боковой интервал», «Заснеженная дорога»,

«Гололедица», «Снежный накат», «Снегопад», «Наезд на пешехода». Смысл пунктов достаточно ясен, так «Дистанция» – означает, что ДТП произошло по причине малой дистанции между авто, «Приоритет» – не соблюден приоритет при проезде перекрестка, перестроении и т. п., «Скорость» – выбран скоростной режим, несоответствующий ситуации на дороге и т. д. Данный список не является окончательным и его состав – тема отдельного исследования.

Результаты работы программного модуля анализа причины приведены на рисунке 1.

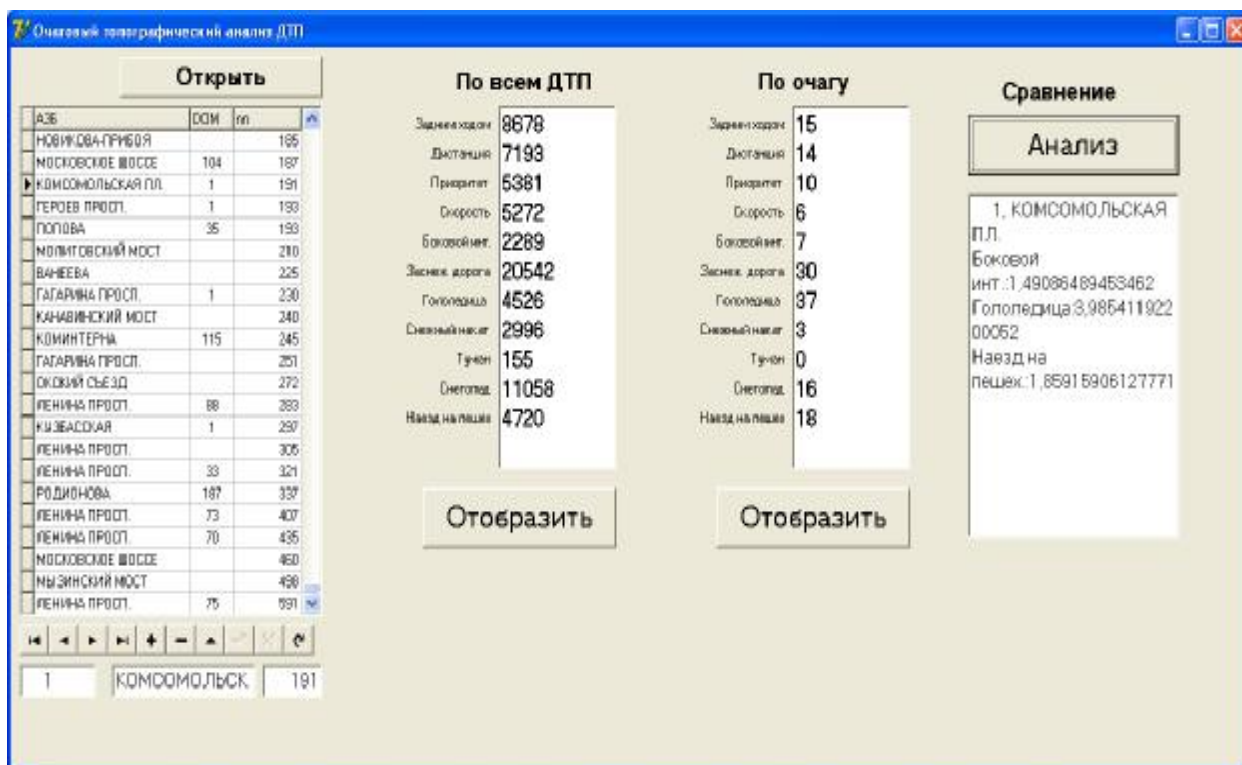


Рисунок 1 – Работа программного модуля анализа причины аварии

Затем данные преобразуются в Excel-файл, часть которого приводится ниже (см. таблица 1).

Таблица 1 – Фрагмент Excel-файла «Факторы аварийности»

Улица	дистанция	приоритет	скорость	боковой интервал	пешеходы	заснеж. дорога	гололедица	снеж.накат	снегопад
Московское шоссе, 9				1,7	2,2	1,3			
Попова, 39	1,2						5,7		
Ларина, 9		1,5				1,4			2

При этом если нет превышения среднестатистических данных по определенному фактору, то в соответствующей ячейке таблицы оставляется пустая строка.

Затем запускается программа аннотирования, которая переводит информацию из Excel-файла в текстовые сообщения – аннотации (рис. 2).

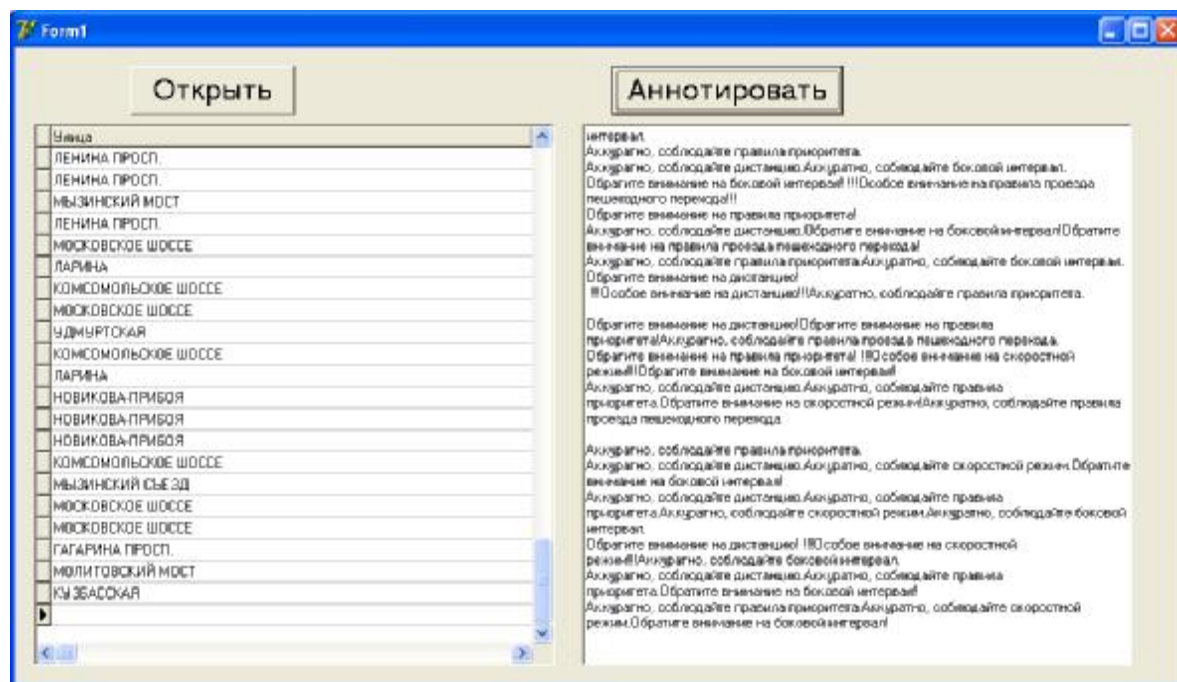


Рисунок 2 – Работа программы аннотирования очагов аварийности

В зависимости от величины превышения средних данных меняется текст сообщения.

Так, если значение доли  $\frac{n_i}{N}$ :

1 – 1,5, то аннотация имеет вид «Аккуратно, соблюдайте (дистанцию, приоритет, скоростной режим, боковой интервал и т.п.)»; аккуратнее с пешеходами.

1,5 – 2: (курсивом) «Внимание! Соблюдайте (дистанцию, приоритет, скоростной режим, боковой интервал)/ Внимание! Неосторожные пешеходы»

>2 (жирным) «**!!! Особое внимание к (дистанции, приоритету, скоростной режиму, боковой интервалу, пешеходам!!!)**».

Для очагов из таблицы 1 аннотации имеют следующий вид соответственно:

«Обратите внимание на боковой интервал! **!!!Особое внимание на правила проезда пешеходного перехода!!!** Аккуратно, при заснеженной дороге»;

«Аккуратно, соблюдайте дистанцию. **!!!Особое внимание при гололедице!!!**»;

«Обратите внимание на правила приоритета! Аккуратно, при заснеженной дороге. Аккуратно, при гололедице. **Внимательно при снегопаде!**».

Практика составления аннотаций для Нижнего Новгорода показывает, что необходимо введение дополнительных интервалов для  $\frac{n_i}{N}$ : от 2 до 3, от 3 до 4 и более 4, так как разница между долями 2,5 и 5 велика, а элементов с такими значениями достаточно много.

Аннотации формируются динамически (программно) и периодически обновляются, с учетом новых данных и факторов.

Простое отображение на карте всех текстовых сообщений не совсем удобно для конечного пользователя – содержится большой объем излишней информации, так как водителя, как правило, интересуют только опасности на определенном пути. Таким образом, нужно построить маршрут следования и отобразить соответствующие очаги.

Маршрут строится следующим образом: по двойному щелчку мыши ставятся начальная и конечная точки, данные об их координатах поступают на сервер, на котором вычисляется наикратчайший путь от начальной до конечной точки по известному алгоритму

Дейкстры. Затем вычисляются координаты очагов, лежащих вдоль пути в соответствии со следующим критерием.

Пусть  $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$  – отрезок пути,  $M(x_0, y_0)$  – координаты очага. Чтобы аннотация очага соответствующего точке  $M$  отображалась, надо, чтобы выполнялись 2 условия:

$$1) (x_0 - x_c)^2 + (y_0 - y_c)^2 \leq (x_1 - x_c)^2 + (y_1 - y_c)^2, \text{ где } x_c = \frac{x_1 + x_2}{2},$$

$$y_c = \frac{y_1 + y_2}{2};$$

$$2) \frac{|(x_0 - x_1)(y_2 - y_1) - (y_0 - y_1)(x_2 - x_1)|}{\sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2}} \leq d, \text{ где } d - \text{наперед заданная}$$

величина (расстояние от участка дороги до очага).

Первое условие – проверка попадания координаты очага в круг с центром в середине отрезка ломаной, второе условие – расстояние от  $M$  до отрезка ломаной должно быть меньше  $d$ .

Получаем результат, показанный на Рис. 3.

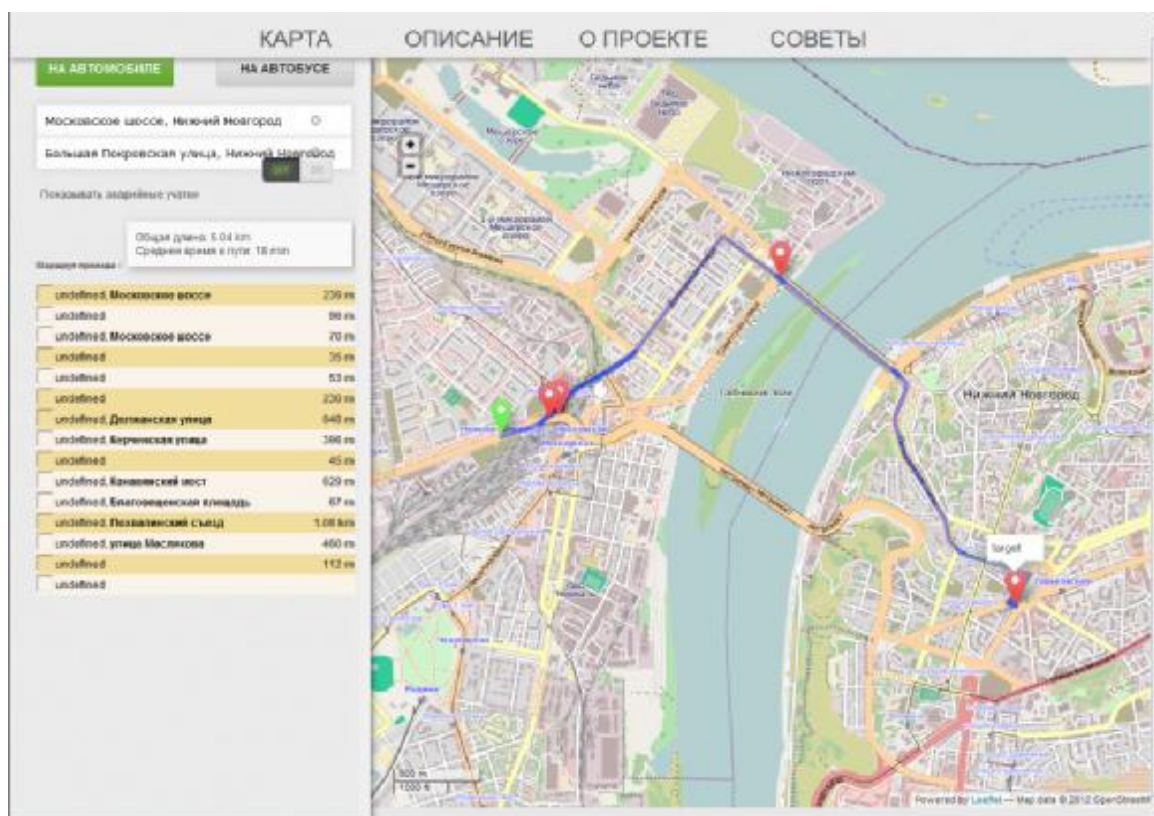


Рисунок 3 – Работа сайта dtmap.org

Затем по щелчку мыши на очаге или при увеличении масштаба, отображается аннотация, соответствующая очагу.

Далее необходимо будет произвести следующие доработки:

- 1) учет основного маркера (личных данных водителя: стаж, пол, возраст) и включение соответствующей информации в аннотации;
- 2) учет сообщений метеослужбы;
- 3) введение в маршрут промежуточных точек;

- 4) прокладка альтернативных вариантов маршрута, например, построение наиболее безопасного маршрута;
- 5) учет в аннотациях данных мониторинга аварийной ситуации;
- 6) реализация приложений для смартфонов и навигаторов.

Пункты 1 и 3 близки к реализации, по остальным – разрабатываются теоретические основы.

Полная реализация указанных пунктов позволит пользователям получать объективную, личностно-ориентированную информацию, об опасностях на дороге, в удобной для восприятия форме. Планируется, что последнее должно привести к снижению числа ДТП у водителей ряда групп. Таким образом, динамическое аннотирование очагов является одним из наиболее важных этапов разработки интерактивной карты аварийности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елисеев М. Е. О статистическом анализе очагов аварийности. [Текст] / Автотранспортное предприятие. Москва. 2012. - №4.
2. Елисеев М. Е. О интерактивной карте аварийности крупного города. [Текст] / М. Е. Елисеев, А. А. Репников, А. А. Томчинская, А. Д. Филинских. // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2011». – Выпуск 4. Том 1. – Одесса: Черноморье, 2011. – 411-0945 – с. 40-46.
3. Елисеев М. Е. Подсистема анализа очагов интерактивной карты аварийности [Текст] / Елисеев М. Е., Пронин Д. М., Репников А. А., Сангалова М.Е., Томчинская Т. Н. // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексева. Нижний Новгород. 2012. - № 4. – с. 358-363.

**Елисеев Михаил Евгеньевич**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Высшая математика»  
Тел.: +7(831)4672776  
E-mail: [eliseevmic@mail.ru](mailto:eliseevmic@mail.ru)

**Дегтерев Евгений Геннадьевич**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева  
Старший преподаватель кафедры. «Общая и ядерная физика»  
E-mail: [egdnn@mail.ru](mailto:egdnn@mail.ru)

## ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ

*Актуальность исследования состояния региональной логистической системы объясняется ее взаимосвязью с результатами деятельности конкретной макроэкономической системы, поскольку результативность процессов зависит не только от деятельности субъектов хозяйствования, их внутренней производственной и организационной структуры, но и от эффективной организации автомобильных перевозок.*

**Ключевые слова:** терминальные перевозки, региональная логистическая система, размещение инфраструктурного объекта, транспортная сеть, эффективность.

L.E. EREMEEVA

## OPTIMIZATION OF TRANSPORTATION AND LOGISTICS SYSTEM OF REGION IN CONDITIONS OF COMPETITIVE ENVIRONMENT

*Relevance of research of a condition of regional logistic system is explained by its interrelation with results of activity of concrete macroeconomic system as productivity of processes depends not only on activity of subjects of managing, their internal production and organizational structure, but also on the effective organization of automobile transportations.*

**Keywords:** terminal transportations, regional logistic system, placement of infrastructure object, transport network, efficiency.

Транспортировка материальных потоков в цепи поставок является неотъемлемым процессом производства. Движение материальных потоков происходит в цепи поставок, где одна и та же фирма является одновременно и покупателем (сырья, ресурсов, комплектующих) и продавцом (продуктов, полуфабрикатов, товаров). А поскольку формирование стоимости происходит на основе издержек предыдущей стадии производства, то именно оптимальность этой предыдущей стадии процесса влияет на эффективность результата и стоимость продукта выходящего потока. Если учесть, что цепь поставок, как правило, включает более трех взаимодействующих субъектов бизнеса, то становится очевидной их взаимозависимость по эффективности результатов деятельности.

В условиях конкурентной среды региональная экономика «проигрывает» по позиции (позиционированию) конкурентных цен в связи с географической удаленностью и более высокими транспортными издержками. Интегральная ответственность за уровень издержек связана в этом случае не то только внутрифирменными затратами. Она также включает в себя ответственность за эффективность и своевременность поставок, выбор между производством продукции или ее приобретением у поставщиков. Управление базируется на методе вовлечения отдельных взаимосвязанных элементов в интегрированный процесс (интегрированную логистику) с целью предотвращения нерациональных потерь материальных и других ресурсов.

Выбор схемы организации региональной транспортно-логистической системы целесообразно производить на основе экономико-математической модели, учитывающей различные варианты схем организации системы, присущие им риски, направленность ценовой динамики и изменения качественных и количественных характеристик региональной экономики транспортных сетей на различных этапах функционирования системы.



Большинство российских предприятий управляет производственными процессами на основе традиционных методов и не приспособлено к извлечению дополнительного эффекта от логистики, которую предприятия могли бы рассматривать как интегрированный процесс по обеспечению создания потребительной стоимости с наименьшими затратами. До недавнего времени основным фактором успеха считалась исключительно рыночная ориентация. Однако, для обеспечения стабильной рентабельности предприятия должны правильно выбирать и комбинировать ресурсы. Концепция ресурсной ориентации, которая сформировалась в экономически развитых странах в 80-х годах прошлого века, неизбежно приводит и российский бизнес к переосмыслению роли интегрированной логистики.

В рассматриваемом направлении совершенствования транспортно-логистической системы актуален пересмотр в регионе принципов государственного управления развитием региональной логистической инфраструктуры, размещением объектов этой инфраструктуры, оптимизацией транспортных сетей, как в качественном, так и количественном отношении, при этом должны решаться задачи:

- транспортной доступности грузоотправителей и грузополучателей;
- снижения затрат на закупку продукции на основе развития конкуренции среди поставщиков и транспортных логистических посредников;
- удовлетворения потребностей всех государственных заказчиков в процессах транспортировки, эксплуатации, ремонта и технического обслуживания меньшим количеством запасных частей, комплектующих изделий и материалов;
- поддержки отечественных производителей и поставщиков продукции для государственных нужд;
- оптимального перераспределения запасов предметов снабжения, находящихся на складах, между различными государственными заказчиками и регионами.

Одно из направлений по оптимизации логистики лежит в плоскости создания механизма, который бы гибко и эффективно обеспечивал взаимодействие основных элементов логистики: «поставки – производство – складирование – транспортировка - сбыт» в рамках решения указанных задач. По-существу, речь идет о придании промышленности, транспортным системам новых качеств, которые призваны обеспечивать интеграцию работы государственного и частного сектора экономики на основе межотраслевой логистической координации.

При этом среди имеющихся проблем следует отметить недостаточный уровень развития кооперационных связей и механизмов субконтрактации, формирование долгосрочных схем взаимодействия малого, среднего и крупного бизнеса, в том числе и посредством транспортных систем [2]. Учитывая, что перспективное развитие в регионе за транспортно-логистическими кластерами, которые включают в себя комплекс инфраструктуры и компаний, специализирующихся на хранении, сопровождении и доставке грузов, а также организации, обслуживающие объекты транспортной инфраструктуры, то возникновение региональных логистических терминальных комплексов объективно возможно. Для подтверждения транспортных потоков, имеющих транзитный потенциал с одного вида транспорта на другой, проведем анализ данных статистического сборника (табл.1).

Из анализа следует, что передача грузовых потоков в регионе с железнодорожного на автомобильный транспорт происходит в пределах небольших расстояний, в основном междугородные и межобластные перевозки грузов происходят по железной дороге. Именно использование терминальных перевозок может реализоваться как направление оптимизации логистики в цепи поставок, поскольку транспортные издержки часто составляют более трети всех затрат на производство и реализацию продукции.

Перевозка грузов, организуемая и осуществляемая через терминалы, называется. Значение терминальных перевозок в современных микро- и макрологистических системах

чрезвычайно возросло, что предопределено прежде всего интегрированием в нем большого числа логистических активностей. В Республике Коми транспортная сеть имеет определенную специфику: значительная часть транспортных потоков из других регионов поступает до городов Сыктывкар, Печора, Ухта, Усинск, Инта, Воркута по железнодорожным сетям. Терминалы, тяготеющие к местам дислокации транспортных узлов, могут оптимизировать логистику практически всех грузовладельцев прибывающих материальных потоков.

Таблица 1 – Анализ объемов грузовых транспортных потоков по Республике Коми [1]

Наименование показателя	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Объем перевозок грузов, млн.т.				
- железнодорожный транспорт	18,7	17,5	21,0	20,1
- автомобильный транспорт	45,6	35,0	31,3	33,3
Грузооборот, млрд. ткм.				
- железнодорожный транспорт	13,9	12,3	15,9	16,0
- автомобильный транспорт	2,0	1,8	1,7	1,7
Среднее расстояние перевозки, км				
- железнодорожный транспорт	743	703	757	796
- автомобильный транспорт	44	51	54	51

В роли организаторов терминальных перевозок могут выступить транспортно-экспедиционные фирмы или операторы различных видов транспорта, использующие универсальные или специализированные терминалы и терминальные комплексы для различных способов перевозок. При этом следует обратить внимание на транспортные сети, развитие которых отсутствует, потенциал представлен в табл.2.

Таблица 2 – Густота путей сообщения, км /1000м<sup>2</sup> территории Республики Коми [1]

Наименование показателя	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Густота путей сообщения:				
- железнодорожные пути общего пользования	4,1	4,1	4,1	4,1
- автомобильные дороги, всего	26,0	25,9	25,7	25,1

Исходя из многоименной классификации грузовых потоков, Республика Коми тяготеет к универсальным терминалам, которые могут представлять собой специальный комплекс сооружений, персонала, технических и технологических устройств, организационно взаимосвязанных и предназначенных для выполнения логистических операций в унимодальных, мультимодальных, интермодальных перевозках с дистрибутивным центром для грузопереработки тяжеловесных, длинномерных, скоропортящихся грузов, а также контейнерные площадки и железнодорожные подъездные пути.

Практическое значение работы заключается в разработке инструментария по оптимизации рациональной логистической инфраструктуры региона, обеспечивающего повышение качества принимаемых организационно-управленческих решений и конкурентоспособности региональной экономики.

Технологический процесс терминальной транспортировки состоит из трех основных этапов: завоза грузов на терминал и развоз их с терминала; грузопереработки на терминале; линейной перевозки грузов между терминалами отправления и назначения.

Автотранспортные сети настоятельно требуют обновления, реконструкции для придания им характеристик, соответствующих современным типам подвижного состава по осевым нагрузкам. Комплектация грузов на терминале к отправке по направлениям соответствующим подвижным составом с учетом допустимых осевых нагрузок и оптимального использования их грузоподъемности будет способствовать повышению эффективности автомобильных перевозок.

Использование терминалов позволит наилучшим образом учесть требования клиентов к перевозке, хранению и переработке грузов, повысить эффективность логистического менеджмента и качество сервиса, снизить транспортные логистические издержки.

Качество терминальных перевозок характеризуется высокой скоростью доставки грузов и эффективным использованием транспортных средств. Очень важным в организации терминальных перевозок является вопрос о размещении этого инфраструктурного объекта. Выбор мест размещения инфраструктурных элементов в логистической системе связан с принятием иерархии решений. При отыскании лучшего компромиссного варианта месторасположения логично использовать вычисление центра тяжести (center of gravity) поставок и спроса.

На практике затраты зависят не только от расстояния, на них также влияет тип транспортных средств, частота доставок, выбранный маршрут, способы комбинирования заказов потребителей, организация работы водителей, типы заказов. Таким образом, представляется возможным использовать преимущества терминальных перевозок для нашего региона, тем более что потребность в них давно назрела.

Исходя из этого, можно предположить, что моделирование региональной транспортно-логистической инфраструктуры с учетом влияния внутренних и внешних факторов риска являются важной задачей государственной власти.

Для ее решения необходима разработка современных методов и средств повышения эффективности функционирования и качества организации транспортно-логистических систем региона, что придаст инновационное развитие транспортному комплексу.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Республика Коми в цифрах. 2012: Крат. стат. сб. / Комистат -Сыктывкар, 2012. - 232с.
2. Постановление Правительства РК от 27.03.2006 N 45 (ред. от 23.05.2011) «О Стратегии экономического и социального развития Республики Коми на период до 2020 года» // СПС КонсультантПлюс: Законодательство

**Еремеева Людмила Эмировна**

Сыктывкарский лесной институт (филиал) Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова

Доцент кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Тел. +7-9083290734

E-mail: [ludmilaemirovna@mail.ru](mailto:ludmilaemirovna@mail.ru)

## ОПЫТ ГОРОДА ПРАГА ПО ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

*В этой статье описывается одна из возможностей того, как можно увеличить пропускную способность и снизить аварийность на линейной дорожной коммуникации типа автомагистрали. Речь идет о первом проекте линейного управления на территории Чешской Республики, реализованном на новом отрезке Автомобильной кольцевой/объездной дороги вокруг Праги (SOKP), а также на отрезке автомагистрали D1 от населенного пункта Мирошовице, длиной 10 км по направлению в Прагу. В статье сообщается о первых результатах.*

**Ключевые слова:** интеллектуальная транспортная система, линейное управление, транспортная модель

P. PŘIBYL O. PŘIBYL

## EXPERIENCE THE CITY OF PRAGUE FOR THE ORGANIZATION OF TRAFFIC

*This article describes one of the possibilities of how to increase throughput and reduce accidents on the road line of communication such as motorway. This is the first project line management in the Czech Republic, the realized on the new segment of automotive ring / ring road around Prague (SOKP), as well as on the segment of the D1 motorway Miroshovitse village, 10 km in length in the direction of Prague. The article reports on the first results.*

**Keywords:** intelligent transportation systems, linear control, the transport model

То, что Европа встречается со все большими транспортными проблемами, является очевидным фактом. С повышением уровня жизни возрастает количество автомобилей, а также и требования к мобильности населения. В марте прошлого года Европейская комиссия издала проект "Белой книги" европейской транспортной политики ЕС до 2050 года. Некоторая отдельная информация, приведенная в следующем перечне, является, действительно, поражающей воображение:

- На транспорт приходится 13,2 % расходов домашних хозяйств.
- Затраты на логистику, как транспортировку и складирование, достигают около 10 % – 15 % затрат на конечную продукцию.
- Затраты, вызванные конгестиями (заторами), достигают в Европе около 1 % от ВВП.
- В Лондоне у 20 % людей, ежедневно совершающих поездки на работу, дорога на работу и обратно занимает более 2-х часов, что за неделю означает один дополнительный рабочий день.
- В Германии 37 % людей, совершающих поездки на работу, тратят ежедневно на дорогу около 1 часа в день.
- В Лондоне, Кельне-над-Рейном, Амстердаме и Брюсселе водители проводят в заторах автодорожного транспорта более 50 часов ежегодно. А в Утрехте, Манчестере и Париже водители дополнительно проводят на дорогах более 70 часов в год.
- Автомобили являются самым популярным видом пассажирского транспорта в ЕС: на них приходится около 72 % всех пассажиро-километров. Тем не менее, легковой автомобиль только лишь изредка является самой эффективной, с точки зрения затрат энергоресурсов, видом транспорта. В соответствии с данными Объединенного Королевства Великобритании, 60 % транспортных средств используется только лишь одним пассажиром. И этот процент увеличивается до значения примерно 85 % в случаях поездок на работу и служебных поездок.

- Водители в ЕС владеют одной третью автомобилей из 750 миллионов автомобилей во всем мире. На основе анализа воздействия на окружающую природную среду была сделана оценка, что до 2050 года количество транспортных средств в мире увеличится более чем до 2,2 млрд., с самым значительным ростом показателя в странах с развивающейся экономикой.

Однако при этом в приведенном документе констатируется, что "Качество и затраты на транспортные услуги оказывают влияние на способность ведения предпринимательской деятельности, конкуренцию, хозяйственно-экономический рост и качество жизни. Транспорт имеет принципиальное значение для еще большей эффективности европейской экономики".

Учитывая, что в период 2000 – 2020 годов ожидается увеличение доли грузовых перевозок на 50 % и пассажирских перевозок на 35 %, эти проблемы требуют еще более неотложного решения. Однако введение Интеллектуальных транспортных систем (далее только, как "ИТС") происходит медленнее, чем это ожидалось, и в целом проходит раздроблено. Результатом является раздробленная структура решений на внутригосударственных, региональных и местных уровнях без их четкого взаимного согласования, что ставит под угрозу целостность единого рынка транспортных услуг.

Поэтому Европейская комиссия подготовила несколько документов, которые должны ускорить и согласовать этот процесс. В следующем перечне приведены только отдельные документы с более глобальным содержанием:

1. „Action Plan for the Deployment of Intelligent Transport Systems in Europe“, лит. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**;
2. „Framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other transport modes“, лит. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**;
3. „2010-2013 ICT standardization work programme“, лит. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

В этой статье описывается одна из возможностей того, как можно увеличить пропускную способность и снизить аварийность на линейной дорожной коммуникации типа автомагистрали. Речь идет о первом проекте линейного управления на территории Чешской Республики, реализованном на новом отрезке Автомобильной кольцевой/объездной дороги вокруг Праги (SOKP), а также на отрезке автомагистрали D1 от населенного пункта Мирошовице, длиной 10 км по направлению в Прагу. В статье сообщается о первых результатах.

Третья часть текста посвящена огромным возможностям, которые предоставляют для моделирования и управления движением транспорта транспортные средства, оснащенные позиционной системой GPS с передачей данных посредством GSM. На сегодняшний день такой системой оснащены целые автопарки корпоративных транспортных средств. Такие транспортные средства являются, собственно говоря, передвижными датчиками, "плывущими" в транспортном потоке. Поэтому и прижилось название "плавающие" транспортные средства (floating cars).

#### **Политика Европейской комиссии и Совета Европы**

В Европе делается все больший акцент на разработку и введение телематических приложений, как на путь к относительно недорогому и эффективному усовершенствованию транспортной ситуации. Процессу была придана установленная/окончательная форма Постановлением Совета Европейского Союза (95/С 264/01) "О расширении телематики на автодорожном транспорте" от сентября 1995 года. Кроме того, Европейская комиссия подготовила в течение последних двух лет вышеуказанные документы, которые будут кратко прокомментированы.

## **ПЛАН ДЕЙСТВИЙ по введению Интеллектуальных транспортных систем в Европе**

Целью этого плана действий является ускорение и координация при введении Интеллектуальных транспортных систем на автодорожном транспорте. План действий определяет шесть приоритетных областей деятельности, таких как, например, "Оптимальное использование автодорожных, транспортных и путевых данных", "Безопасность и обеспечение автодорожного движения" или "Включение транспортного средства в транспортную инфраструктуру". Для каждой области установлен комплекс конкретных мер и жесткий план-график.

Очень важным является то, что введение систем ИТС должно было бы управляться/координироваться на политическом уровне, причем должны были бы быть четко установлены обязанности, включая задачи при сотрудничестве между общественным и частным сектором.

**ДИРЕКТИВА Европейского парламента и Совета Европы, которая устанавливает рамки для введения Интеллектуальных транспортных систем в области автодорожных перевозок и их точки соприкосновения (стыковки) с другими видами перевозок**

Страны-члены ЕС примут необходимые меры для того, чтобы обеспечить координируемое введение и применение интероперабельных приложений и услуг ИТС в рамках ЕС, при этом так, чтобы, главным образом:

- a) было обеспечено, чтобы пользователям ИТС и поставщикам услуг ИТС были доступны соответствующие надежные и регулярно актуализируемые данные о движении транспорта по шоссе;
- b) была обеспечена возможность обмена автодорожными транспортными и путевыми данными, а также другой информацией между соответствующими центрами транспортной информации и контроля дорожного движения в разных регионах или в разных странах-членах ЕС;
- c) были приняты необходимые меры для интегрирования систем ИТС, связанных с безопасностью, в транспортные средства и дорожную инфраструктуру, а также была обеспечена разработка взаимодействий по безопасности в рамках человек/машина, главным образом, у переносного оборудования;
- d) были приняты необходимые меры для интегрирования разных приложений ИТС, включающих в себя обмен информацией, и коммуникацию между транспортными средствами и дорожной инфраструктурой на единой платформе.

В приложении к этой директиве приведены детальные спецификации для отдельных областей, которые приводят значительные детали и требуют, например, определения необходимых требований для сбора автодорожных и транспортных данных, своевременной актуализации транспортной и путевой информации в реальном режиме времени, или требуют совместимости и интегрирования "универсальных транспортных сообщений" в службы ИТС для транспортной и путевой информации в реальном режиме времени.

## **ПЛАН СТАНДАРТИЗАЦИИ информационных коммуникационных технологий ИСТ 2011 – 2013**

Довольно обширный документ (42 страницы), изданный Европейской комиссией, констатирует, что Европе наносится большой ущерб тем, что отстает стандартизация важных технологий и процессов, которые возникли в рамках инноваций. Комиссия назвала 14 областей, в которых необходимо значительно усилить и, главное, ускорить процесс стандартизации. Кроме собственной сферы (раздела) 3 – ИТС, также представляет интерес раздел 4 – RFID (Radio Frequency IDentification) - радиочастотная идентификация и раздел 13, который описывает, как должны расширяться/вводиться стандарты на практике. Очень хорошо, что речь идет не об абстрактных рассуждениях, но всегда описываются виды

деятельности, которые необходимо решать, затем следует обоснование – почему, и перечень референционных документов.

### "Интеллектуальные" автомагистрали

И даже без необходимости углубления в детали, решению о том, следует ли строить Интеллектуальные автомагистрали, могло бы предшествовать следующее соображение: если бы на автомагистрали D1 были сделаны прогнозы интенсивности движения/трафика, то они бы обязательно привели к строительству третьей полосы движения. Однако актуализированные прогнозы показывают, что интенсивность движения/трафика, хотя и не превысит пропускную способность дорожной коммуникации, но приблизится к ней. И именно в этот момент в игру может вступить т.н. линейное управление, которое повышает пропускную способность дорожной коммуникации примерно на 15 %, как это уже было доказано на основании нескольких проектов в других странах. Это "электронное" решение стоит на порядок дешевле, чем строительство по расширению автомагистрали. Конечно же, речь не идет о догматически применяемом решении, однако к нему необходимо прийти на основании системного анализа проблематики.

Автомобильная кольцевая/объездная дорога вокруг Праги будет окружать Прагу по длине примерно 83 км, причем в настоящее время эксплуатируется только 18 км, главным образом – западные трассы, а с 2010 года и юго-западная часть транспортного кольца, соединяющая автомагистрали D5 и D1, и состоящая из следующих сооружений:

- сооружение 514 Сливенец – Лаговице
- сооружение 513 Лаговице – Вестец
- Сооружение 512 Вестец – соединение с автомагистралью D1

С транспортной точки зрения учитывается загруженность в перспективе 55 000 транспортных средств/сутки, и для такой пропускной способности приспособлена проезжая часть, состоящая из двух полос движения шириной 3,75 м, с полосой для остановки неисправного транспортного средства, шириной 3 м. В местах с длительным подъемом к проезжей части добавлена третья полоса движения шириной 3,5 м. Все дорожные покрытия выполнены из асфальтобетона, а в тоннелях, по причинам пожарной безопасности, из цементобетона.

Сооружение 514 имеет общую длину 6,03 км, и в его рамках построено 17 дорожно-мостовых объектов, причем самый длинный мост через долину рек Влтава и Беровка длиной 1 606 метров. Кроме того, здесь имеется один тоннель с двумя и тремя полосами движения. Сооружение 513 имеет длину главной трассы 8,3 км, кроме того, была построена подводящая дорожная коммуникация Вестец длиной 1,5 км. На главной трассе расположено 7 мостов и один тоннель. Соединение автомагистралей D1 и D5 является действительно очень важным с транспортной точки зрения, о чем свидетельствует и значительное "успокоение" движения транспорта в этом секторе Праги.

Составной частью сооружений являлась и реализация линейного управления на Транспортном кольце/объезде вокруг Праги и на части автомагистрали из Праги в Мирошовице, состоящей из 46 порталов с дорожными знаками с изменяющейся информацией, и транспортных датчиков, измеряющих интенсивность движения/трафик, скорость и категорию транспортных средств.

Алгоритм управления был предложен и детально смоделирован в рамках проекта Министерства транспорта Чешской Республики "INER", лит. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Его принципы основываются на способе управления на немецких автомагистралях, и такое управление функционирует уже с момента начала эксплуатации кольцевой/объездной дороги.

### Принцип линейного управления

Линейное управление движением транспорта основано на сборе и оценке транспортных данных (интенсивность движения/трафика, скорость, структура транспортного

потока) на продолжительном отрезке дорожной коммуникации, и регулировании транспортного потока путем изменения скорости движения с помощью дорожных знаков с изменяющейся информацией типа В20а "Максимальная допустимая скорость". Такое регулирование ставит целью оптимизацию/согласование транспортного потока путем снижения скорости движения, в результате чего увеличивается пропускная способность дорожной коммуникации. Эта дорожная коммуникация имеет наибольшую пропускную способность при скорости движения около 70 км/час.



*Рисунок 1 – Мост через реки Влтава и Бероунка и тоннель Сливенец, фото: В. Подружек*

В том случае, если недостаточно простого снижения скорости, по той причине, что движение транспортного потока нарушают грузовые транспортные средства, обгоняющие по левой полосе движения, то используется дальнейшая возможность регулирования с помощью дорожного знака В22 "Запрет обгона грузовыми транспортными средствами". Система бывает дополнена и предупреждающими дорожными знаками "Другая опасность", "Дорожные работы" и т.д. Как показали исследования, проведенные за границей, предупреждающие дорожные знаки действуют очень положительно, потому что водители лучше соблюдают ограничение скорости.

Однако мало кто подчеркивает, что линейное управление является очень важным и с точки зрения безопасности: при повышении плотности транспортного потока возникают нестабильные ситуации, которые проявляются т.н. волнами "Stop and Go" (Стоп и Вперед). Эти волны характеризуются большими изменениями скорости, при которых транспортные средства практически останавливаются, и за мгновение вновь набирают первоначальную скорость. Такое состояние отличается большим стандартным отклонением скорости. На рис. 2 показана типичная характеристика скорости, измеряемой в трех разрезах, расположенных на расстоянии около 1 км друг от друга. При нормальном режиме движения транспорта среднее значение скорости составляет около 90 км/час, и разброс (дисперсия) скоростей является небольшим. Транспортный поток является оптимизированным/согласованным и стабильным. Однако в период после 15:00 часов, на первом датчике (а затем и на последующих) видно снижение скорости транспортного потока до значения 20 км/час, и повторное увеличение скорости, сопровождаемое последующими снижениями. Такое



нестабильное состояние, которое, конечно же, может являться потенциальным источником возникновения дорожно-транспортных происшествий, продолжается до 17:45 часов.

В большинстве случаев скорость, измеренную на свободной дорожной коммуникации, можно выразить в форме нормального распределения (также кривой Гаусса). Цель состоит в том, чтобы транспортный поток имел постоянное среднее значение скорости, и чтобы стандартное отклонение  $\sigma$  было, как можно меньшим. При таком состоянии движение транспорта является согласованным. В том случае, если движение транспорта окажется на границе стабильности и начнут образовываться шоковые волны, то разброс (дисперсия) скоростей движения будет значительным и стандартное отклонение будет большим.

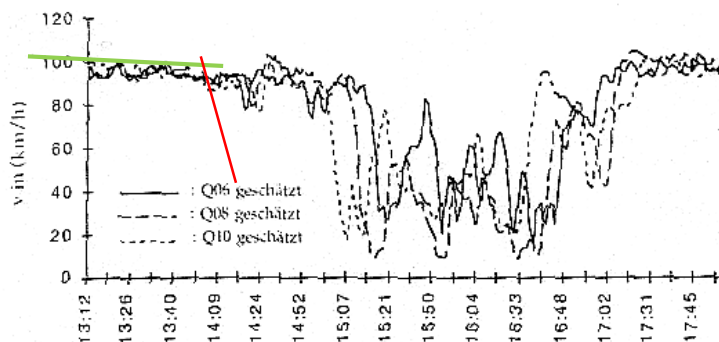


Рисунок 2 – Большие изменения скорости между 15:00 и 18:00 часов характеризуют волны "Stop and Go"

Целью линейного управления является изменение скорости таким образом, чтобы ее изображение с помощью кривой вероятности  $f(v_2)$  преобразовалось в кривую  $f(v_1)$ , что означает, что среднее значение скорости перемещается к более низкому значению  $\mu_1$ , которое может составлять уже упомянутые 70 км/час. Происходит стабилизация транспортного потока, а именно в результате того, что транспортные средства движутся с меньшей скоростью, и уменьшается расстояние между ними, повышается и пропускная способность дорожной коммуникации.

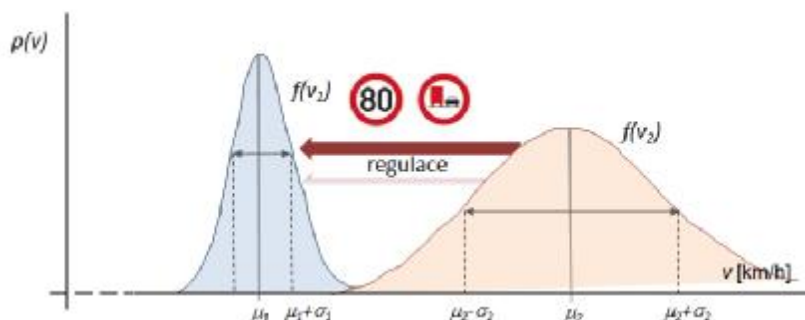


Рисунок 3 – Плотность вероятности нормального распределения скорости для состояния без управления  $f(v_2)$  и под влиянием линейного управления  $f(v_1)$

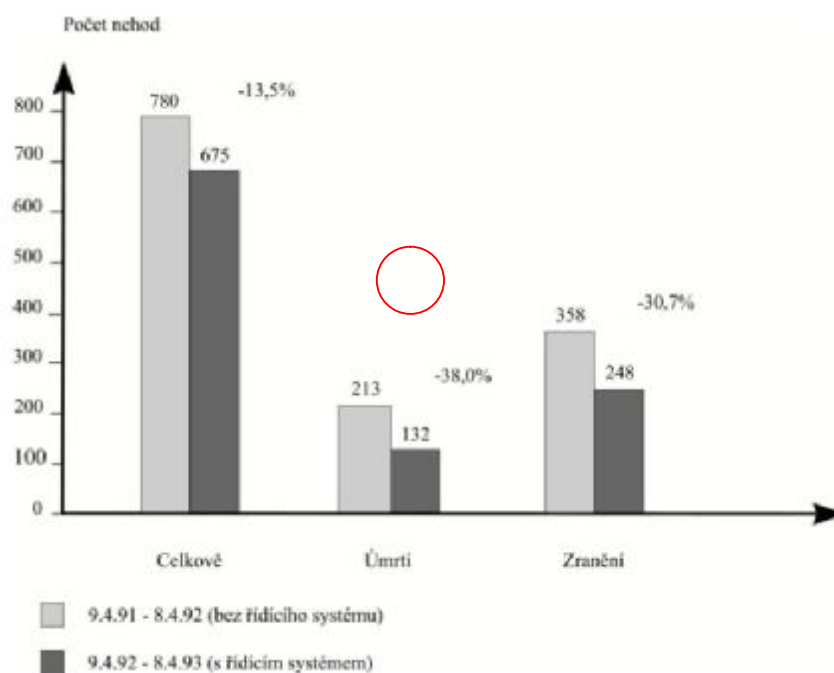
(Надписи на рисунке: *regulace* – регулирование;  $v$  [km/h] -  $v$  [км/час])

### Эффективность линейного управления

Любые проекты систем ИТС после их реализации должны анализироваться, потому что обязательно необходимо проводить оценку экономической выгоды этих инвестиций. Как минимум, отслеживается польза для окружающей природной среды, хозяйственно-экономическая выгода и польза в повышении безопасности для передвигающегося на транспортных средствах населения. Довольно подробное исследование эффективности линейного управления проводилось в 90-х годах на автомагистрали А9 Мюнхен – Нюрнберг, между транспортным узлом Holledau и местом окончания автомагистрали в Мюнхене, на

Франкфуртер Ринге (Frankfurter Ring). Длина тестируемого отрезка составляла 45 км. Автомагистраль А9 загружена транспортом больше остальных автомагистралей в Баварии. Рядом с городком Эхинг (Eching), который расположен на расстоянии 12 км по направлению на север от Франкфуртер Ринга, были измерены и абсолютно максимальные значения интенсивности движения/трафика за 24 часа, при этом до 144 634 транспортных средств/24 часа.

Анализ дорожно-транспортных происшествий, а также исследование возможности увеличения пропускной способности дорожной коммуникации проводились в течение одного года без линейного управления, а в течение всего последующего года это оборудование находилось в эксплуатации. Были зарегистрированы все дорожно-транспортные происшествия, которые расследовала полиция. На рис. 4 показано сравнение дорожно-транспортных происшествий, из которого очевидно, что общее количество дорожно-транспортных происшествий после установки линейного управления снизилось на 13,5 %. Однако еще более существенным является снижение количества погибших, которое снизилось на 38 %. Это означает, что только лишь за один год эксплуатации линейного управления на этом отрезке длиной 45 км было на одну треть меньше погибших. Это явилось результатом того, что при нестабильном транспортном потоке снижается скорость. Вместе с тем, увеличивается и пропускная способность дорожной коммуникации, так как было зарегистрировано на 15 % меньше образования колонн в выражении: длина x продолжительность колонны.



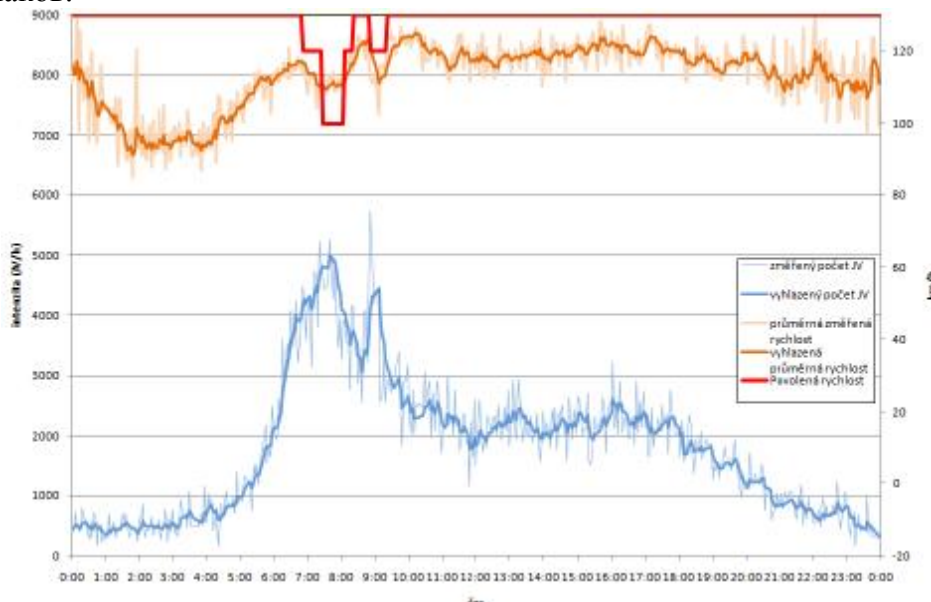
**Рисунок 4 – Эффект линейного управления на количество дорожно-транспортных происшествий, травм и смертельных исходов – снижение количества погибших на 38%**  
*(Надписи на рисунке: Počet nehod - Количество дорожно-транспортных происшествий; Celkové – Общее; Úmrtí - Количество погибших; Zranění - Количество раненых; (bez řídicího systému) - (без системы управления); (s řídicím systémem) - (с системой управления))*

### **Пример функционирования линейного управления на Автомобильной кольцевой/объездной дороге**

На Автомобильной кольцевой/объездной дороге вокруг Праги непрерывно измеряются и оцениваются сотни тысяч значений параметров. На примере одних суток измерений будет показано, как проявляется включение дорожных знаков типа В20а с изменяющейся информацией, на оптимизации/согласовании транспортного потока. Речь

идет о типичной транспортной ситуации в день 21.02.2011 года на 13,9 км по направлению в Прагу.

На графике показан временной ряд объединенной интенсивности движения/трафика в этом разрезе (нижний синий график), а над ним – изменение скорости. Кусочно-непрерывными *прямыми* линиями показано изменение автоматического включения дорожных знаков.



**Рисунок 5 – График интенсивности движения/трафика (внизу) и скорости с зарегистрированным включением дорожных знаков, ограничивающих скорость движения до 120 или 100 км/час (Надписи на рисунке: *Intenzita (JV/h)* - Интенсивность движения/трафика (к-во трансп. средств/час); *změřený počet JV* - измеренное количество трансп. средств/час; *vyhlazený počet JV* - сглаженное количество трансп. средств/час; *průměrná změřená rychlost* - средняя измеренная скорость; *vyhlazená průměrná rychlost* - сглаженная средняя скорость; *povolená rychlost* - допустимая скорость)**

Из графика можно получить интересные данные: после ночного снижения, начиная с 06:30 часов, интенсивность движения возросла таким образом, что система управления включила вначале дорожный знак "120" а вскоре переключила его на "100". Это означало, что скорость снизилась в среднем, примерно, на 8 км/час, причем интенсивность движения/трафика достигла своего пика в 5 000 транспортных средств/час. Примерно, в 08:15 автомат отключил ограничение скорости. Скорость, хотя и превысила 120 км/час, но значительно снизилась интенсивность движения, при этом, до значения 3 000 транспортных средств/час. Примерно после 15 минут система вновь ограничила скорость, которая снизилась, и интенсивность вновь повысилась до значения примерно 4 300 транспортных средств/час.

Все вышеприведенное рассуждение показывает, что в том случае, если на автомагистрали не было бы линейного управления, то плотность транспортного потока была бы ограничена тем, что спрос превышал бы пропускную способность дорожной коммуникации. Кроме того, и относительно небольшое снижение скорости проявляется в форме значительного повышения интенсивности движения/трафика и увеличения пропускной способности автомагистрали.

### **Транспортные модели сети наземных коммуникаций (бесплатно?)**

В этой главе описывается метод, разработанный в рамках исследовательского проекта "SATEL" Министерства торговли и промышленности, который позволяет в реальном режиме времени моделировать движение транспорта по главным автодорожным направлениям лит. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Принципиальным преимуществом является то, что метод не требует установки дополнительных транспортных датчиков на дорожной

коммуникации, а используются данные из т.н. "плавающих" транспортных средств, т.е. транспортных средств, оснащенных спутниковой системой для определения позиции GPS со способностью передачи этих данных в реальном режиме времени посредством телекоммуникационной сети GSM.

Существенным является то, что, кроме того, нет необходимости в оснащении системой GPS/GSM специальных "измерительных" транспортных средств, а можно использовать данные транспортных средств многих коммерческих организаций, используемые для т.н. путевого листа.

У линейных сооружений типа автомагистралей обычной практикой является то, что проектанты через определенные промежутки, в большинстве случаев на участках между перекрестками, располагают транспортные детекторы, которые через определенные интервалы времени, в большинстве случаев – пятиминутные, передают объединенные транспортные данные в систему высшего уровня. Спроектированную таким образом систему можно без проблем использовать для целей транспортной статистики, то есть в режиме офлайн, но уже с определенными ограничениями для первичной цели, для которой она создавалась. В результате этого осуществляется управление движением транспорта в реальном режиме времени и автоматическая идентификация транспортных эксцессов. Основным ограничением является именно значительное расстояние между детекторами. Например, в Голландии эту проблему решают таким образом, что располагают детекторы на загруженных дорожных коммуникациях вблизи городов, на расстоянии, не превышающем 500 м. У нас в Чехии мы не можем и, скорее всего, не хотим достигнуть этого. Причиной, кроме инвестиционных затрат на приобретение детекторов, измеряющих, как минимум, интенсивность и скорость движения транспорта, являются и последующие эксплуатационные затраты. Интрузивные детекторы типа индукционных петель прерывают сигнал в результате воздействия транспортных средств, а неинтрузивные детекторы, такие как, например, видеодетекторы, должны время от времени юстироваться и очищаться.

#### **"Плавающее" транспортное средство**

"Плавающее" транспортное средство в современных Интеллектуальных транспортных системах является важным и, до определенной степени, незаменимым элементом. Еще несколько лет назад использование "плавающего" транспортного средства было привилегией инженеров по транспорту, которые измеряющим транспортным средством проводили мониторинг его движения в транспортном потоке. Принцип измерений заключался в принципе непрерывной регистрации времени, скорости движения и трассы транспортного средства. Эта запись сохранялась на записывающем носителе в транспортном средстве для последующей обработки.

В настоящее время транспортные средства среднего ценового класса уже почти всегда оснащаются спутниковой системой для определения своей позиции. Спутниковый приемник GPS, цифровая карта и алгоритмы для исключения неточностей GPS (Map Matching Algorithm) позволяют проводить надежную навигацию. Кроме этого, существует большой парк транспортных средств, которые не только проводят мониторинг своей позиции, но и отправляют информацию о позиции в центр, главным образом, посредством GPRS передачи данных. Речь идет, в большинстве случаев, о корпоративных транспортных средствах, и мониторинг транспортных средств в режиме онлайн предназначен, например, для контроля и оптимизации их трасс. Первоначальные рассуждения о возможно малом количестве этих транспортных средств в обычном дорожном движении (*т.е. предположения о нерепрезентативности данных*), оказались неправильными, см. следующую главу.

Стандартный модуль GPS способен измерять позицию координат на Земле (географическую широту и долготу) со средней погрешностью 10 – 30 метров. Кроме того, он измеряет скорость движения, направление движения (азимут) и точное время измерений. Измерения можно проводить на частоте, обычно, около 1 Гц (один раз в секунду), однако на рынке уже доступно оборудование, работающее на частоте 4 Гц.

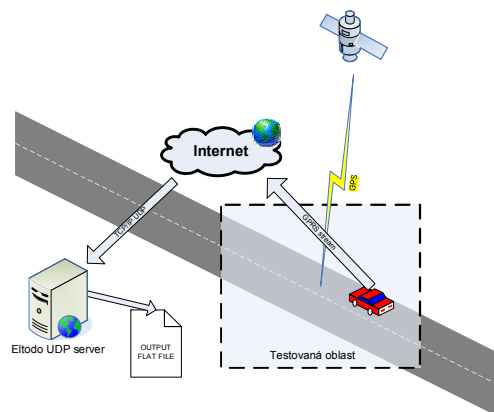


Рисунок 6 – Принцип "плавающих" транспортных средств (FC) для регистрации своей позиции (источник: проект GALILEO, Eltodo EG) (Надписи на рисунке: Eltodo UDP server - сервер Eltodo UDP server; Testovaná oblast - Тестируемая область)

### Транспортная модель автомагистрали D1

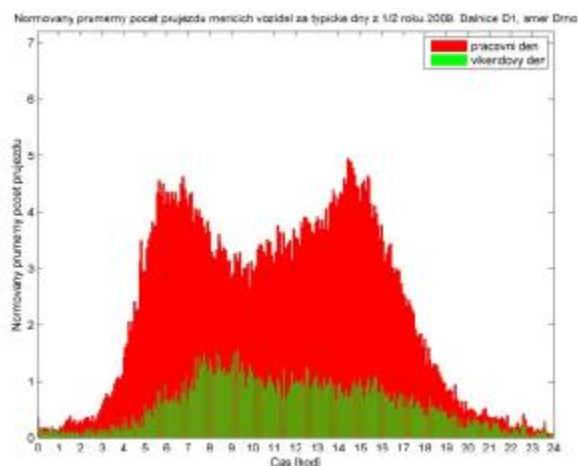
В последующем тексте описана только лишь небольшая часть из целого ряда возможностей, которые предоставляют "плавающие" транспортные средства (FC). Эксперименты проводились, как на транспортно сложной Южной соединительной дороге в Праге, так и на автомагистрали D1. Как будет видно, мониторинг транспортного потока в дневные часы на автомагистрали D1 является полностью надежным, и показывает любые отклонения.

Исполнители имели в наличии данные из "плавающих" транспортных средств, которые находятся под управлением только транспортной компании АО «Secar Bohemia». Кроме этой компании, "плавающими" транспортными средствами владеет и эксплуатирует целый ряд других компаний (Telefonica, Eltodo EG и т.д.). Среднее количество транспортных средств, которые проехали в течение отдельных пятиминутных интервалов, видно на графике, на Рисунок 7. Из графиков можно вычислить, что в рабочие дни количество "плавающих" транспортных средств приблизительно соответствует вариациям движения транспорта, а в утренние и послеобеденные часы-пик их количество идентифицируется на уровне 4–5% "плавающих" транспортных средств в пятиминутных интервалах. Это означает, что примерно, каждое двадцатое транспортное средство функционирует, как "плавающее" транспортное средство!!! Из графика вытекает, что таким способом можно моделировать движение транспорта, примерно, от 04:00 часов до 18:00 часов в рабочие дни. В ночные часы и во время выходных дней количество "плавающих" транспортных средств существенно меньше (данные от мая 2009 г.).

Практическое использование этих данных и транспортная модель для участка автомагистрали по направлению от Мирошовиц к Праге, между 35-м км (Съезд Остршедек) и 4-м км (Съезд Ходов) на Рис дается с той оговоркой, что у Мирошовиц во время измерений была закрыта одна полоса движения. Речь идет о трехмерной 3D диаграмме, показывающей позиции транспортных средств на диаграмме трасса-время таким образом, что по оси  $z$  цветом обозначена скорость.

Транспортные средства, приезжающие со стороны города Брно, примерно до пяти часов утра, не имеют никаких существенных проблем, и только лишь в месте закрытия полосы едут со скоростью около 70 км/час. Начиная с этого часа, и до десяти часов утра образуется колонна, которая, начиная с восьми часов утра, достигает тридцатого километра трассы, и длина которой составляет около 7 км. После десяти часов утра колонна очень быстро рассасывается, и транспортные средства проезжают только лишь с небольшим ограничением скорости, установленным дорожными знаками. Кроме уже проанализированной ситуации у Мирошовиц, можно отследить, что после девяти часов утра

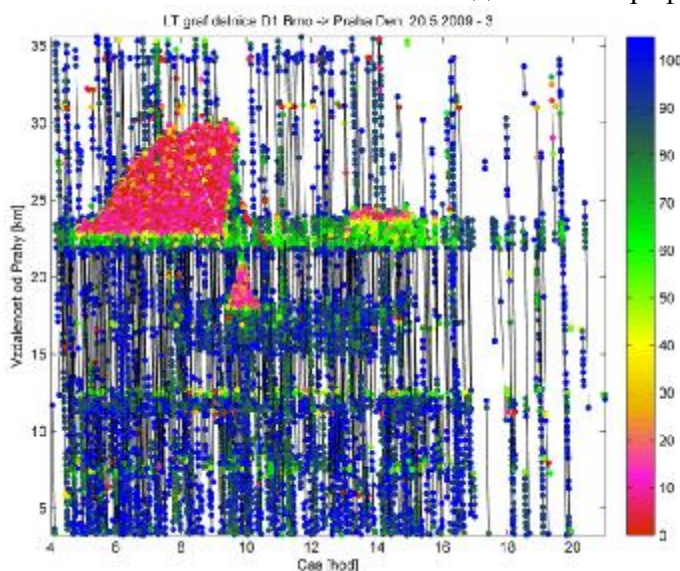
снизилась скорость около семнадцатого километра трассы, перед съездом на Странчице, и там возникла, примерно, километровая колонна, которая через двадцать минут рассосалась.



**Рисунок 7 – Среднее количество проезжающих "плавающих" транспортных средств на автомагистрали D1 за 5 минут**

*(Надписи на рисунке: Normovaný průměrný počet přijezdu měřících vozidel za typické dny z 1/2 roku 2009. Dálnice D1, směr Brno - Нормированное среднее количество проездов измеряющих транспортных средств в типичные дни первой половины 2009 года. Автомагистраль D1, по направлению в г. Брно.; Normovaný průměrný počet přijezdu - Нормированное среднее количество проездов; pracovní den - рабочий день; víkendový den - выходной день; Cas [hod] - Время [час])*

Низкие скорости, которые на графике не изменяют своего положения (горизонтальный разрез на графике), показывают положение въезда на автомагистраль и съезда с нее. Например, на двенадцатом километре трассы расположен перекресток у Модлетиц, и из графика очевидно, что скорость в области перекрестка регулярно снижалась ниже 60 км/час, что означает, что здесь, в течение почти всего дня, движение транспорта было нестабильным, характеризовалось шокowymi волнами, которые являются существенным потенциальным источником дорожно-транспортных происшествий. Это явление, очевидно, вытекает из высокой интенсивности движения/трафика перед Прагой.



**Рисунок 8 – Диаграмма трасса-время с обозначением скоростей от 35 до 5 км/час для участка трассы от Мирошовиц по направлению к Праге**

*(Надписи на рисунке: LT graf dálnice D1 Brno -> Praha. Den: 20.5.2009 – 3 - Диаграмма трасса-время (LT), автомагистраль D1 Брно -> Прага. Дата: 20.05.2009 – 3; Vzdálenost od Prahy [km] - Расстояние от Праги [км])*

## Заключение

В статье, в очень концентрированном виде, говорится о том, что европейские страны отдают себе отчет в том, что необходимо постоянно все в большей степени использовать "интеллектуальные" решения, потому что простое экстенсивное расширение транспортной сети не может вести к постоянному улучшению мобильности населения. Такие решения являются относительно недорогими и быстро реализуемыми, а польза от них, например, в виде увеличения пропускной способности дорожной коммуникации, обычно составляет от 10 до 20 %. То есть это решение не будет таким, как если бы была построена новая дорожная коммуникация, но оно поможет везде там, где пропускная способность дорожной коммуникации приближается к предельному значению.

Первая реализация линейного управления на Автомобильной кольцевой/объездной дороге вокруг Праги показала, что предположения, вложенные в инвестицию, подтверждаются, и что система регулирует движение транспорта таким образом, что увеличивается пропускная способность. От Министерства транспорта зависит, чтобы оно дало заключение по использованию коммерческих транспортных средств в качестве сети мобильных датчиков. В том случае, если оно узаконит эту систему, то мы сразу же получим в распоряжение транспортную модель всей республики, функционирующую в реальном режиме времени.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. "COM(2008)886, Communication from the Commission: Action Plan for the Deployment of Intelligent Transport Systems in Europe"
2. "Директива Европейского парламента и Совета Европы 2010/40/EU о рамках для введения ИТС в области дорожного транспорта и для взаимодействия с другими видами транспорта", Официальный вестник ЕС
3. "European commision: 2010-2013 standardization work programme", in CEN document N2284, 18.03.2010
4. "Линейное управление движением транспорта и идентификация эксцессов – Методика", проект "Наука и исследования" (VaV) CG944-033-120 INEP, Eltodo EG, VZ314/2010, 2010, стр. 59
5. Й. Восыка (Wosyka J.): "Использование плавающих транспортных средств для управления движением транспорта – Гибридная система для оценки времени движения по линейной дорожной коммуникации", проект "Наука и исследования" (VaV) Satel, Eltodo EG, VZ 280/2009, стр. 39

### **Павел Пржибил (prof. Ing. Pavel Přebyl, CSc.)**

Транспортный факультет Чешского высшего технического училища (ČVUT), Институт Транспортные системы, г. Прага

Доктор технических наук, профессор, инженер

### **Ондřej Пржибил (doc, Ing. PhD, Ondřej Přebyl)**

Транспортный факультет Чешского высшего технического училища (ČVUT), Институт прикладной математики, г. Прага

Доктор философии, доктор, инженер

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦТЕХНИКИ И ПСИХОФИЗИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПЕРАТОРА

*Установлено, что широкое применение в современном мире получила строительная техника, повсеместное использование которой отмечается практически в любой сфере производства. Рассмотрено эффективное и безопасное применение строительной техники в конечном итоге зависит от того, насколько полно согласованы её конструктивные параметры с оптимальными условиями работы человека. Поэтому изучение работы машин и деятельности операторов в едином комплексе "человек-машина" является актуальным. Выявлено, что с научной точки зрения это взаимодействие изучает инженерная психология, т.е процессы трудовой деятельности человека и различных технических средств.*

**Ключевые слова:** *техническая система, психология, безопасность, природа, человек, машина, управление, взаимодействие.*

E.A. VOLKOV, T.V. KOCHKINA

## ESTIMATION OF EFFICIENCY OF CONTROL SYSTEMS BY SPECIAL EQUIPMENT AND OPERATOR'S PSYCHOPHYSICAL CAPABILITIES

*Found that a wide application in the modern world had construction equipment, which noted the widespread use in virtually any area of production. Considered effective and safe use of construction equipment ultimately depends on how well it matched the design parameters with the optimum conditions of the person. Therefore, the study of machines and activities of operators in a single complex "man-machine" is relevant. Revealed that from a scientific point of view, this interaction is studying engineering psychology, ie the processes of employment rights and a variety of technical means.*

**Keywords:** *technical system, psychology, safety, nature, people, car, control, interaction .*

Люди активно внедряются во все сферы отношений с природой, увеличивая свои возможности с помощью науки, техники и технологии.

Адаптационный процесс системогенеза начинается под воздействием внешних факторов, направлен в будущее, т.е. возможные структурные изменения предопределены имеющейся моделью ситуации, и заканчивается оценкой результата действия. Если результат не достигнут, то цикл повторяется с новыми исходными данными и скорректированной моделью.

Из иерархичности организации следует, что на каждом ярусе на основе сенсорной информации строится своя модель ситуации с соответствующим механизмом целеполагания и способами действий. Транспортные, производственные и социальные системы представляют собой широкий спектр систем, основной составляющей которых является изучение системы «человек – машина», их взаимовлияние и взаимоотношения, это необходимо для повышения эффективности и надёжности в работе, а так же улучшения человеческого состояния, этим и занимается наука инженерная психология.

Глобальная цель живого – сохранить себя, т.е. свою уникальную структуру. В этом контексте жизнь – процесс сохранения себя в среде обитания. Сохранение достигается за счет установления динамического равновесия с внешней средой. Легко видеть две различные жизненные стратегии, соответствующие принципиально различным ситуациям. При благоприятных условиях существования самосохранение означает сохранение существующей своей уникальной структуры в неизменном виде. В этом случае говорят о жизнеспособности организма.



В экстремальных ситуациях самосохранение обеспечивается за счет изменения своих свойств, т.е. создания дополнительных свойств, необходимых в данной ситуации. Способность организма адаптироваться к изменяющимся внешним воздействиям имеет смысл жизнестойкости. Очевидно, что как жизнеспособность, так и жизнестойкость могут быть параметрами как внутренних, так и внешних механизмов адаптации. Внутренние - это механизмы регулирования собственной структуры и биохимического состава, а внешние - манипулирование объектами среды обитания для ее изменения в нужном направлении.

В век высоких технологий жизнь без техники невозможна. Ежедневно мы в своей обыденной жизни сталкиваемся с техникой, сейчас невозможно представить жизнь без строительных и дорожных машин. Строительная и дорожная техника выручает нас повсеместно, без них невозможно развитие как мегаполиса, так и небольших поселений. В настоящий момент благодаря усовершенствованию и автоматизации строительной и дорожной техники, работа оператора становится удобной и комфортной.(1)

В технической системе орган управления меняет параметры силовой установки, действующей за счет соответствующего источника энергии и приводящей в действие рабочий орган. Смысл системы в воздействии рабочим органом на объект с целью изменения его свойств. Воздействие на орган управления осуществляет человек, а по мере развития технического прогресса управляющее воздействие все в большей степени обеспечивается за счет *обратной связи* от объекта и рабочего органа в виде сигналов их состояния. Алгоритм данного процесса можно представить в виде функциональной схемы:

**ВОЗДЕЙСТВИЕ → РЕАКЦИЯ → РЕЗУЛЬТАТ**  
(или подача энергии)      (действие)      (измененный объект)

Разнообразные технические системы, получившие бурное развитие в последнее время, необходимо отметить, функционально направлены на изменение окружающей среды, при этом, человек манипулирует объектами среды обитания в нужном для себя направлении, зачастую не считаясь с теми последствиями, которые вызывает то или иное изменение. Для адаптации среды обитания к потребностям человека создаются технические системы с диапазоном самонастройки на параметры воздействий определяемые создателем механизма – человеком. Изменение системы приводит к изменению ее свойств и образованию другой технической системы, с другой структурой и другими параметрами. Принципиальным отличием живой структуры является направленность в будущее. Организм изменяется, чтобы жить дальше, прогнозируя возможное изменение ситуации, насколько позволяет развитость его алгоритма адаптации.

Выделение системы «человек – машина» помогает распределению обязанностей между человеком и машиной и пытается понять, каким образом улучшить условия для оператора.

Система «человек – машина» делится на два главных признака. При первом признаке человек следит за состоянием техники, на которой он работает, через автоматизированные системы. При второй человек воспринимает информацию об объекте управления и влияние окружающей среды на технику через органы управления. Конечно, благодаря автоматизации строительной и дорожной техники работа оператора упрощена.

Сейчас большое внимание уделяется удобству оператора при работе. Благодаря исследованиям инженерной психологии разрабатываются рекомендации, относящиеся к оформлению средств отображения, органов управления, рабочего места оператора и др.(2) Принимается решение по обучению и тренировкам оператора. Знание инженерной психологии позволяет находить новые подходы к решению технических задач.

Большинство ошибок при управлении техникой человек допускает по чисто психологическим причинам: он что-то не заметил, не учел, отвлекся, опоздал, поторопился, а

то и преднамеренно нарушил хорошо известное ему правило ради каких-то текущих выгод. Поэтому изучение происхождения и проявления подобных ошибок и поиск путей их предупреждения становится актуальнейшей проблемой современности не только в нашей стране, но и во всем мире. Истоки ошибок человека, управляющего сложной техникой можно обнаружить уже в некоторых диалектических противоречиях, существующих между звеньями системы «человек – машина». Управляя работой техники, человек тем самым снимает некоторую неопределенность в ее функционировании, т.е. вносит в систему управления ею свою информацию. И чем более сложную задачу приходится ему решать, тем большую неопределенность приходится снимать. Для этого он должен располагать достаточным объемом исходных данных, но эти данные не всегда явно выражены. Ведь на работу системы влияет множество факторов, находящихся в сложной взаимосвязи, и человеку просто не под силу все это учитывать при выборе управляющих решений. К тому же при этом ему приходится принимать во внимание и собственные возможности по их практической реализации. Но знания человека о своих возможностях весьма приблизительные. Для успешной совместной работы человека и техники каждый из компонентов нуждается в условиях, которые противоречат друг другу.

От техники требуется, чтобы она сохраняла заданное стабильное состояние при изменчивой окружающей среде. Человеку, управляющему этой техникой, для поддержания требуемого ее состояния нужно, наоборот, разнообразие – свобода выбора, широкий спектр средств и возможностей воздействия на технику. Поэтому при создании человеко – машинных систем в них приходится закладывать и то, что требуется для человека, и то что способствует стабильной работе техники. Ошибки человека могут порождаться самыми разнообразными причинами: недостатками его индивидуальных качеств, нарушениями текущего состояния, эргономическим несовершенством техники, плохой организацией труда и т.д.

Человек-оператор может действовать в системе, где осуществляется автоматизированное и автоматическое управление техникой. В автоматизированной системе человек выступает как центральное звено, через которое постоянно проходит вся управляющая информация. Таковым является оператор самоходных машин, который через индикаторные приборы и визуально воспринимает данные о состоянии и работе управляемой системы и при необходимости устраняет в ней отклонения от заданной программы функционирования.

Ещё отрицательное влияние техники на физико-психологические характеристики человека это то, что оператор во время работы вынужден отвлекаться на посторонние шумы, даже звук двигателя к концу рабочего дня начинает вызывать раздражение.

В качестве примера можно представить работу экскаватора по выемке грунта и загрузки его в самосвал, во время работы оператора экскаватора ему приходится очень часто поворачиваться, менять поле обзора, в целом за смену совершать вместе с экскаватором возвратно поступательные движения. Существуют ещё многие отвлекающие факторы во время работы.(1)

Рассмотренные проблемы с научной точки зрения изучает инженерная психология, т.е. процессы трудовой деятельности любого человека, где ему приходится выполнять технологические процессы в различной сфере производства взаимодействуя с различными техническими средствами. Данные взаимодействия требуют от человека определенных навыков, которые в общем случае можно характеризовать через понятие инженерной психологии.(2)

Наибольшее распространение в инженерной психологии получил метод наблюдения за факторами влияющими на человеческое поведение. Наблюдение обычно фиксируется фото и видеосъёмкой рабочего поведения оператора. Так же фиксируются показатели самочувствия человека. При наблюдении возможны разговоры с оператором и представлением ему анкеты. Изучение психологического поведения оператора при

изменении его обычного ритма работы, называется экспериментом. Существуют лабораторные и естественные эксперименты. При лабораторном эксперименте оператору создаются условия приближенные к его рабочему месту и ставятся определённые задачи. Недостатком этого метода является невозможность выявления всех реальных побочных действий. Различают синтетический и аналитический лабораторный эксперимент. (2) При синтетическом эксперименте создается обстановка рабочего места максимально приближенная к реальным условиям работы оператора, а при аналитическом только самые важные факторы.

Вывод. Таким образом рассмотрены проблемы изучения инженерной психологии и трудовой деятельности оператора в различных сферах производства взаимодействия с различной спецтехникой.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Зорин В.А., Севрюгина Н.С., Даугелло В.А. «Требования безопасности к наземным транспортным системам» Учебник 2009. - 187
- 2 Сергеев С.Ф. Инженерная психология и эргономика: Учебное пособие. М.: НИИ школьных технологий, 2008. 176 с.
- 3 Инженерно-психологические требования к системам управления, М., 2003; Вудсон У. Е., Коновер Д. В.,
4. Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов, пер. с англ., М.,
5. Дьяков, И. Ф. Строительные и дорожные машины и основы автоматизации : учебное пособие / И. Ф. Дьяков; /Ульян. гос. техн. ун-т.– Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 516 с.

#### **Волков Евгений Александрович**

Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова) г. Белгород  
Аспирант 1 года обучения; инженер кафедры сервис транспортных и технологических машин (СТиТМ)

#### **Кочкина Татьяна Викторовна**

Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова) г. Белгород  
Студентка 5 курса кафедры сервис транспортных и технологических машин (СТиТМ)  
Тел. 8-904-535-09-25  
E-mail: tat. [Ko4kina2011@yandex.ru](mailto:Ko4kina2011@yandex.ru)

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОСОБОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

*Надёжность цепей поставок играет ключевую роль в поддержании устойчивого функционирования транспортно-логистических систем. В связи с этим в статье предложено решение задачи синтеза эффективных транспортно-логистических систем. Разработана математическая модель, повышающая надёжность выполнения транспортных функций и операций в узлах интегрированной цепи поставок. Приведён пример применения данной модели для интегрированной цепи «поставщик – производитель – потребитель».*

**Ключевые слова:** транспортно-логистическая система, надёжность, математическая модель, узел, резервирование.

V.A. KORCHAGIN, V.A. SUVOROV, E.A. CHEKRYZHEV

## INCREASE RELIABILITY AND OVERALL VEHICLE MAINTENANCE OF SPECIAL ECONOMIC ZONES

*The reliability of logistics chains play key role in support to the sustainable development of transport-logistics system. Thereby, in the article consider the problem of synthesis effective transport-logistics system. Mathematical model, improving the reliability realization of transports function and operation in junction's integrated logistic chain, are developed. The results of application these models to integrated chain "supplier – producer – consumer" are given.*

**Keywords:** transport-logistics system, reliability, mathematical model, junction, reservation.

Произошедшие изменения в экономике России, вхождение ее в мировое экономическое и коммуникационное пространство, а также возникновение глобальных систем транспорта, обусловило создание особых экономических зон (ОЭЗ). Устойчивость функционирования ОЭЗ как социоприродоэкономических систем, их целостность и рыночная адаптивность во многом зависят от состояния обслуживающих их коммуникаций и, прежде всего, транспортного обслуживания. В связи с этим, проблема формирования эффективных транспортно-логистических систем вновь стала актуальной.

В сложной транспортно-логистической системе (ТЛС) «поставщик ресурсов – перевозчик - производитель – перевозчик – потребитель» отмечается низкий уровень взаимодействия и информационной связи между участниками перевозочного процесса, значительная разобщённость интересов сторон, простой грузовых единиц (контейнеров, вагонов, автомобилей). Решение этих задач возможно при применении системного подхода и логистической интеграции участников системы. Интеграция возможна на основе ориентированной на достижение единой цели координации всех видов деятельности и всех процессов, разбросанных во времени и пространстве вдоль единой цепочки спроса (поставок).

Задачей логистики является продвижение материального потока через препятствия с наименьшими затратами времени и общими расходами при доставке груза «от двери к двери». Большинство логистических операторов уделяют основное внимание стоимости доставки и не учитывают требований к надёжности доставки грузов, которые предъявляет заказчик. Возможность быстро и гибко реагировать на любые внешние и внутренние изменения условий поставки является важнейшим свойством ТЛС.

Надёжность ТЛС - это способность оператора гарантировать минимальное количество отказов в интегрированной логистической цепи. Это показатель качества её работы, связанный с вероятностью безотказного функционирования в заданных условиях с учётом

влияния окружающей и внешней сред. Поэтому необходим системный подход к оценке и повышению надёжности интегрированных цепей поставок: установление вероятностных закономерностей функционирования цепи, разработка математической модели оптимизации надёжности всей интегрированной цепи «поставщик ресурсов – транспорт – производитель – транспорт – потребитель».

Первая часть задачи решена с помощью конечных цепей Маркова, позволяющих определить вероятность нахождения материального потока в процессе движения в заданных состояниях [1]. Вторая часть проблемы требует самостоятельного исследования и решения.

Представим интегрированную цепь поставок как систему, состоящую из  $S$  узлов,  $i = 1, \dots, S$ , в которой каждый узел состоит из  $m$  элементов,  $j = 1, \dots, m$ .

Вероятность безотказной работы  $j$ -го элемента в  $i$ -м узле равна  $\omega_{ji}$ . Тогда вероятность отказа  $j$ -го элемента в  $i$ -м узле  $1 - \omega_{ji} = \varepsilon_{ji}$ . Вероятность отказа  $i$ -го узла  $\prod_{j=1}^m \varepsilon_{ji}$ , а вероятность его безотказной работы  $1 - \prod_{j=1}^m \varepsilon_{ji}$ . Каждый узел имеет вес (важность)  $A_i$

в цепи поставок

Обозначим неизвестное количество резервных элементов, выделяемых для  $j$ -го элемента  $i$ -го узла  $x_{ji}$ , а его стоимость  $a_{ji}$ . Величина бюджета задана и равна  $B$ .

Таким образом, необходимо найти матрицу  $X_o = \|x_{ji}^o\|$ , доставляющую максимум функции

$$y(x) = \sum_{i=1}^S A_i \left(1 - \prod_{j=1}^m \varepsilon_{ji}^{x_{ji}}\right) \quad (1)$$

при линейном ограничении на переменные

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^S a_{ji} x_{ji} \leq B \quad (2)$$

и дополнительных условиях:

$$\left. \begin{array}{l} x_{ji} \in \{0, 1, \dots\}, \\ 0 \leq (\varepsilon_{ji} = 1 - \omega_{ji}) \leq 1, \\ A_i \geq 0; a_{ji} > 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} i = 1, \dots, S \ (i \in I_S) \\ j = 1, \dots, m. \end{array} \quad (3)$$

Т.к. целевая функция (1) не убывает, а ограничение (2) линейно, то решение выполняется при знаке «равно» в ограничении (2) с точностью, определяемой дискретностью величины  $a_{ji}$ .

### Алгоритм решения

**Шаг 1.** Вычислить элементы матрицы  $\|v_{ji}\|$  по формуле

$$v_{ji} = (A_i \omega_{ji}) / a_{ji}, \quad i = 1, \dots, S; \quad j = 1, \dots, m. \quad (4)$$

Элемент  $v_{ji}$  по своему смыслу означает прирост целевой функции на единицу затрат.

**Шаг 2.** Последовательно увеличивая бюджет  $B_i \leq B$  и применяя условие

$$(v_{ji} = (A_i \omega_{ji}) / a_{ji}) \geq (v_{ki} = (A_i (1 - \varepsilon_{ki}^{x_{ki}})) / a_{ji}), \quad (5)$$

построить зависимости  $F_i(B_i)$  для  $i = 1, \dots, S$ .

**Шаг 3.** Определить элементы совмещённой матрицы

$$\|V_{ji}^{(m)} / \square B_{ji}^{(m)}\|, \quad i = 1, \dots, S; \quad j = 1, \dots, m. \quad (6)$$

Эта матрица объединяет в себе две матрицы  $\|V_{ji}^{(m)}\|$  и  $\square B_{ji}^{(m)}$ .

**Шаг 4.** Записать начальные значения текущих величин

$$B_i^0 = 0, \quad i = 1, \dots, S; \quad F_0 = 0.$$

**Шаг 5.** На  $t$ -м шаге процесса определить номер  $i_t$  по условию

$$V_{i_t}^{(m)} = \max_{1 \leq i \leq S} V_i^{(m)}. \quad (7)$$

**Шаг 6.** Вычислить текущее значение неизрасходованного ресурса по формуле

$$B^{(t)} = B^{(t-1)} - \square B_{i_t}^{(t)}. \quad (8)$$

**Шаг 7.** Проверить условие

$$B^t \leq 0?$$

да – перейти к шагу 11; нет – перейти к шагу 8 и  $t := t + 1$ .

**Шаг 8.** Вычислить текущие значения компонент вектора  $\overline{B}^{(t)}$

$$B_i^{(t)} = \begin{cases} B_i^{(t-1)}, & \text{если } i \neq i_t, \\ B_i^{(t-1)} + \square B_{i_t}^{(m)}, & \text{если } i = i_t. \end{cases} \quad (9)$$

**Шаг 9.** Вычислить текущее значение целевой функции по формуле

$$F_t = F_{t-1} + \square F_{i_t}^{(t)}. \quad (10)$$

где  $\square F_{i_t}^{(t)}$  - приращение целевой функции на  $t$ -м шаге.

**Шаг 10.** Вычеркнуть элемент матрицы  $V_{i_t}^{(m)}$ . Перейти к шагу 5.

**Шаг 11.** Записать решение

$$\overline{B}_0 = \{x_i^d\}_S; \quad F(\overline{B}_0) = F_d.$$

В качестве примера рассмотрим интегрированную цепь поставок предприятия ООО «ЧСЗ-Липецк» - лидера по производству стеклотыток в России. Для расчёта выделим логистическую цепь, ориентированную вдоль материального потока (МП), включающую в себя поставщика сырья, производителя и потребителя продукции.

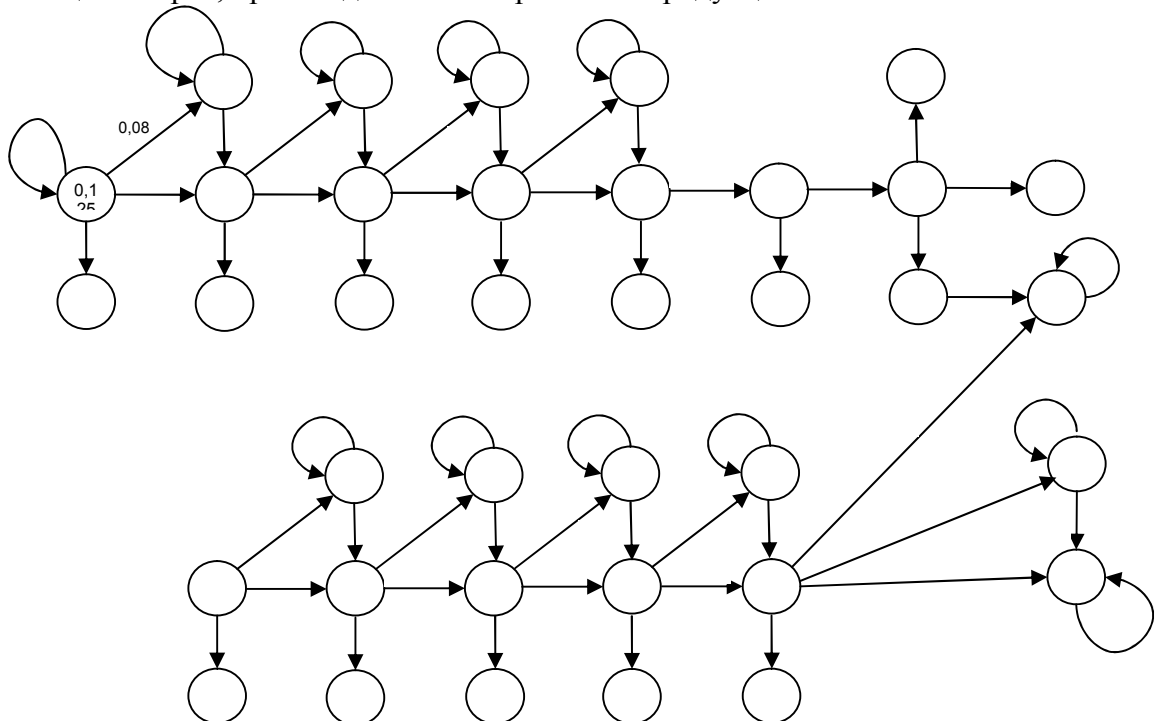


Рисунок 1 – Граф состояний интегрированной цепи поставок ООО «ЧСЗ-Липецк»

На рис. 1. представлен граф состояний, который проходит МП в процессе своего движения по рассматриваемой цепи. В данной цепи состояния 1 – 3 являются

поглощающими, 4 – 25 - невозвратными. Состояние 1 – «отказ цепи», состояние 2 – «продукция в потреблении», состояние 3 – «бой стекла».

Состояние отказа может быть обусловлено отказом элементов, которые производят физическое перемещение МП по цепи (например, поломка погрузчика на участке погрузки/разгрузки, поломка автотранспортного средства в процессе транспортировки и т.д.).

В данном примере нас будет интересовать вероятность попадания МП в процесс потребления (т.е. вероятность попадания в поглощающее состояние № 2).

На основе статистической обработки данных, предоставленных логистической службой ООО «ЧСЗ-Липецк», были определены вероятности перехода  $P_{ij}$  и составлена матрица переходных вероятностей в виде

$$P = \begin{pmatrix} I_m & O \\ P_{nn} & P_{nn} \end{pmatrix}, \quad (11)$$

где  $I_m$  - единичная матрица порядка  $3 \times 3$ ;  $O$  - матрица порядка  $3 \times 22$ , состоящая из нулей,  $P_{nn}$  - матрица порядка  $22 \times 3$ , задающая вероятности перехода из невозвратных состояний в поглощающие;  $P_{nn}$  - матрица порядка  $22 \times 22$ , состоящая из вероятностей перехода между невозвратными состояниями.

Для поглощающих цепей Маркова, задаваемых матрицей переходных вероятностей вида (11), справедливы следующие утверждения [3, 4]:

- значения  $\alpha_{ij}$  определяются как  $(i, j)$ -е элементы матрицы

$$A = (I_{N-m} - P_{nn})^{-1}, \quad (12)$$

где  $I_{N-m}$  - единичная матрица порядка  $(N-m) \times (N-m)$ , а  $P_{nn}$  - матрица вероятностей перехода между невозвратными состояниями порядка  $(N-m) \times (N-m)$  (см. (1));

- значения  $\alpha_i$  определяются, как компоненты вектора

$$\alpha = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_{N-m} \end{pmatrix} = A \cdot 1, \quad (13)$$

где  $1$  – вектор-столбец порядка  $(N-m) \times 1$  с компонентами равными единице, а  $A$  - матрица, определённая соотношением (2);

- значения вероятностей  $\gamma_{ij}$  определяются как  $(i, j)$ -е элементы матрицы

$$\Gamma = A \cdot P_{nn}, \quad (14)$$

где  $A$  - матрица, определённая соотношением (2), а  $P_{nn}$  - матрица порядка  $(N-m) \times m$ , задающая вероятности перехода из невозвратных состояний в поглощающие (см.(1)).

Результаты вычислений по формулам (12) – (14) представлены в табл. 1.

Анализируя полученные результаты, можно сказать, что интегрированная цепь поставок недостаточно надёжна (вероятности отказа в узлах цепи достаточно велики), что в свою очередь негативно скажется на конкурентоспособности предприятия. Поэтому предприятию необходимо улучшить работу элементов, отвечающих за физическое перемещение МП по цепи.

Для повышения надёжности ТЛС зарезервируем элементы, входящие в узлы ТЛС и обеспечивающие физическое перемещение материального потока. Узел – это функционально обособленное звено логистической цепи, выполняющее определённый вид логистической

активности [2]. Узлами считаются склады участников цепи поставок (поставщика сырья, готовой продукции производителя, потребителя продукции). В табл.2 представлен набор элементов для резервирования, их стоимость  $a_{ji}$ , вероятности отказов  $\varepsilon_{ji}$  и безотказной работы  $w_{ji}$  элементов (взяты из статистических наблюдений).

Таблица 1 – Вероятности перехода материального потока по цепи поставок

№	Наименование состояния	Отказ цепи	Продукция в потреблении	Бой стекла
4	Готовая продукция в ожидании разгрузки	0	1	0
5	Разгрузка у потребителя	0,12	0,85	0,03
6	Готовая продукция в ожидании транспортировки	0,12	0,85	0,03
7	Транспортировка готовой продукции	0,1728	0,799	0,0282
8	Готовая продукция в ожидании погрузки	0,1728	0,799	0,0282
9	Погрузка готовой продукции у производителя	0,263792	0,71111	0,025098
10	Готовая продукция в ожидании транспортировки на склад готовой продукции	0,263792	0,71111	0,025098
11	Стеклобутылка на складе готовой продукции	0,337413	0,639999	0,022588
12	Продукция в ожидании упаковки	0,337413	0,639999	0,022588
13	Упаковка готовой продукции	0,39042	0,588799	0,020781
14	Разливка стекломассы по формам	0,360144	0,482815	0,157041
15	Брак	0	0	1
16	Приготовление стекломассы	0,37934	0,468331	0,152329
17	Приготовление шихты	0,410373	0,444914	0,144713
18	Ожидание приготовления шихты	0,410373	0,444914	0,144713
19	Сырьё в разгрузке у производителя	0,481128	0,391525	0,127347
20	Сырьё в ожидании разгрузки у производителя	0,481128	0,391525	0,127347
21	Транспортировка сырья производителю	0,517449	0,364118	0,118433
22	Сырьё в ожидании транспортировки производителю	0,517449	0,364118	0,118433
23	Сырьё в погрузке у поставщика	0,565704	0,327706	0,10659
24	Сырьё в ожидании погрузки у поставщика	0,565704	0,327706	0,10659
25	Сырьё на складе поставщика	0,584185	0,313761	0,102054

Для резервирования элементов в узлах цепи был выделен бюджет размером 100 д.е. В качестве 1д.е. принимаем 150 тыс. руб. Вектор  $A_i$  показывает важность узла (склада) в цепи поставок.  $A_i = \{35; 40; 25\}$ .

Таблица 2 – Набор элементов

Узел	Элемент	Вер-ть безотказной работы элемента $w_{ji}$	Вер-ть отказа элемента $\varepsilon_{ji}$	Стоимость элемента, д.е $a_{ji}$
Склад поставщика сырья	Экскаватор	0,95	0,05	20
	Погрузчик	0,97	0,03	9
	Погрузчик	0,94	0,06	5
	Автомобиль	0,96	0,04	15
Склад готовой продукции производителя	Погрузчик	0,92	0,08	4
	Погрузчик	0,96	0,04	6
	Бригада комплектовщиков	0,9	0,1	7
	Штабелёр	0,94	0,06	2
Склад готовой продукции потребителя	Работники склада	0,97	0,03	7
	Автомобиль	0,94	0,06	13
	Погрузчик	0,91	0,09	8
	Погрузчик	0,95	0,05	5

Вычислим матрицу  $\|v_{ji}\|$ , элементы которой определяются по формуле (4)



$$V_{ji} = \begin{vmatrix} 0,95 & 0,92 & 0,97 \\ 0,97 & 0,96 & 0,94 \\ 0,94 & 0,9 & 0,91 \\ 0,96 & 0,94 & 0,95 \end{vmatrix}$$

Построим зависимости  $F_i(B_i)$  для узлов цепи. Для этого определим количество резервных элементов на каждом шаге размера бюджета, выделяемого на  $i$ -й узел по формуле

$$x_{ji} = B_i / a_{ji} \quad (15)$$

где  $B_i$  - бюджет, выделенный для резервирования на  $i$ -го узла.

Последовательно увеличивая бюджет  $B_i \leq B$  и применяя условие (5) рассчитываем значения функции  $F_i(B_i)$  для  $i = 1, \dots, S$ .

В табл. 3 приведён пример расчёта функций  $F_i(B_i)$  для узлов интегрированной цепи.

Таблица 3 – Расчёт значений функции  $F_i(B_i)$

k	Поставщик $i = 1$			Производитель $i = 2$			Потребитель $i = 3$		
	$B_1$	$F_1(B_1)$	(j)	$B_2$	$F_2(B_2)$	(j)	$B_3$	$F_3(B_3)$	(j)
1	5	32,9	3	2	37,6	4	5	23,75	4
2	10	33,95	2	4	39,856	4	8	23,75	4
3	15	66,85	2,3	8	76	2,4	13	48	1,4
4	20	66,5	4,3	12	75,856	3,4	15	46,5	3,4
5	30	67,2	1,2	14	77,58	1,4	22	47,25	2,4
6	50	68,863	1,2	16	79,792	2,4	30	48,732	3,4
7	80	67,9	2,3	20	114	3,1,4	50	49,245	2,1

С помощью метода последовательных приращений оптимизируем распределение ресурса по узлам интегрированной цепи. Для этого вычислим элементы совмещённой матрицы (6), где  $\Delta B_{ji}^{(m)}$  - шаг приращения бюджета.

$$\frac{V_{ji}^{(m)}}{\Delta B_{ji}^{(m)}} = \begin{vmatrix} \frac{6,58}{5} & \frac{18,8}{2} & \frac{4,85}{13} \\ \frac{6,58}{10} & \frac{9,036}{6} & \frac{0,185}{17} \\ \frac{0,083}{35} & \frac{8,552}{12} & \frac{0,026}{20} \end{vmatrix}$$

После выполнения шагов алгоритма (с 4 по 10) получаем матрицу  $\|x_{ji}\|$ , которая показывает порядок резервирования элементов в узлах цепи, вектор  $\bar{B}_0 = \{B_i^d\}_S$ , показывающий распределение бюджета по узлам, а также значение целевой функции  $F(\bar{B}_0) = F_d$ .

$$\bar{B}_0 = \{50; 20; 30\} \quad F(\bar{B}_0) = 492,945.$$

Результаты расчётов показали, что на 8-м шаге бюджет израсходовался полностью, поэтому на данном шаге процесс обрывается. В результате резервирования получаем, что для первого узла резервируется 2 экскаватора и 1 погрузчик; для второго узла – 2 бригады комплектовщиков, 1 погрузчик и 1 штабелёр; для третьего узла – 3 погрузчика (стоимостью 8 д.е.) и 1 погрузчик (стоимостью 5 д.е.).

После добавления зарезервированных элементов в ЦП, изменится структура цепи и вероятности перехода из состояния в состояние. Новый вид ЦП показан на рис. 2.

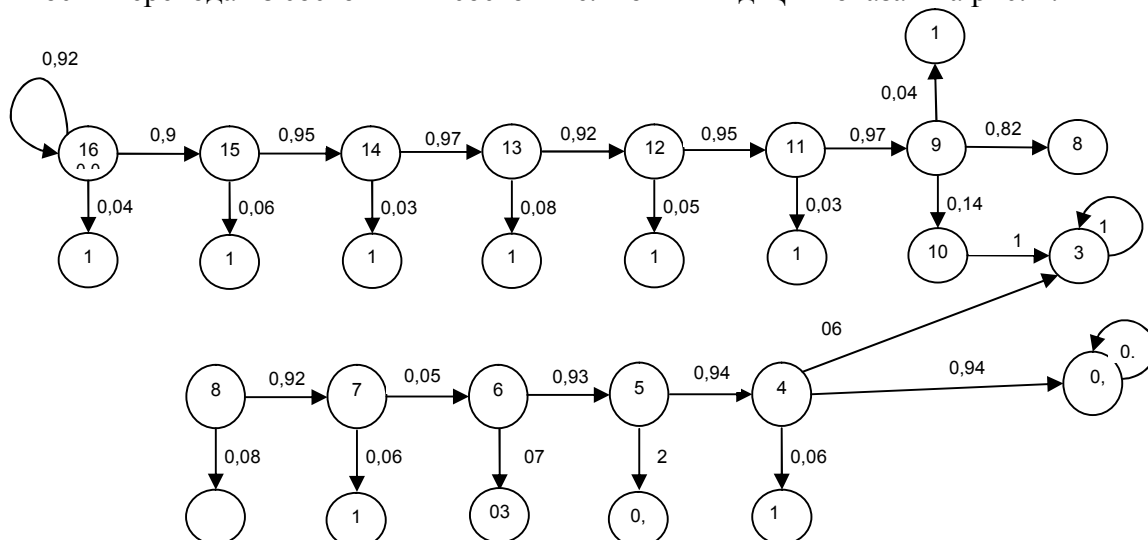


Рисунок 2 – Граф состояний ООО «ЧСЗ-Липецк» после оптимизации

Пересчитываем ЦП с новыми значениями вероятностей перехода из состояния в состояние. В табл. 4 показаны результаты расчётов оптимизированной ЦП.

Таблица 4 – Вероятности перехода МП в оптимизированной ЦП

№	Наименование состояния	Отказ цепи	Продукция в потреблении	Бой стекла
4	Разгрузка у потребителя	0,05	0,92	0,03
5	Транспортировка готовой продукции	0,107	0,8648	0,0282
6	Погрузка готовой продукции у производителя	0,16951	0,804264	0,026226
7	Стеклобутылка на складе готовой продукции	0,219339	0,756008	0,024652
8	Упаковка готовой продукции	0,281792	0,695528	0,02268
9	Разливка стекломассы по формам	0,27107	0,570333	0,158598
10	Брак	0	0	1
11	Приготовление стекломассы	0,292938	0,553223	0,15384
12	Приготовление шихты	0,328291	0,525561	0,146148
13	Сырьё в разгрузке у производителя	0,382027	0,483517	0,134456
14	Транспортировка сырья производителю	0,400567	0,469011	0,130422
15	Сырьё в погрузке у поставщика	0,436533	0,44087	0,122597
16	Сырьё на складе поставщика	0,46051	0,42211	0,11738

Таким образом, применение разработанной модели на практике позволит повысить надёжность выполнения транспортных функций и операций в узлах интегрированной ЦП, что окажет непосредственное влияние на надёжность всей цепи, а также расширит аналитический инструментарий оценки надёжности интегрированных цепей. Модель расширит возможности моделирования ЦП, показывая какой бюджет необходимо заложить в синтез цепи поставок с заданным уровнем надёжности. Также появилась возможность на научной основе быстро адаптировать ТЛС к динамично изменяющимся условиям внешней среды, что является важным условием обеспечения конкурентоспособности предприятия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корчагин В.А., Суворов В.А., Чекрызов Е.А. Моделирование интегрированных цепей поставок с помощью поглощающих цепей Маркова. «Вестник МАДИ». Выпуск 3 (30), с. 49-53.
2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общей и науч. редакцией проф. В.И. Сергеева. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 976 с.

3. Айвазян, С.А. Прикладная статистика. Основы эконометрики [Текст] : учебник: в 2 т. Т. 1. Теория вероятностей и прикладная статистика/ С.А. Айвазян. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 656 с.

4.Кемени, Дж. Конечные цепи Маркова [Текст] / Дж. Кемени, Дж. Снелл ; перевод с англ. С.А. Молчанова, Н.Б. Левиной, Я.А. Когана : под ред. А.А. Юшкевича. – М.: «Наука», 1970. – 272 с.

**Корчагин Виктор Алексеевич**

ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой УАТ

Тел.: +7 (4742) 32-82-07

E-mail: [kaf-uat@stu.lipetsk.ru](mailto:kaf-uat@stu.lipetsk.ru)

**Чекрыжов Евгений Анатольевич**

ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк

Аспирант кафедры «Управления автотранспортом».

Тел.: (4742) 32-82-07

E-mail: [chekryzhov\\_evgeny@mail.ru](mailto:chekryzhov_evgeny@mail.ru)

Л.Б. МИРОТИН, Е.А.ЛЕБЕДЕВ

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛОГИСТИКИ АГРОКОМПЛЕКСА

*Авторами рассмотрены пути повышения качества и эффективности транспортного обслуживания логистики агрокомплекса. Приведены результаты практического внедрения этих разработок при формировании транспортно-логистической системы агрокомплекса на уровне генерации грузопотоков.*

**Ключевые слова:** Грузопоток, оптимизация, транспортировка, эффективность, маршрут, отправка, грузополучатель, разработка

L.B. MIROTIN, E.A. LEBEDEV

## RISING OF LOGISTIC TRANSPORT SERVICE EFFECTIVENESS OF AGROCOMPLEX

*The authors show the ways to rising of quality and effectiveness of logistic transport service of agrocomplex on base of scientific research elaboration. It is given results of practical introduction of elaboration for making up a agrocomplex logistics system on the length of goods traffics generation.*

**Keywords:** goods traffic, optimization, conveyance, effectiveness, rout, sending, consignee, elaboration

Агрокомплекс представляет собой организационно и функционально-технологическую интегрированную систему разнопрофильных сельскохозяйственно ориентированных хозяйствующих субъектов различных форм собственности, дислоцированных на определенном транспортном пространстве и объединенных единой глобальной целью – обеспечение продовольственной безопасности населения страны.

Работа предприятий агрокомплекса связана не только с генерацией грузопотоков различных видов груза, преимущественно скоропортящихся, но и обеспечением своевременного и эффективного транспортного обслуживания их логистики, поскольку агрокомплекс имеет развитую распределительно-торговую сеть большой номенклатуры видов и наименований продукции перерабатывающих предприятий.

Грузопотоки, генерируемые предприятиями агрокомплекса, характеризуются особыми требованиями к операциям перевозочного процесса и условиями их выполнения. Это требует особой транспортной культуры от всех участников перевозочного процесса и использования современных перевозочных технологий, позволяющих эффективно обслуживать грузовладельцев (грузоотправителей и грузополучателей) и снижать транспортные затраты на единицу выпускаемой продукции.

Как показал анализ организации и технологии работы предприятий агрокомплекса, профильная деятельность их нуждается в четком транспортном обеспечении по входящим и выходящим грузопотокам, генерируемым непосредственно или по их инициативе. Поэтому целью проводимого исследования было определение уровня транспортного обслуживания и путей повышения эффективности логистики агрокомплекса и отдельных его предприятий на основе автоматизации процессов транспортно-логистического взаимодействия. В качестве объекта исследования было выбрано предприятие ООО «Югптицепром», входящее в состав агрокомплекса. Профильная деятельность его связана с убоем живой птицы и выдачей готовой продукции для торговых точек.

Для достижения поставленной цели был определен перечень решаемых задач, основными из которых явились:

- исследование транспортно-логистических характеристик генерируемых грузопотоков по ряду факторов: специфика транспортных операций, транспортно-логистическая особенность подготовки груза; коммерческий статус грузовых партий и машинных отправок;

- определение направлений оптимизации работы предприятий в отдельности и агрокомплекса в целом.

Причем, в основу исследования была положена концепция перехода от процессов чисто физической перевозки грузов (транспортировки) к процессам представления транспортно-логистических услуг [1]. Данная концепция позволяет автоперевозчику рассматривать и оценивать не только операции транспортного процесса, но и те, которые предшествуют ему и (или) следуют после его завершения. Оптимизация этих операций может быть более эффективна для отдельного предприятия и агрокомплекса в целом и началом возможности формирования транспортно-логистической системы, позволяющей снижать долю транспортных затрат благодаря увеличению доли участия автоперевозчика в производственном процессе предприятия в целях повышения эффективности его работы по всем видам логистических активностей [3].

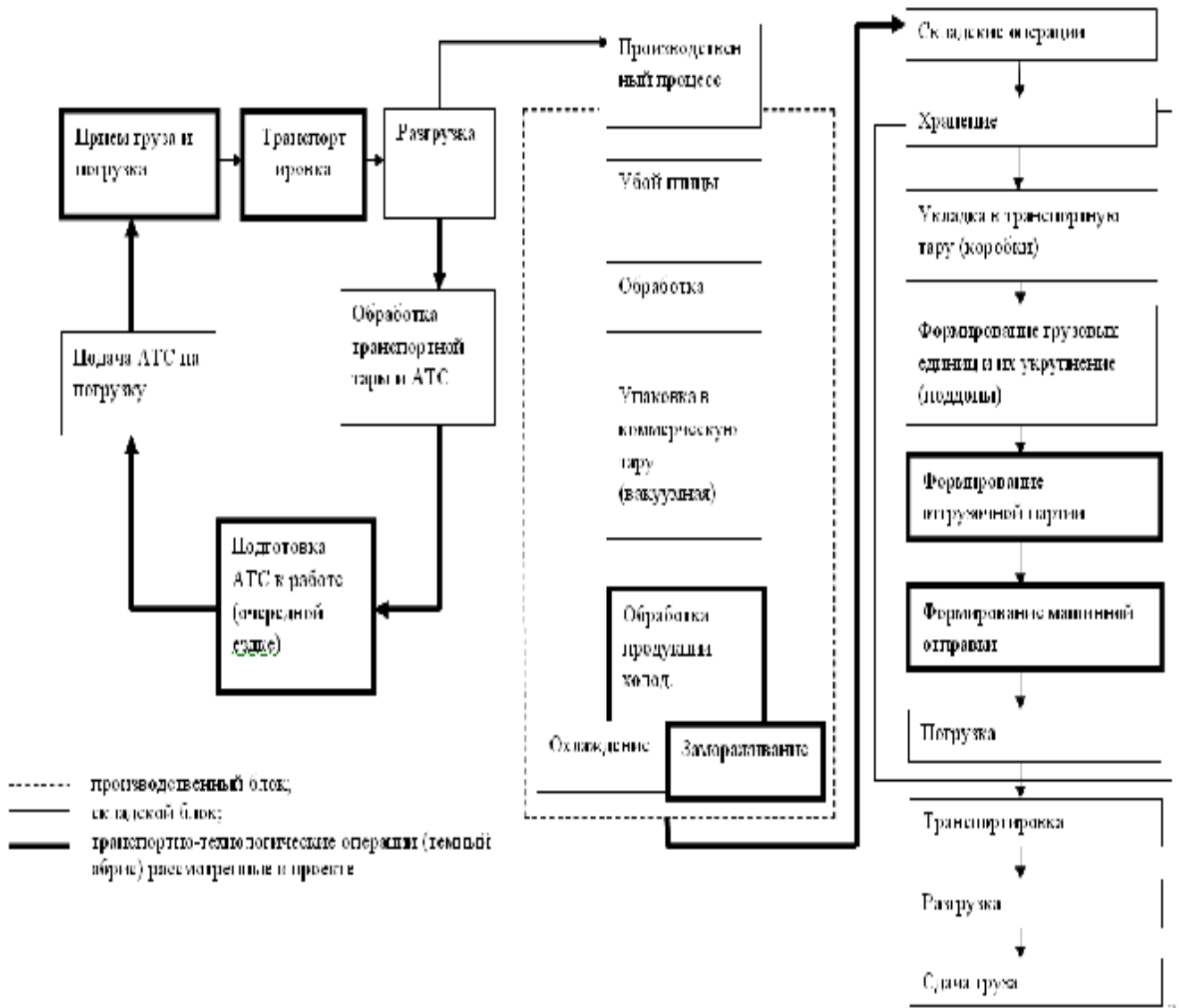


Рисунок 1 – Блок-схема транспортно-технологических операций логистики профильной деятельности ООО «Югптицепром»

Учитывая состояние и развитие термина «логистика» [2], при исследовании она рассматривалась с позиций бизнеса как инструментарий интегрированного управления потоками, способствующий достижению корпоративных целей с оптимальными затратами ресурсов. Для проведения исследования была составлена дескриптивная блок-схема транспортно-технологических операций логистики предприятия ООО «Югптицепром», которая приведена на рисунке 1.

Кроме того, были составлены схемы транспортного обслуживания входящих и выходящих грузопотоков предприятия и организации технологического цикла работы автомобилей с учетом продолжительности обеспечения грузоотправителями готовности грузовых партий живой птицы (30-35 суток).

Структуризация и анализ полученной информации позволили определить направления повышения эффективности транспортного обслуживания логистики предприятия ООО «Югптицепром» и агрокомплекса в целом:

- изменить технологию погрузки живой птицы, сократив продолжительность этой операции и затраты на ее выполнение;
- заменить полуприцепы автомобилей, обслуживающих входящие грузопотоки, на более технологичные: большей вместимости и с наличием климат-контроля;
- изменить маршрутную схему и технологический цикл работы автомобилей на входящих грузопотоках, что позволило снизить количество автомобилей, обслуживающих входящие грузопотоки, на 20 %;
- увеличить предельный срок (продолжительность) доставки груза ( $T_{ппг}$ ) и дальность ездки с грузом за счет изменения технологии упаковки готовой продукции.

Полученный материал о работе предприятия и агрокомплекса в целом, коммерческая деятельность которых нуждается в транспортном обслуживании, позволил отметить следующее:

1. Концепция перехода от процессов чисто физического перемещения (транспортировки) груза к процессам представления транспортно-логистических услуг – является единственно перспективной и конкурентоспособной на рынке автоуслуг.

2. «Взгляд автоперевозчика» на процессы предшествующие транспортировке и последующие за ней позволяет полнее оценить содержательность логистических активностей, структурировать их в единую транспортно-технологическую цепь. Это крайне необходимо для создания основ формирования транспортно-логистической системы определенного уровня.

3. Границы транспортного пространства, охваченного готовой продукцией предприятий агрокомплекса и качество ее транспортировки, во многом зависят от эффективности технологии выполнения операций логистических активностей предшествующих транспортному процессу (транспортировке) груза.

4. Необходимо комплексно рассматривать работу каждого предприятия и агрокомплекса в целом, как единую транспортно-технологическую логистическую систему функционирования, что позволяет снизить транспортные затраты на единицу готовой продукции на основе оптимизации транспортно-логистических процессов.

Практическая реализация выработанных мероприятий позволила, только по вышеуказанному предприятию агрокомплекса, получить экономический эффект более 2,5 млн. руб. в год.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миротин Л.Б. Логистические подходы в решении транспортного обеспечения в период кризиса / Материалы Международной научно-практической конференции. – в 2 ч. Ч. 1 / Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2009. – С. 60-61.
2. Дыбская В.В. Логистика: учебник / В.В.Дыбская, Е.И.Зайцев, В.И.Сергеев, А.Н.Стерлигов; под ред. В.И.Сергеева. – М.: Эксмо, 2008. – 944 с.
3. Лебедев Е.А. Транспортное обеспечение логистики региона / ВИНТИ РАН, «Транспорт: наука, техника, управление». – 2012. – № 1. – С. 50-52.
4. Л.Б. Миротин, В.А. Тимофеев, Е.А.Лебедев. Повышение эффективности коммерческой деятельности птицекомплекса на основе оптимизации транспортно-логистических процессов (на примере ООО «Югптицепром» Краснодарский край) // Вестник транспорта. – 2013. - № 3. – С. 19-26.
5. Лебедев Е. А. Повышение эффективности эксплуатации грузового автомобильного транспорта на основе реструктуризации транспортно-логистических систем / Е. А. Лебедев // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №3(38) 2012, 22-30 с.

### **Миротин Леонид Борисович**

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), г. Москва  
Доктор технических наук, профессор, зав.кафедрой «Менеджмент»  
Тел. +7-499-151-22-27  
E-mail: [mirotin2004@mail.ru](mailto:mirotin2004@mail.ru)

### **Лебедев Евгений Александрович**

Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ), г. Краснодар  
Доктор технических наук, доцент кафедры «Организация перевозок и безопасности движения»  
Тел. +7-918-491-1875

А.Л. СЕВОСТЬЯНОВ

## РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЗЕРНА ЭЛЕВАТОРЫ

*Предлагается новая инфраструктура транспортно-логистического процесса перевозок зерна и зерновых культур. Проанализированы и охарактеризованы зоны производства зерна в России с учетом сложившихся транспортных потоков и технического обеспечения транспортной логистики.*

**Ключевые слова:** транспортная логистика, транспортная инфраструктура, перевозки, элеватор, транспортные потоки.

A.L. SEVOSTIANOV

## DEVELOPMENT OF TRANSPORTATION AND LOGISTICS INFRASTRUCTURE OF GRAIN ELEVATORS

*This article is brought new infrastructure for transportation and logistics transportation process grains and cereals. Analyzed and characterized by zones of grain production in Russia in view of the prevailing traffic.*

**Keywords:** transportation logistics, transportation infrastructure, transportation, elevator, transport streams.

В соответствии с основными положениями «Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», утвержденной указом президента Российской Федерации от 30.01.2010 г. №120 приоритетной становится задача обеспечения населения безопасной сельскохозяйственной продукцией и продовольствием. Это является необходимым условием реализации стратегического национального паритета – повышение качества жизни российских граждан путём гарантирования высоких стандартов жизнеобеспечения.

Российская Федерация имеет наибольшую в мире площадь плодородных почв сельскохозяйственного назначения. Эффективное использование этого уникального аграрного потенциала приведет к увеличению объёмов производства зерна, что позволит с другими крупнейшими мировыми производителями зерна стать гарантом продовольственной безопасности для значительной части человечества.

За последние году существенную долю в стоимости сельскохозяйственных товаров, в том числе и зерна, составляют инфраструктурные и логистические затраты. Высокий уровень этих издержек снижает конкурентоспособность российского зерна и продовольственных товаров, как на международном, так и на внутреннем рынке. В себестоимости зерна доля транспортно-логистических и инфраструктурных затрат составляет от 30% до 70%, что приводит к снижению закупочных цен для сельскохозяйственных производителей, росту цен на продукты питания.

Российская Федерация имеет огромный потенциал для наращивания объёмов производства зерна, включая на экспорт в размере 40-50 млн. тон в год до 2020 г., в связи с этим необходимо уделять приоритетное внимание транспортно-логистической инфраструктуре доставке зерна, как на внутреннем рынке, так и на экспорт. Россия вышла на такой уровень производства, когда даже в сложных условиях может обеспечить сбор 100 млн. тонн в год. Данные табл. 1 говорят о том, что объёмы производства зерна постоянно растут, приводя к росту объёмов перевозок.



Происходящие изменения экономической модели российского рынка зерна, связанное с переориентацией с импортной на экспортную, выявили несоответствие транспортно-логистической инфраструктуры:

- неудовлетворительная пропускная способность инфраструктуры для доставки зерна, 70% зернохранилищ у сельскохозяйственных товаропроизводителей не отвечают требованиям по технологии хранения и внутрипроизводственным перемещениям;
- производительность приемных элеваторов не позволяет в достаточной мере обеспечить оборачиваемость, их недостаточная суммарная мощность в районах интенсивного земледелия и в непосредственной близости к транспортным узлам приводит к увеличению времени и затрат на транспортировку;
- отсутствие должной маршрутизации и диспетчеризации перевозок зерна;
- не развитая транспортная сеть в аграрных регионах, отсутствие необходимых дорог с твёрдым покрытием для обеспечения доставки зерна с полей на зернохранилище;
- низкий уровень технической готовности подвижного состава на всех этапах перевозки зерна;
- суммарные затраты на перемещение зерна в России очень большие.

Таблица 1 –Прогнозные показатели по производству и объёму перевозок зерна

Показатели	Годы							
	2010	2011	2012	2013	2014	2016	2018	2020
Посевная площадь, млн. га	43,6	48,3	48,7	48,7	49,0	49,5	50,0	51,0
Урожайность ц/га	14,0	17,6	18,5	19,5	22,4	23,2	24,0	24,5
Объём перевозок, млн. т.	61,4	85,0	90,0	95,0	110,0	115,0	120,0	125,0
Внутреннее потребление, млн. т.	75,6	77,0	77,5	78,0	78,5	79,5	80,5	82,5
Экспортный потенциал, млн. т.	13,7	10,0	15,0	21,5	30,5	34,5	38,5	41,5

По данным ГАО [1] до 2050 года население планеты возрастёт более чем на 40%. Прогнозы ОЕСД в течение следующих 8 лет объем мирового потребления зерна увеличится на 13 % , что позволяет утверждать об устойчивом спросе на экспорт зерна и соответственно перевозки.

Для обеспечения увеличения производства зерна необходимы условия для развития возможностей по транспортировке, хранению, переработки и сбыту. Существующая на данный момент транспортно-логистическая инфраструктура является ограничивающим фактором, не позволяющим эффективно реализовать внутренний и экспортный потенциал страны и нуждается в интенсивном развитии и модернизации.

По данным Росстата суммарная вместимость мощностей по хранению зерна составляет 118 млн. тонн. Данные табл. 2 свидетельствуют о состоянии мощностей по хранению зерна [3].

В соответствии с растущими потребностями отечественного рынка зерна, целевыми критериями по экспорту и критериями продовольственной безопасности необходима масштабная реструктуризация инфраструктуры и разработка научных основ транспортно-логистического процесса перевозок зерна. В текущей ситуации (табл. 2) дефицит и сравнительно низкая эффективность инфраструктуры и транспортной логистики в сельском хозяйстве ограничивает их нормальное функционирование и развитие. Без существенного наращивания и оптимизации работы всей логистической цепочки на рынке зерна

невозможно обеспечить увеличение целевых показателей производства зерна, включая и на экспорт.

Основной целью развития инфраструктуры рынка зерна является повышение эффективности транспортно-логистического процесса на всех стадиях, включая взаимодействие различных видов транспорта, подготовка и доставка зерна сполей на элеваторы.

Таблица 2 – Обеспеченность мощностями по хранению зерна по основным зерноперерабатывающим территориям Российской Федерации

Регионы	Показатели, тыс. т.		
	Средний валовой сбор в 2008 году	Всего мощности	Дефицит/избыток мощностей
Алтайский край	4279	5023	744
Башкортостан	4316,3	1222	-3094,3
Белгородская область	2587	1909	-678
Волгоградская область	3981,15	4592	610,85
Воронежская область	3351,5	3173	-178,5
Кемеровская область	1461,4	589,6	-871,8
Краснодарский край	9940,3	4902	-5038,3
Красноярский край	1981,5	1103	-878,5
Курганская область	1558,6	2397	838,4
Курская область	2631,65	2051	-580,65
Липецкая область	2353,7	1216	-1137,7
Нижегородская область	1170,3	503	-667,3
Новосибирская область	2518,4	2826	307,6
Омская область	2688,45	2757	68,55
Оренбургская область	3436,35	4123	686,65
Орловская область	1816,05	1035,5	-780,55
Пензенская область	1177,25	819	-358,25
Республика Татарстан	5248,95	2482	-2766,95
Ростовская область	6472,55	5621	-851,55
Рязанская область	1250	983	-267
Самарская область	1614,7	2159,7	545
Саратовская область	3584,7	4388	803,3
Ставропольский край	7716,9	3521	-4195,9
Тамбовская область	2225,4	1724	-501,4
Тульская область	1097,85	1011	-86,85
Тюменская область	1251,25	1030	-221,25
Челябинская область	1785,55	1687	-98,55
Итого	83496,75	64847,80	-18648,95

Развитие инфраструктуры и транспортной логистики не возможно без систематизации рынка зерна в Российской Федерации основе, которой лежат следующие принципы: объемы перевозок зерна; динамика и структура посевных площадей; урожайность; наличие мощностей для хранения; баланс производства и потребления; устойчивые транспортные потоки. В результате систематизации было выявлено 10 зон, представленных в табл.3.

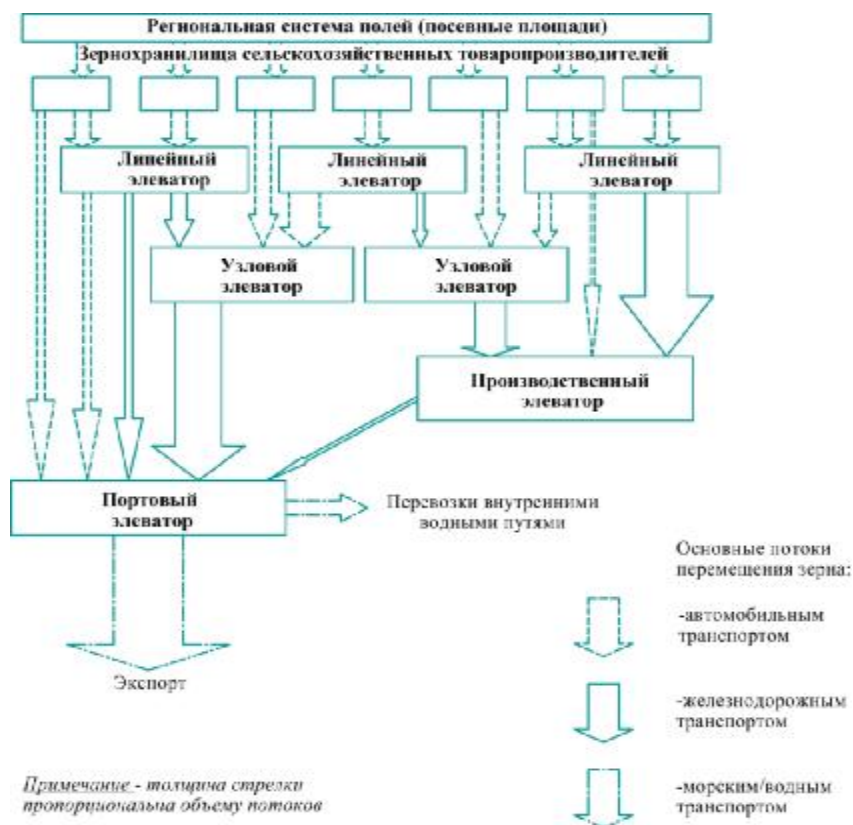
Данные табл. 3 говорят о том, что с учетом потенциала производства и потребления зерна выделены приоритетные способы формирования грузопотоков и выделены локальные районы для размещения грузоформирующих узлов.

По результатам проведенной систематизации была сформирована инновационная система инфраструктуры и транспортно-логистической системы перевозок зерна нового типа – транспортно-элеваторная (складская), представляющая собой иерархическую систему с шестью уровнями и увязывает основные грузопотоки зерна (рис. 1).

Таблица 3 – Характеристика зон по производству зерна

Наименование зоны	Категория зоны	Основные транспортные потоки / рынок сбыта
Северная	Потребитель зерна	Перевозка железнодорожным транспортом из Центрально-Черноземной и других зон производителей
Северо-западная	Ведущий потребитель зерна; зона перевалки	Перевозка железнодорожным и автомобильным транспортом из Центрально-Черноземной и других зон производителей
Центральная	Ведущий потребитель зерна	Перевозка железнодорожным и автомобильным транспортом из Центрально-Черноземной и других зон производителей
Центрально-черноземная	Производитель зерна	Автомобильные перевозки внутри зоны; Перевозка железнодорожным и автомобильным транспортом к основным потребителям, перевозка в южные порты
Южная	Основной производитель зерна в Российской Федерации, зона перевалки зерна	Автомобильные перевозки внутри зоны; Перевозка автомобильным и железнодорожным транспортом в порты
Приволжская	Производитель зерна	Автомобильные перевозки внутри зоны; Перевозка железнодорожным и автомобильным транспортом в Центральную Северо-Западную и Уральскую зоны
Южно-Уральская	Производитель зерна	Автомобильные перевозки внутри зоны
Западно-Сибирская	Производитель зерна	Перевозка железнодорожным транспортом в Центральную, Северо-Западную, Восточно-Сибирскую и Дальневосточную зоны
Восточно-Сибирская	Потребитель зерна	Перевозка железнодорожным транспортом из Западно-Сибирской зоны
Дальневосточная и северные территории	Потребитель зерна	Перевозка железнодорожным транспортом из Западно-Сибирской зоны

Слабым звеном в данной системе является первый уровень – вывоз зерна с полей региона. В настоящее время сельхозтоваропроизводители в своем парке машин имеют «катастрофически» изношенную автомобильную технику как в физическом так в моральном плане [2]. Данная техника неспособна обеспечить бесперебойную работу высокотехнологичных комбайновых бригад, оснащенных современными зерноуборочными комбайнами с пропускной способностью хлебной (зерновой) массы свыше 12 кг/с. Что зачастую приводит к простоям комбайнов, увеличению агротехнологических сроков уборки зерновых культур, что приводит к снижению качества зерна.



**Рисунок 1 – Транспортно-элеваторная инфраструктура перевозок зерна**

Достижение эффективных результатов возможно при формировании транспортно-логистической инфраструктуры нового типа с установившимися потоками с увеличением пропускной способности зерна на экспорт и внутреннее потребление.

Снижение транспортно-логистических издержек возможно будет за счет:

- развития транспортной сети аграрных районов;
- оптимизации перевозок зерна, как на внутреннем, так и на экспортном сообщении;
- технического обеспечения транспортной логистики перевозок зерна на основе выбора рационального подвижного состава.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Целевая программа Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Развитие инфраструктуры и логистического обеспечения агропродовольственного рынка, предусматривающее расширение возможностей по хранению и сбыту сельскохозяйственной продукции, в том числе с использованием потенциала открытого акционерного общества «Объединенная зерновая компания», утверждена приказом Минсельхоза России №434 от 15 декабря 2010 г.

2. Есин, К.С. Транспортное обеспечение агропромышленного комплекса при уборке зерновых культур (на примере орловской области) / К.С. Есин, А.Л. Севостьянов, С.Н. Филин // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №1(40) 2013, 21-27 с.

3. Севостьянов, А.Л. Транспорт в Орловской области 2000, 2005 – 2010 гг. / Т.П. Устинова, С.С. Косинова, М.Ф. Фрейдлина, и др. // Статистический сборник. № 2104. Орел.: Федеральная служба статистики России по Орловской области – 2011 г. 92 с.

**Севостьянов Александр Леонидович**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орёл

Кандидат технических наук, директор Института Транспорта, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7 (4862) 73-43-60

E-mail: [sewostya@gmail.com](mailto:sewostya@gmail.com)

УДК 656.11

А.Е. БОРОВСКОЙ, А.Г. ШЕВЦОВА

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА СБОРА ИНФОРМАЦИИ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

*Для установления методов регулирования движения, применения технических средств, повышающих безопасность движения, при составлении проекта организации движения необходимо знать: интенсивность движения транспорта и пешеходов, скорость движения транспорта на различных участках улиц, распределение транспортных и пешеходных потоков в пространстве и во времени, эти показатели получают в результате обследований уличного движения. Интенсивность движения является основной характеристикой оценки движения транспорта, поэтому необходимым условием является правильный метод ее сбора, который позволит установить точное количество движущегося транспорта. В связи с этим, основной целью данной работы является обзор существующих методов исследования и разработка метода сбора по интенсивности дорожного движения*

**Ключевые слова:** интенсивность движения, выборочный метод, сплошной метод, длительность обследования, время анализа.

A.E. BOROVSKOY, A.G. SHEVTSOVA

## DEVELOPMENT OF METHODS FOR COLLECTING INFORMATION ON INTENSITY ROAD TRAFFIC

*To establish methods of regulation of the movement, the application of technical means, enhancing traffic safety, the development of a draft of the movement need to know: the intensity of the traffic and pedestrian movement, the speed of traffic on the various sections of the streets, the distribution of the transport and pedestrian flows in space and in time, these indicators are derived as a result of surveys of traffic. The intensity of movement is a basic characteristic of the motion estimation of transport, therefore, a necessary condition is the correct methods to the collection, which will allow establish the exact number of moving traffic. In connection with this, the main purpose of this work is a review of existing methods for the study and development of the method of collection on road traffic*

**Keywords:** traffic, sampling method, the continuous method, for the activity of the survey, the analysis time.

Интенсивность движения является основной характеристикой оценки движения транспорта. За единицу измерения при установлении интенсивности движения принимают натуральные величины: пешеход, легковой автомобиль, грузовой автомобиль, автобус, трамвай, троллейбус и двухколесный транспорт.

Интенсивность транспортного потока (интенсивность движения)  $N_a$  - это число транспортных средств, проезжающих через сечение дороги за единицу времени [3]. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени (минуты, секунды) в зависимости от поставленной задачи наблюдения и средств измерения.

Очень важно учитывать возможность того, что изменение интенсивности движения в разные дни могут быть схожими на одном и том же участке улично-дорожной сети (УДС). Постоянный характер изменения интенсивности позволяет использовать это обстоятельство при проектировании и планировании организации движения на регулируемом пересечении.

Часто итоговые размеры интенсивности движения транспорта дают в приведенных единицах, для чего применяют коэффициенты приведения различных видов транспорта к легковому автомобилю.

Данные о размерах движения через перекрестки позволяют правильно установить режим работы светофоров и организовать движение транспорта и пешеходов на перекрестках. В практике организации и регулирования движения чаще всего приходится оперировать величинами интенсивности движения в часы пик, когда необходимо принимать различные меры, обеспечивающие пропуск транспорта и пешеходов при соблюдении необходимых условий безопасности движения.

В зависимости от поставленной задачи обследование проводят сплошным или выборочным методом.

1. При сплошном обследовании регистрируют все транспортные средства или пешеходов, проходящих через определенный участок улицы или узел. Такое обследование может охватить все улицы и проезды города.

2. При выборочном обследовании обследуют отдельные узлы или основные магистрали города. Выборочное обследование может охватить все улицы, но проводится в отдельные периоды времени, например в часы пик, для всех часов суток, но по определенным периодам.

В нормативной литературе нет точного указания того как проводить натурные исследования, под ним всегда подразумевается сплошное наблюдение, которое является очень трудоемким и занимает большое количество времени. Используя выборочное обследование, не указывается его длительность, несмотря на то, что практическое значение выборочного метода обследования  $N_a$  в городах очень велико. Возможность сократить расходы и затраты времени на проведение обследования представляет собой немаловажный довод в пользу применения выборочного обследования. К этому нередко присоединяется отсутствие возможности по тем или иным причинам провести сплошное обследование интенсивности движения транспорта на улицах города.

В математической статистике дается такая формулировка выборочного метода – это метод исследования, позволяющий делать заключение о характеристиках (признаках) генеральной совокупности на основании рассмотрения некоторой ее части (выборки) [4].

Итак, выборочный метод обследования  $N_a$  на улицах городов широко используется, но его строгое теоретическое обоснование остается неполным. Это приводит к тому, что проектировщики и исследователи проводят выборочные обследования  $N_a$  тогда, когда им это удобно. Результаты таких обследований часто не соответствуют действительности. Поэтому существует практическая необходимость в формировании теории выборочного метода обследования  $N_a$ , целью которой являлось бы научное обоснование системы правил, приемов и способов проведения выборочного обследования  $N_a$  на сети городских улиц и дорог.

Основной задачей при использовании выборочного метода: «Какая должна быть продолжительность обследования на участке УДС?».

Решая ее, необходимо изыскать возможность сокращения затрат на выполнение обследовательских работ путем уменьшения продолжительности обследования  $N_a$  на участке УДС. Необходимо получить величину  $N_a$  за некоторый период времени  $T$  (обычно за сутки или за час), измерив величину  $N_a$  за меньший промежуток времени  $t$  ( $t < T$ ). В результате обследования необходимо получить величину часовой интенсивности движения. Тогда применительно к этой задаче, согласно теории выборочного метода, имеем:

— единица наблюдения ( $\tau$  - минутный промежуток времени), эти единицы наблюдения должны исчерпывать всю совокупность, они не должны перекрывать одна другую и их количество должно быть целым числом;

— признак - интенсивность движения транспорта в  $\tau$  - минутный промежуток времени;

— генеральная совокупность - множество всех  $\tau$  - минутных промежутков времени в течение часа, так как единицы наблюдения не перекрывают друг друга, то их количество в генеральной совокупности будет:

$$D = \frac{T}{\tau} = \frac{60}{\tau} \quad (1)$$

— выборка - несколько ( $d$ )  $\tau$  - минутных промежутков времени, взятых из генеральной совокупности и в течение которых проводят обследование  $N_a$  ( $d < D$ ,  $t = d \cdot \tau$ ).

Предположим, что теория выборочного метода дает нам способ отбора выборки из генеральной совокупности. С использованием этого способа проектировщик отбирает  $d$   $\tau$  минутных промежутков времени ( $d < D$ ). В результате проведения обследования  $N_a$  в течение  $\tau$  - минутных промежутков времени, вошедших в выборку, и обработки полученных данных проектировщик получает среднюю величину  $N_a$  за  $\tau$  - минутный период ( $\bar{N}_{(\tau \text{выб})}$ ) и среднее квадратическое отклонение  $\tau$  - минутной  $N_a$  ( $\sigma_{\tau \text{выб}}$ ). Эти данные распространяются на всю генеральную совокупность.

Произведение выборочного среднего ( $\bar{N}_{(\tau \text{выб})}$ ) на количество единиц наблюдения в генеральной совокупности ( $D$ ) даст оценку суммарного значения признака для совокупности по результатам выборочного обследования (в нашем случае – значение  $N_a$  за час на участке УДС по данным выборки):

$$N_{\text{ч}} = \bar{N}_{(\tau \text{выб})} \cdot D \quad (2)$$

Значение  $\sigma_{\tau \text{выб}}$  можно использовать для определения с заданной вероятностью доверительных границ, в которых находится величина  $N_{\text{ч}}$ . Следуя положениям, лежащим в основе классической теории выборочного метода, цель обследования достигнута - определена величина часовой  $N_a$  по данным выборочного обследования. Не решенным остается вопрос длительности проводимого выборочно обследования.

Анализ нормативных источников стран ближнего зарубежья и России, [1,2,5,6] показал, что для проведения выборочных обследований интенсивности движения используется различное время. Нормативное время измерения в некоторых случаях будет меняться в зависимости от предполагаемой интенсивности движения (см. табл. 1). В других, время выборочного наблюдения может определяться по количеству полос движения и в среднем составляет: на основных магистральных улицах и дорогах крупнейших, крупных и больших городов – 3 - 4 мин, средних и малых городов – 5 - 6 минут, на других улицах и дорогах города – 10 – 12 мин.

В зарубежных источниках чаще всего применяются процедуры основаны на 15-минутных пиковых интервалах [7,8]. Несмотря на то, что обычно в качестве периода исследования выбирают 15-минутный интервал, могут использоваться интервалы другой длительности. Интенсивность прибытия транспортных средств к перекрестку может быть получена для более длительного периода. В зарубежном руководстве по проектированию регулируемых пересечений [6], используют три альтернативных подхода к измерению интенсивности движения, основанных на 15-ти минутном анализе.

Таблица 1 – Рекомендуемая длительность выборочного обследования интенсивности движения

Автор рекомендации	Предполагаемая величина интенсивности		
	до 800 авт./час	от 800 авт./час до 1200 авт./час	больше 1200 авт./час
1. Вальц В.К.	30 мин.	12 мин.	6 мин.
	до 500 авт./час	от 500 авт./час до 1000 авт./час	больше 1000 авт./час
2. Ваксман С.А.	30 мин.	12 мин.	6 мин.
	Любая предполагаемая величина интенсивности		
3. Шелков Д.Ю.	30 мин.		
	Любая предполагаемая величина интенсивности		
4.НСМ 2000	15 мин.		

Выполненный обзор существующих методов проведения выборочного исследования интенсивности движения, позволяет сделать вывод о том, что на сегодняшний день единого мнения относительно длительности обследования, нет. Данный вывод, позволяет сформулировать цель дальнейшего исследования: «Экспериментальным и последующим расчетным методом определить длительность выборочного обследования на экспериментальном анализе сбора информации на примере пересечения в г. Белгорода». С учетом изученных подходов измерения пиковой интенсивности движения, попытаемся разработать новые методы и произвести их проверку.

1. «Метод 1». Измерение пиковой интенсивности будет производиться в течение 5-ти минутного периода ( $T=5$  мин.), с дальнейшим переводом полученных данных к 1 часу. Пиковый коэффициент, который будет использоваться, для перевода полученного значения к часовому будет равняться 12 ( $K_{пик}=12$ ).

$$N_a = NT * K_{пик} \quad (3)$$

где  $NT$ -величина интенсивности, полученная в течение анализируемого периода, ед./час.;  $K_{пик}$  – пиковый коэффициент, используемый для перевода полученной интенсивности в часу.

2. «Метод 2». Измерение будет производиться в течение 10-ти минутного периода ( $T=10$  мин.), пиковый коэффициент будет принят 6 ( $K_{пик}=6$ ).

3. «Метод 3». Измерения при использовании данного метода, будут осуществляться в периоде 15 минут ( $T=15$  мин.),  $K_{пик}=4$ .

4. «Метод 4». Сбор интенсивности осуществляется в течение 20-ти минутного периода ( $T=20$  мин.),  $K_{пик}=3$ .

5. «Метод 5». Сбор интенсивности осуществляется в течение 30-ти минутного периода ( $T=30$  мин.),  $K_{пик}=2$ .

6. «Метод 6». Сбор осуществляется в течение всего пикового часа ( $T=15$  мин.). При использовании данного метода, перевод согласно формуле 3, не требуется, т.к. величина пикового коэффициента будет равняться 1 ( $K_{пик}=1$ ).

Проверку предложенных методов, будем осуществлять на одном из наиболее нагруженных пересечений г. Белгорода - пр-т Ватутина-ул. Костюкова (рис. 1).

Движение на данном перекрестке является наиболее затруднительным из-за большого количества транспортных средств, вследствие увеличения объектов притяжения, таких как: рынок «Южный», дом торговли, жилой комплекс, БГТУ им. В.Г. Шухова, офисные помещения все эти объекты, в несколько раз увеличивают пешеходопоток.



Рисунок 1 – Схема пересечения пр-та Ватутина – ул. Костюкова с обозначением въездных направлений



Сбор данных для проверки предлагаемых методов, проводились группой студентов кафедры «Организации и безопасности движения» с помощью видеокамер, для синхронной оценки въездных потоков на исследуемом пересечении. Из-за высокой интенсивности в течение всего дня, для анализа был выбран период дневного «часа пик» с 12.30-13.30, именно в данный период наблюдается максимальная интенсивность по всем въездным направлениям. В то время как при утреннем и вечернем «часе пик», максимум характерен для некоторых направлений.

Исследование, производимое в течение 5-ти минутных периодов, показало, что максимальное отклонение от реально существующего значения в течение часа, будет составлять в среднем 8,3% что в реальных единицах составит 495 ед./час. В течение часа сбор данных за анализируемый период дал максимальное отклонение 17,8 %, исходя из того, что максимальное значение по всем рассматриваемым направлениям составило 495 ед./5 мин., а минимальное 420 ед./5 мин. Полученное отклонение по общему значению интенсивности при использовании «Метода 1» в 8.3% не является существенным, но данное значение при расчетах не является основным, главным образом используют значение по направлениям.

Производя сбор данных по интенсивности на регулируемых пересечениях с целью расчета нового режима работы светофорного объекта, учет ведется по направлениям движения, анализ въездных направлений при использовании «Метода 1» показал более существенное различие в полученных величинах (рис.2). Исследуемое пересечение имеет четыре въездных направления, по каждому из которых при 5-ти минутных исследованиях были получены значительные отклонения от часового значения. Общее отклонение по всем рассматриваемым направлениям составляет 2,3 %, для каждого направления средняя погрешность не превышает 6%.

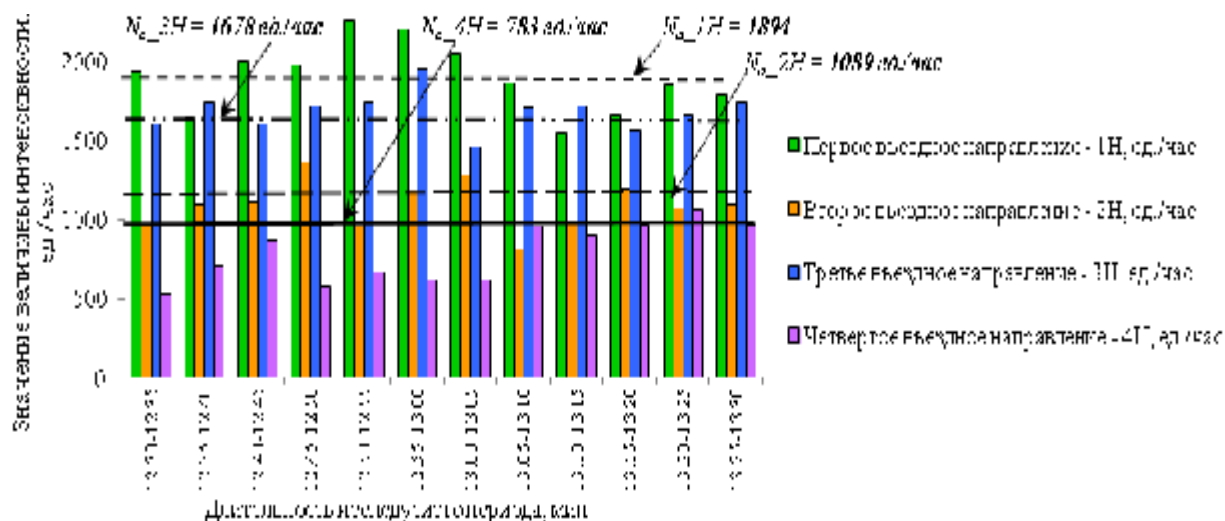


Рисунок 2 – Изменение величины интенсивности по направлениям при 5-ти минутном анализе (T=5 мин.)

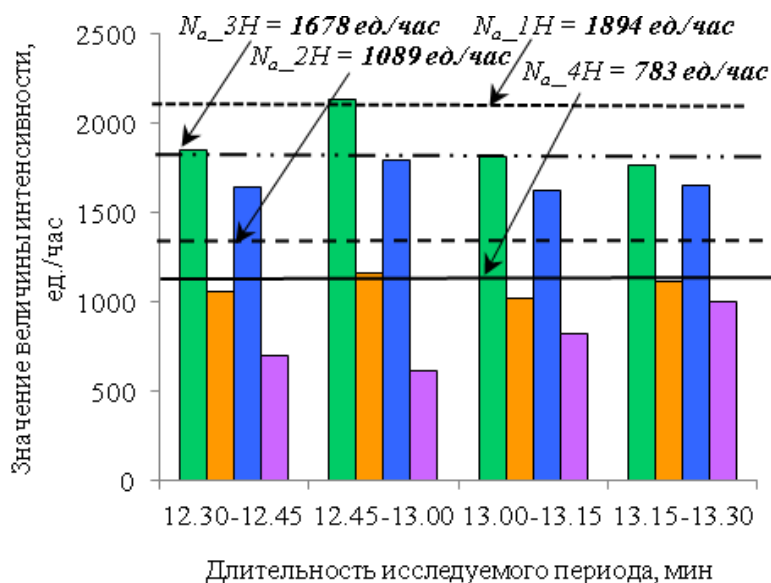
Несмотря на тот факт, что общая величина интенсивности при использовании «Метода 1» имеет среднее отклонение от часового наблюдения 8%, детальный анализ значений для въездных направлений дает еще меньшее среднее отклонение равное 2,3%.

Отклонения максимальных и минимальных величин колебалось в пределах от 15% до 37%, данное изменение свидетельствует о том, что при сборе данных на регулируемых пересечениях 5-ти минутный анализ не может быть применим, из-за довольно большой величины ошибки. Из-за высокого различия в пределах максимума и минимума интенсивности по направлениям, существует большая вероятность использования при

расчете ошибочных (не точных) данных, что может привести к выбору не оптимального режима, что повлечет за собой изменение основных параметров транспортного потока и увеличению времени простоя и задержки ТС.

Сбор данных по интенсивности дорожного движения, на регулируемых пересечениях применяя «Метода 2», подразумевает анализ в течение 10-ти минутного периода. На рассматриваемом объекте данный анализ дал максимальную погрешность в измерениях в 6,3%, в реальных единицах данное отклонение составило 344 ед./час. Минимальное и максимальное значение при анализируемом периоде составляет 5100 ед./час и 5771 ед./час соответственно.

Пятнадцатиминутный анализ при «Метод 3» дает максимальную погрешность в 4,7%, в реальной величине 271 ед./час. Максимальное и минимальное отклонение от часового значения 5444 ед./час, составляет 5253 ед./час. Анализ въездных направлений в течение 15-ти минут, показывает сокращение величины погрешности (рис.3), среднее отклонение соответствует значению 1,1%.



**Рисунок 3 – Изменение величины интенсивности по направлениям при 15-ти минутном анализе (T=15 мин.)**

Использование для измерения интенсивности движения «Метода 3», является возможным. Снижение средней величины отклонения по всем направлениям до 1,3% значительно уменьшает вероятность использования в расчетах ошибочного значения. Наблюдается снижение средней величины погрешности в направлениях 1Н,2Н,3Н менее 1%. Высокой остается отклонение в 4Н – 3,4%, но при расчете данное значение не дает ошибку, т.к. отклонение до 5% возможно. При расчете нового режима работы светофорного объекта 15-ти минутный анализ дает более точный результат с возможным отклонением + - 1%.

Производя анализ по 20-ти минутным интервалам «Метод 4», максимальное отклонение общей величины интенсивности от часового значения становится равным 2,1 % что в реальной величине соответствует значению в 119 ед./час. Анализируя три периода по 20-ть минут, можно отобразить максимальное и минимальное колебание часовой интенсивности от реально значения в 5444 ед./час, которое составит от 5563 ед./час до 5340 ед./час. Полученный результат отображает более точное значение, но наиболее важным будет являться результат сбора данных по рассматриваемому методу по всем въездным направлениям.

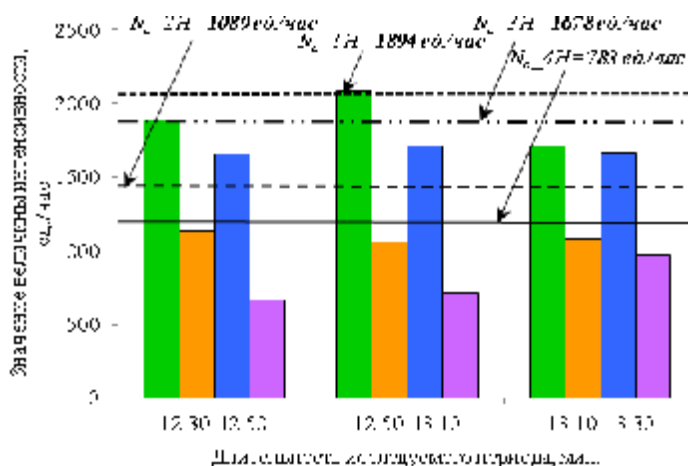


Рисунок 4 – Изменение величины интенсивности по направлениям при 20-ти минутном анализе (T=20 мин.)

Сохранение тенденции снижения величины погрешности наблюдается и на въездных направлениях (рис. 4). Вероятность ошибки в полученных результатах будет равняться среднему отклонению в 0,9%. Исследуемая в течение 20-ти минутного анализа интенсивность по направлениям движения будет соответствовать реальному часовому значению. Характерные отклонения, не превышающие 3%, не повлияют на значение расчетной величины интенсивности и будут применимы в расчете режима работы светофорного объекта и не повлияют отрицательным образом на длительность разрешающего сигнала. Последним анализируемым периодом будет являться 30-ти минутный, на котором основан «Метод 5». Величина отклонения общего значения не будет превышать 1%, она равняется 0,7% (100 ед./час) от общего значения часовой интенсивности в 5444 ед./час. На этапе обработки общего значения уже наблюдается самое точное исследование при использовании рассматриваемого метода, тем не менее, рассмотрим отклонения значений по направлениям, которые будут использоваться в основном расчете.

Рассматривая значения по основным въездным направлениям, наблюдается среднее отклонение значений на 0,8%. 1Н имеет среднее отклонение 0,3% за два рассматриваемых периода, максимальное отклонение составляет 5,8%, что в реальных единицах не превышает погрешности в 106 ед./час. 2Н – нулевая средняя погрешность, максимальное отклонение 1,9% (102 ед./час). 3Н – характеризуется средним отклонением 0,1% и максимальным 2,6% (103 ед./час). 4Н – сохраняет максимальное среднее отклонение 2,7% и максимум погрешности составляет 19,3% (119 ед./час) от реального часового значения.

Анализ «Метода б» не подлежит полному рассмотрению, т.к. именно при часовом наблюдении, возможно, получить самые достоверные данные, отрицательным аспектом данного подхода будет являться его трудоемкость в наблюдении и последующей обработке полученных результатов.

В ходе проведенного анализа всех предлагаемых методов можно отобразить все их положительные и отрицательные стороны (табл. 2) и выбрать наиболее подходящий метод сбора данных по интенсивности. Самое точное значение в получении максимальной величины интенсивности даст «Метод б», но является самым трудоемким, и не подходит для основной цели проведенных исследований: «Использование минимального времени сбора интенсивности с целью получения максимально соответствующего значения», математически описываемого равенством 4.

$$t_{\min} = N_{\max} = N_{\text{час}} \quad (4)$$

Для сокращения периода исследования и получения наиболее точного результата самым достоверным методом является «Метод 4», который характеризуется длительностью исследуемого периода в 20-ть минут, и минимальным отклонением менее 1%. Вследствие

проведения исследования в течение рассматриваемого периода, полученное значение интенсивности будет иметь самое точное значение с минимальной долей ошибки.

Таблица 2 – Изменение величины отклонения в зависимости от используемого метода сбора интенсивности

Метод	Длительность исследуемого периода, мин.	Максимальное отклонение, %	Минимальное отклонение, %	Среднее отклонение, %
«Метод 1»	5	5,5	0,5	2,3
«Метод 2»	10	3,4	0,2	1,3
«Метод 3»	15	3,4	0,2	1,1
«Метод 4»	20	2,7	0	0,9
«Метод 5»	30	2,7	0	0,8
«Метод 6»	60	0	0	0

Обзор зарубежных подходов исследования интенсивности движения и разработка новых методов анализа позволили сформулировать основной подход, позволяющий за минимальный период натурных исследований получить максимальный результат искомой величины с наименьшей величиной отклонения. Таким образом, произведя данное исследование, был сформулирован алгоритм определения интенсивности движения на подходах к регулируемому пересечению, путем подсчета количества транспортных средств за минимальный и наиболее точный период наблюдения в 20 мин. и последующим переводом полученных значений к часовому.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вакман С.А. Выборочный метод обследования интенсивности уличного движения / С.А. Вакман, С.С. Кислицын // Проблемы градостроительства на Урале и Сибири – Свердловск: Издание УПИ, 1969. – Вып. 169. – С. 83 – 89.
2. Вальц В.К. Возможности применения выборочного метода для определения интенсивности движения и структуры транспортных потоков на городских улицах/В.К. Вальц // Проблемы городского транспорта — К.: Будівельник, 1966.— С.12–16.
3. Клиновштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов.– 5-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2001 – 247 с.
4. Нахман А.Д. «Ряды. Теория вероятностей и математическая статистика». Учебное пособие. Тамбов. Издательство ТГТУ, 2002 – 324 с.
5. Обследование транспортных потоков и прогнозирование нагрузки сети городских улиц и дорог: пособие П2-99 к СНБ 3.03.02 – 97. – Издание официальное. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 1999. – 44 с.
6. Шелков Ю.Д., Семенов К.Ю., Ткаченко Б.А. Организация дорожного движения в городе (обследование дорожно-транспортных условий): Методические рекомендации. М.: ВНИИ МВД СССР, 1988. – 40 с.
7. Highway Capacity Manual. // TRB, Washington, DC, 2000. – 1134 p. ISBN 0-309-06681-6.
8. Highway Capacity Manual. // TRB, Washington, DC, 2000. – 1650 p. ISBN: 978-0-309-16077-3 .
9. Новиков И. А. Влияние изменения задержек транспортных средств на количество режимов работы светофорного объекта / И. А. Новиков, А. Г. Шевцова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №4(35) 2011, 62-68 с.

**Шевцова Анастасия Геннадьевна**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г.Шухова)  
Аспирант  
Тел.:+7-910-321-81-77  
E-mail: [shevcova-anastasiya@mail.ru](mailto:shevcova-anastasiya@mail.ru)

**Боровской Алексей Евгеньевич**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г.Шухова)  
Кандидат технических наук, доцент  
Тел.:+7-910-360-68-01  
E-mail: [a.e.borovskoy@gmail.com](mailto:a.e.borovskoy@gmail.com)

УДК 656:168.4:004.94

В.А. КОРЧАГИН, Ю.Н. РИЗАЕВА, М.В. ГОРБАНЬ, О.Ю. ГОНЧАРОВ

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*В статье представлена методика, позволяющая объективно на основе анализа частных и интегральных коэффициентов экологической опасности с незначительными трудовыми затратами на выполнение расчетов дать оценку экологической опасности автотранспортных средств*

**Ключевые слова:** экологическая опасность, автомобиль, выбросы

V.A. KORCHAGIN, Yu.N. RIZAEVA, M.V. GORBAN, O. Yu. GONCHAROV

## COMPARISON OF LEVEL OF ENVIRONMENTAL HAZARDS OF MOTOR VEHICLES

*The technique allowing objectively on the basis of the analysis of private and integrated coefficients of ecological danger with insignificant labor costs on performance of calculations to give an assessment of ecological danger of vehicles is presented in article*

**Keywords:** ecological danger, car, emissions

Экологическая ситуация в России является одной из самых неблагоприятных. Поэтому проблема качества окружающей среды (ОС) является самым часто поднимаемым вопросом в научных исследованиях.

Автомобильный транспорт (АТ) занимает ведущее место в удовлетворении постоянно возрастающих потребностей народного хозяйства страны в перевозках пассажиров и грузов. Однако эксплуатация автотранспортных средств неразрывно связана с их негативным воздействием на качество окружающей среды, которое постоянно усиливается в связи с интенсивным ростом численности автомобилей и их старением. При постоянном росте числа маршрутов и транспортных единиц на локальных участках городских магистралей возрастает риск возникновения неблагоприятных ситуаций для жизнедеятельности. В зонах интенсивных транспортных и пешеходных потоков в городах перемещение грузов сопровождается повышением количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП), усилением их тяжести и становится экологически небезопасным для участников движения. Отмеченное требует методологического решения взаимосвязанных экономических, технических и социальных проблем, связанных с ограничением техногенного влияния автомобильного транспорта на качество городской окружающей среды.

Наиболее значимой экологической опасностью для человека от автомобиля являются токсичные компоненты отработавших газов (ОГ), которые рассеиваются и оседают в средах обитания человека, прилегающих к дорогам, то есть на улицах города. Здесь человек находится в непосредственной близости, а зачастую и в эпицентре зон экологического неблагополучия. Поэтому борьба за снижение негативного воздействия токсичных компонентов ОГ автомобильных двигателей является актуальной проблемой.

В настоящее время существует большое количество различных технических решений, которые позволили бы значительно снизить выброс токсичных компонентов с отработавшими газами автомобилей. Старение автомобиля, ухудшение технического состояния, некачественное техническое обслуживание, всё это сказывается, в первую очередь, на его опасности для природной среды и здоровья человека. С экологической точки зрения автомобиль должен рассматриваться как передвижной источник выбросов примесей в

атмосферу. Климатические и географические особенности территории могут усиливать или снижать негативное воздействие ОГ автомобиля на человека. В связи с этим необходим теоретически обоснованный подход, позволяющий определять максимально допустимую экологическую опасность автомобилей для конкретных урбанизированных территорий.

Воздействие АТ на организмы, экосистемы и биосферу весьма разнообразны. Возникает проблема правильного определения приоритетов в усилиях по предотвращению вредных последствий автомобильного транспорта. Поэтому идет поиск критериев, на основе которых формулируется более взвешенное представление о степени опасности воздействия АТ на организмы и экосистемы.

Наиболее важные аспекты, которые характеризуют негативное воздействие автомобильного транспорта на человека, широко обсуждаются в научной литературе. Вместе с тем окончательная систематизация подобных показателей и критериев еще не закончена, и необходимы дальнейшие усилия в этом направлении. Эти обстоятельства создают объективную необходимость интеграции в автомобильные перевозки в городах рационального управления по критериям экологической опасности и совокупности затрат на единицу транспортной работы.

Для сравнительной объективной оценки автотранспортных средств при загрязнении атмосферы вредными веществами отработавших газов рекомендуется использовать показатель экологической опасности токсичности отработавших газов автомобиля:

в натуральном выражении - приведенная масса выброса вредных веществ с отработавшими газами двигателя на единицу транспортной работы (г/ткм)

$$P_{ЭО} = M_{нг} / W_г , \quad (1)$$

в стоимостном выражении - социально-экономический ущерб, причиняемый народному хозяйству загрязнением окружающей среды выбросами вредных веществ с отработавшими газами двигателя на единицу транспортной работы (р/ткм)

$$P^C_{ЭО} = Y_г / W_г , \quad (2)$$

где  $M_{нг}$  - приведенная масса выброса вредных веществ с отработавшими газами двигателя за год при эксплуатации автомобиля, усл.т/год;

$W_г$  - транспортная работа, выполненная автотранспортным средством за год, ткм;

$Y_г$  - величина социально-экономического ущерба за год, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды выбросами вредных веществ с отработавшими газами двигателя при эксплуатации автомобиля, р.

Так как функционирование автотранспортного комплекса в городах сопровождается мощным негативным воздействием на человека и окружающую среду (рис. 1), то для объективной оценки экологической опасности эксплуатации автотранспортного средства на стадии его проектирования и работы следует использовать комплексный показатель экологической опасности использования автомобиля

$$P^к_{ЭО} = (Y_г + Y_{ш} + Y_в + Y_n + Y_m + Y_p + Y_э + Y_u) / W_г , \quad (3)$$

где  $Y_г$  - ущерб за год от загрязнения окружающей среды отработавшими газами автомобиля, р (здесь учитываются только часть ущербов);

$Y_{ш}$  - ущерб за год от загрязнения окружающей среды акустическим излучением автомобиля, р;

$Y_d$  - ущерб за год от воздействия вибрации на водителя и пассажиров автомобиля, р;

$Y_n$  - ущерб за год от загрязнения окружающей среды пылью, образующейся при движении автомобиля, р;

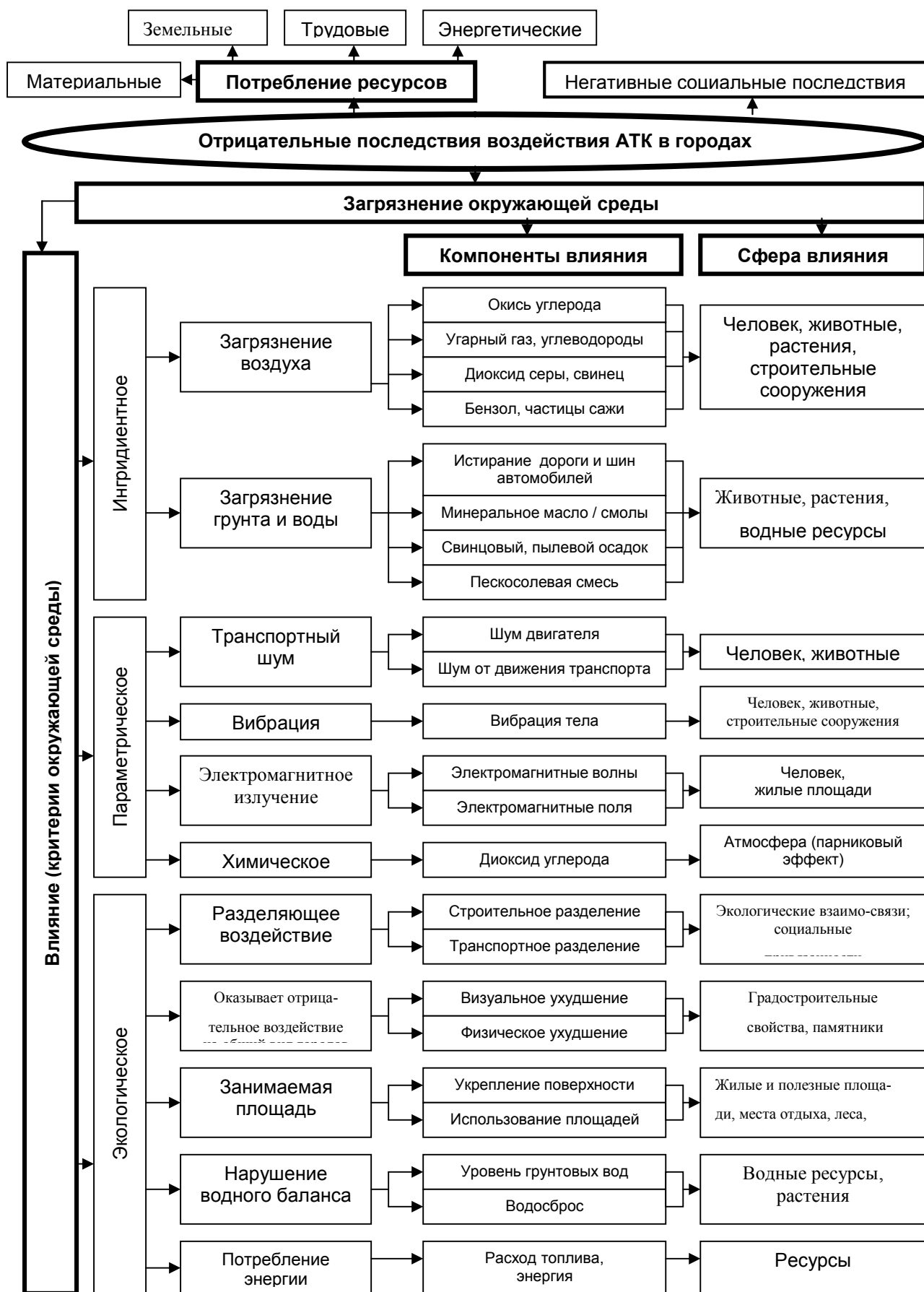


Рисунок 1 – Классификация отрицательных воздействий АТК городах на состояние ОС

$U_m$  - ущерб за год от тепловых выбросов автомобиля, р;

$U_p$  - ущерб за год от водных ресурсов при эксплуатации автомобиля, р;

$U_э$  - ущерб за год от электромагнитного загрязнения окружающей среды при эксплуатации автомобиля, р;

$U_u$  - ущерб за год от воздействия инфразвука при эксплуатации автомобиля, р.

В настоящее время практическое применение показателя  $PK_{эо}$  для оценки экологической опасности разных марок автомобилей затруднено из-за отсутствия надежных методик расчета составляющих социально-экономического ущерба от загрязнения окружающей среды при эксплуатации автомобиля. Для решения этой важной задачи предлагается первоначально рассчитать частные коэффициенты экологической опасности отдельных видов загрязнения окружающей среды при эксплуатации автомобилей, и затем на их основе определить значение интегрального коэффициента экологической опасности эксплуатации автотранспортного средства каждой марки с учетом относительной опасности каждого вида загрязнения

$$K^k_{эо} = \sum_{i=1}^n \gamma_i K_i = \gamma_э K_э + \gamma_u K_u + \gamma_г K_г + \gamma_n K_n + \gamma_m K_m + \gamma_p K_p + \gamma_э K_э + \gamma_u K_u, \quad (4)$$

где  $n$  – количество видов загрязнения окружающей среды при использовании автомобиля;

$\gamma_i$  - значение коэффициента значимости веса каждого вида загрязнения;

$K_i$  - значение коэффициента экологической опасности отдельного вида загрязнения (индексы букв соответствуют конкретному виду загрязнения).

Количественная оценка частных коэффициентов опасности отдельных видов загрязнения требует установления критерия, эталона. Для сравнительной оценки экологической опасности отдельного вида загрязнения предлагается в качестве критерия использовать отношение значения экологического показателя автомобиля, характеризующего уровень загрязнения окружающей среды, который имеет нулевое экологическое воздействие на окружающую среду и здоровье человека, к фактическому значению экологического показателя. Например, значение коэффициента экологической опасности воздействия шума от автомобиля определяем следующим образом:

$$K_u = a_o / a_\phi, \quad (5)$$

где  $a_o$  - уровень шумоизлучения автомобиля, который не оказывает вредного воздействия на окружающую среду и здоровье человека, дБ(А);

$a_\phi$  - фактическое значение акустического излучения автомобиля, дБ(А).

В качестве критерия следует использовать значение  $K_i = 1$ , т.е. значение экологического показателя рассматриваемого автомобиля равно идеальному (целевому) уровню соответствующего показателя экологически чистого (безопасного) автомобиля. Значение коэффициента  $K_i \leq 1$  показывает степень приближения фактической величины экологического показателя к идеально возможному уровню. Если значение каждого из восьми коэффициентов экологической опасности загрязнения будет равно единице, то автомобиль не оказывает вредного воздействия на окружающую среду и здоровье человека, следовательно, есть все основания считать этот автомобиль экологически чистым.

Для комплексной сравнительной оценки экологических характеристик наших автомобилей с автомобилями других стран нужно при определении коэффициентов экологической опасности отдельных видов загрязнения значения экологических показателей (уровень шумоизлучения, токсичности отработавших газов и т.д.) отечественного автомобиля сопоставлять со значениями экологических показателей автомобиля, соответствующих лучшему мировому уровню.



Значимость отдельного вида загрязнения (величина коэффициента значимости) по его влиянию на общую экологическую опасность использования автомобиля рекомендуется определять методом экспертной оценки.

Автомобили имеют различное воздействие на окружающую среду только за счет трех видов загрязнений. Поскольку в загрязнении окружающей среды выбросами вредных веществ с отработавшими газами двигателей участвуют шесть компонентов загрязнения, то коэффициент экологической опасности отработавших газов определяется как отношение приведенной массы выброса вредных веществ с отработавшими газами автомобиля с целевым уровнем экологических показателей к приведенной массе выброса вредных веществ с отработавшими газами рассматриваемого автомобиля:

$$K_z = \sum_{i=1}^6 m_{iu} A_i / \sum_{i=1}^6 m_{iu} A_i, \quad (6)$$

где  $m_{iu}$  - масса выбросов примесей  $i$ -го вида автомобиля с целевым уровнем экологических показателей, г/кВт ч;

$m_{iu}$  - масса выброса примесей  $i$ -го вида рассматриваемого автомобиля, г/кВтч;

$A_i$  - показатель относительной агрессивности примеси  $i$ -го вида, усл.т/т.

Предложенные показатели позволяют дать комплексную по всей совокупности видов загрязнений окружающей среды оценку экологической опасности автотранспортного комплекса в городах, выявить перечень первоочередных показателей, характеризующих степень загрязнения окружающей среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корчагин В.А. Инновационная экоэкономика: Монография; в 2-х ч. Ч. I. Фундаментальные основы равновесия между окружающей средой и экоэкономикой. Липецк: Изд-во ЛЭГИ, 2009.-130с.
2. Корчагин В.А. Ноосферологические подходы создания социоприродоэкономических транспортно-логистических систем / В.А. Корчагин, Ю.Н. Ризаева // Автотранспортное предприятие.-2012.- №1.- С.45-48.
3. Корчагин В.А. Адаптивное управление открытыми автотранспортными социоприродоэкономическими системами / В.А. Корчагин, Ю.Н. Ризаева // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №1(28) 2010, 3-7 с.
4. Ризаева Ю. Н. Модель поиска эффективного функционирования автотранспортной социоприродоэкономической системы/ Ю. Н. Ризаева, Т. В. Корчагина, А. И. Папонова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №2(33) 2011, 23-28 с.

### **Корчагин Виктор Алексеевич**

ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк  
Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой УАТ  
Тел.: +7 (4742) 32-82-07  
E-mail: [kaf-uat@stu.lipetsk.ru](mailto:kaf-uat@stu.lipetsk.ru)

### **Ризаева Юлия Николаевна**

ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк  
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры  
Тел.: +7 (4742) 32-80-86  
E-mail: [rizaeva.u.n@yandex.ru](mailto:rizaeva.u.n@yandex.ru)

### **Горбань Михаил Владимирович**

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь  
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры  
Телефон: +7 (8793) 39-98-38  
E-mail: [pfncfu.autokaf@yandex.ru](mailto:pfncfu.autokaf@yandex.ru)

### **Гончаров Олег Юрьевич**

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь  
Ассистент кафедры  
Телефон: +7 (8793) 39-98-38  
E-mail: [pfncfu.autokaf@yandex.ru](mailto:pfncfu.autokaf@yandex.ru)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ ПО БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ПО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА ПЕРИОД 2008-2012ГОДЫ

*В статье представлен анализ основных показателей аварийности за 2008-2012гг., таких как: транспортный риск, социальный риск, тяжесть последствий на 100 ДТП, тяжесть последствий на 100 пострадавших. Так же даны предложения по улучшению обеспечения безопасности дорожного движения.*

**Ключевые слова:** Показатели аварийности, транспортный риск, социальный риск, безопасность дорожного движения

A.A.LACHNOV, I.A.NOVIKOV

## COMPARATIVE ANALYSIS OF ACCIDENTS IN THE BELGOROD REGION AND THE RUSSIAN FEDERATION FOR THE PERIOD 2008-2012

*The article contains the analysis of the accident rates for 2008-2012, such as: the transport risk, social risk, the severity of the consequences of the 100 accident, the severity of the consequences of the 100 victims. As the propositions on the improvement of road traffic safety*

**Keywords:** The incidence of accidents, transport risk, social risk, road safety

Анализ проведен на основании результатов аварийности в Белгородской области и по Российской Федерации в 2012г. и за пятилетний период (2008-2012гг.)

I. Анализ проведен по 4основным показателем аварийности на основании статистических данных за 2008 – 2012гг.:

1. Транспортный риск
2. Социальный риск
3. Тяжесть последствий ДТП:
  - 3.1 Тяжесть последствий на 100 пострадавших
  - 3.2 Тяжесть последствий на 100 ДТП

II. Наиболее объективный анализ можно провести на основании статистических показателей за период от 3 до 5 лет и по относительным показателям аварийности.

1. По транспортному риску (число погибших на 10 тыс. ТС)
2. По социальному риску (число погибших на 100 тыс. населения)
3. Тяжести последствий в ДТП

а) по числу погибших на 100 пострадавших

б) по числу погибши на 100 ДТП

III. Сравнительный анализ позволяет дать оценку состояния обеспечения безопасности дорожного движения. Динамика показателей позволяет дать возможность оценки принимаемых управленческих решений, выявления причин и разработки мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.

Сравнительный анализ приведен за период 5 лет с 2008 по 2012г. и дан в виде графиков и таблиц.

IV. Статистические данные для проведения анализа аварийности.

1. Численность населения по Российской Федерации и по Белгородской области за период 2008-2012г. дана усредненно:

По РФ – 143 млн. человек

По Белгородской Области – 1.53 млн. человек

2. Численность транспортных средств по Российской Федерации дана на основании данных приведенных в отчете по выполнению ФЦП за 2006-2012гг., а по Белгородской области по данным УГИБДД Белгородской области

Год	Кол-во ДТП по РФ	
	По Российской Федерации	По Белгородской Области
2008г.	41,2 млн.	0,44 млн.
2009г.	42,1 млн.	0,45 млн.
2010г.	43,3 млн.	0,46 млн.
2011г.	45,6 млн.	0,48 млн.
2012г.	48,3 млн.	0,515 млн.

3. Показатели аварийности по РФ и по Белгородской области даны на основании опубликованных данных с сайтов МВД России и УГИБДД по Белгородской области за 2008-2012гг.

V. Показатели автомобилизации и аварийности по Российской Федерации и по Белгородской области за 2008-2012гг.

		2008г.	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.
Число АТС (млн. ед.)	по РФ	41,2	42,1	43,3	45,6	48,3
	по БО	0,44	0,45	0,46	0,48	0,515
Численность населения (млн. чел.)	по РФ	143	143	143	143	143
	по БО	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Кол-во ДТП	по РФ	218224	203709	199431	199686	203597
	по БО	1688	1547	1450	1470	1369
Погибло человек	по РФ	29947	27645	26567	27953	27991
	по БО	260	253	251	289	284
Ранено человек	по РФ	270847	255489	250635	251848	258618
	по БО	2078	1942	1811	1779	1578

VI. Транспортный риск в РФ и по Белгородской области за 2008-2012гг.

		2008г.	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.
Число АТС (млн. ед.)	по РФ	41,2	42,1	43,3	45,6	48,3
	по БО	0,44	0,45	0,46	0,48	0,515
Число погибших в ДТП	по РФ	29947	27645	26567	27953	27991
	по БО	260	253	251	289	284
Транспортный риск	по РФ	7,3	6,6	6,1	6,1	5,8
	по БО	5,9	5,6	5,5	6,0	5,6

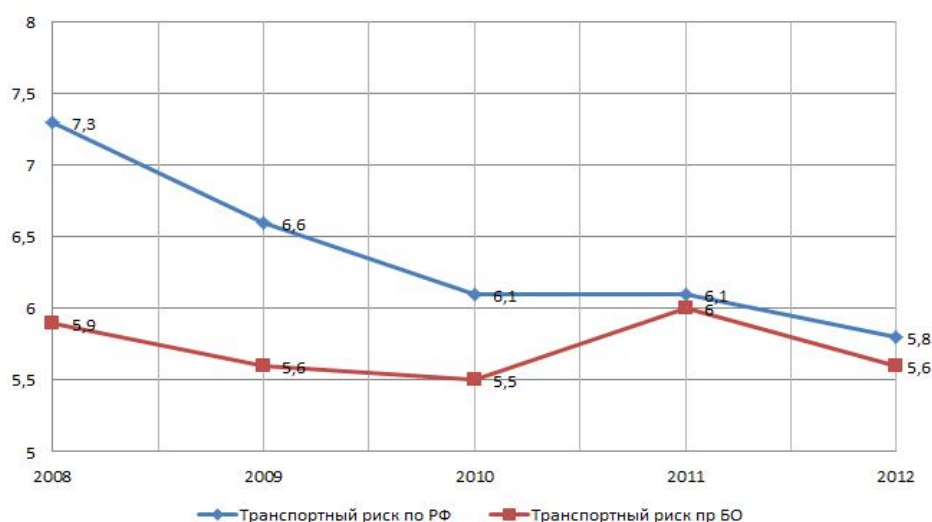


Рисунок 1 – Транспортный риск

Средний показатель транспортного риска по Российской Федерации составил 6,4, по Белгородской области 5,7. Транспортный риск по Белгородской области составляет 89% по отношению к РФ. В 2012г. показатель транспортного риска по Белгородской области равен 5,6, что составило 98% по отношению к среднему показателю за 5 лет (2008-2012гг.)

#### VII. Социальный риск в Российской Федерации и Белгородской области за 2008-2012гг.

		2008г.	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.
Численность населения	по РФ	143	143	143	143	143
	по БО	1,53	1,53	1,53	1,53	1,54
Число погибших в ДТП	по РФ	29947	27645	26567	27953	27991
	по БО	260	253	251	289	284
Социальный риск	по РФ	20,9	19,3	18,6	19,5	19,6
	по БО	17,0	16,3	16,4	18,9	18,6

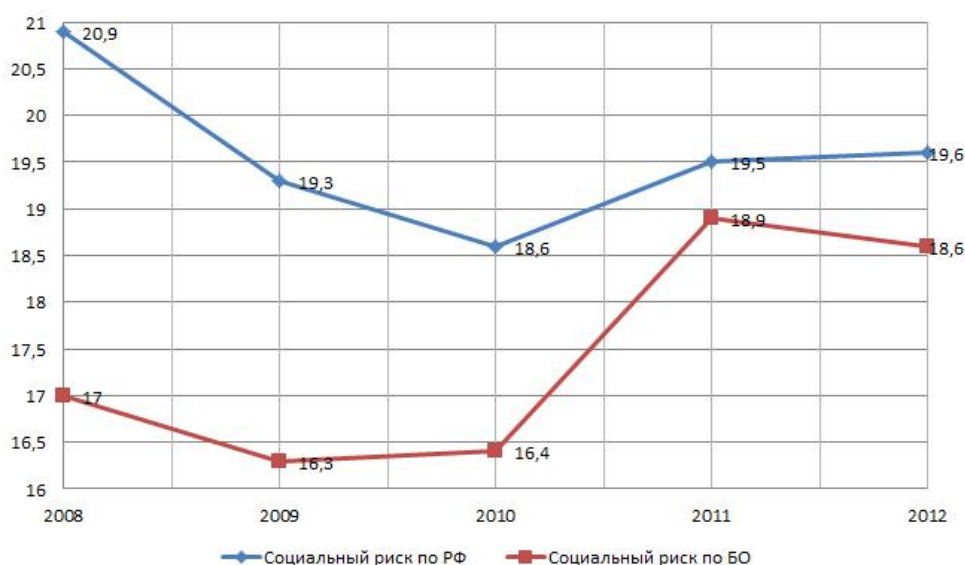


Рисунок 2 – Социальный риск

Усредненный показатель социального риска по РФ равен 19,6, по Белгородской области 17,1, что составляет 86,7% по отношению к социальному риску в Российской Федерации.

Социальный риск в 2012г. равен 18,6, что составило 108,8% по отношению к среднему показателю за 5 лет (2008-2012гг.)

VIII. Тяжесть последствий ДТП по РФ и по Белгородской области за 2008-2012гг.

Тяжесть последствий ДТП состоит из 2х показателей:

а) Число погибших на 100 пострадавших

б) Число погибших на 100 ДТП

		2008г.	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.
Кол-во ДТП	по РФ	211822	203709	199431	199865	203597
	по БО	1688	1547	1450	1470	1369
Число погибших в ДТП	по РФ	29947	27645	26567	27953	27991
	по БО	260	253	251	289	284
Число раненых в ДТП	по РФ	270847	255489	250635	251847	258600
	по БО	2078	1942	1811	1779	1578
Сумма погибших и раненых	по РФ	300794	289134	277202	279801	286591
	по БО	2338	2195	2062	2068	1862
Тяжесть последствий на 100 чел.	по РФ	10,0	9,7	9,6	10,0	9,8
	по БО	11,1	11,5	12,2	14,0	15,3
Тяжесть последствий на 100 ДТП	по РФ	13,7	13,6	13,3	14	13,7
	по БО	15,4	16,4	17,3	19,7	20,7

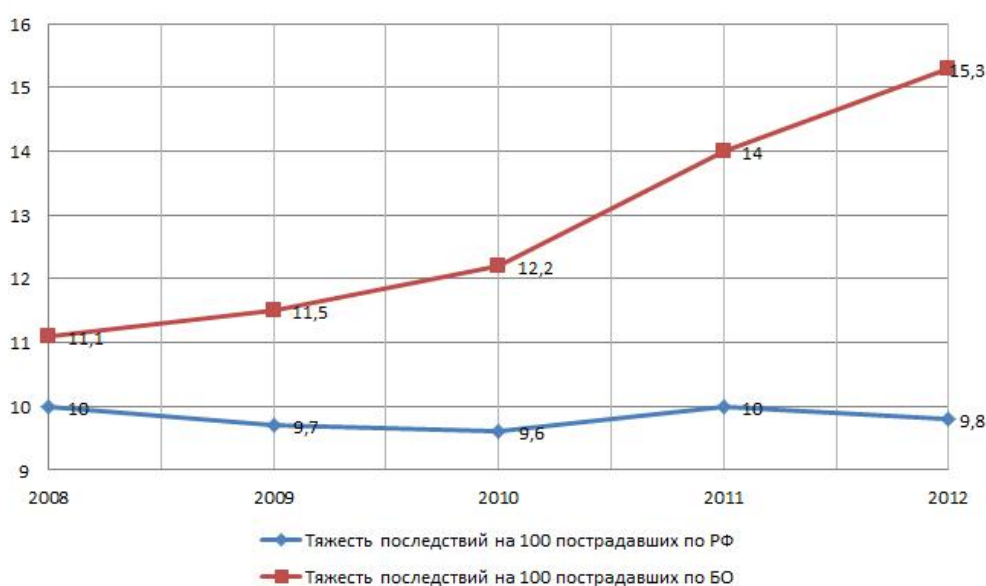
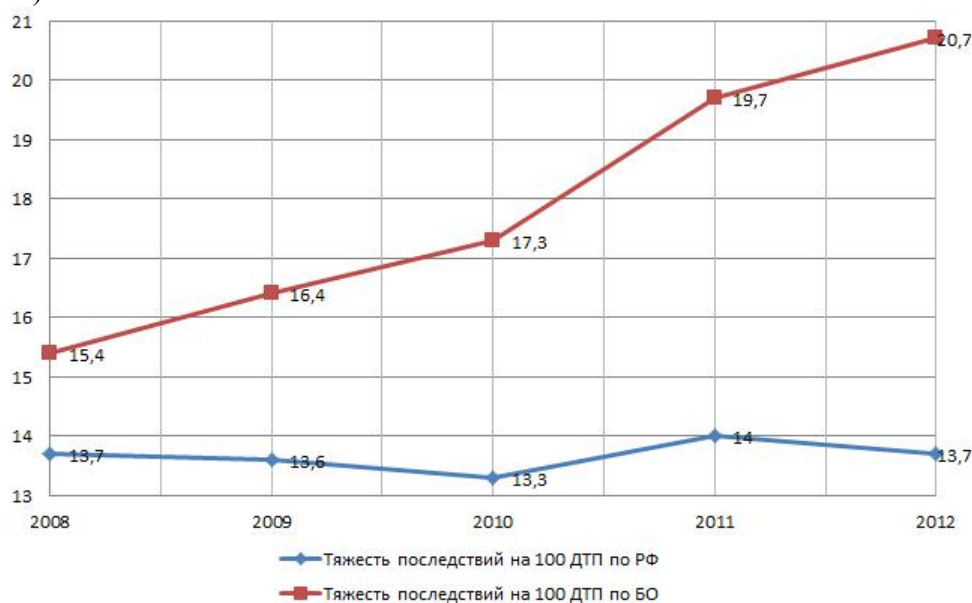


Рисунок 3 – Тяжесть последствий на 100 пострадавших

Средний показатель тяжести последствий на 100 пострадавших в РФ за 2008-2012гг. составляет 9,8, по Белгородской области 12,8. То есть средний показатель тяжести последствий на 100 пострадавших в Белгородской области выше чем по РФ на 30,6%.

Показатель тяжести последствий на 100 пострадавших в Белгородской области в 2012г равен 15,3, что составляет 119,5% по отношению к среднему показателю за 5 лет (2008-2012гг.)



**Рисунок 4 – Тяжесть последствий на 100 ДТП**

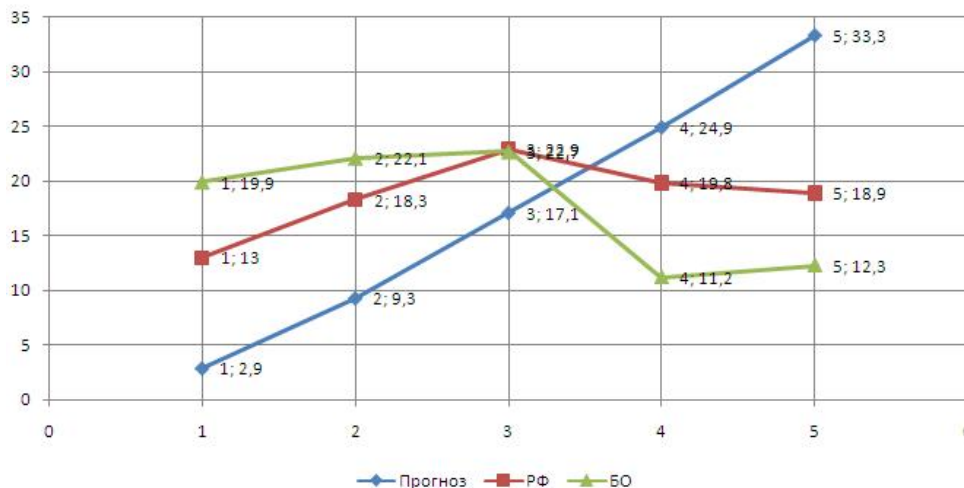
Средний показатель тяжести последствий на 100 ДТП в РФ за 2008-2012гг. составляет 13,7, по Белгородской области 17,9. То есть средний показатель тяжести последствий на 100 ДТП в Белгородской области выше чем по РФ на 30,6%.

Показатель тяжести последствий на 100 ДТП в Белгородской области в 2012г равен 20,7, что составляет 115,6% по отношению к среднему показателю за 5 лет (2008-2012гг.)

Прогнозируемое и фактическое снижение числа погибших в ДТП по отношению к 2004г. в процентах.

		2008г.	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.
Прогноз по РФ и БО, %		2,9	9,3	17,1	24,9	33,3
Фактическое значение	По РФ	13	18,3	22,9	19,8	18,9
	По БО	19,9	22,1	22,7	11,2	12,3

**Показатели снижения числа погибших в ДТП, %.**



**Предложения по обеспечению безопасности дорожного движения на 2013-2020г.**

- совершенствование системы государственного и муниципального управления процессом обеспечения безопасности и организации дорожного движения;
- разработка и внедрение рейтинговой оценки руководителей органов государственной исполнительной власти и местного самоуправления по обеспечению безопасности дорожного движения территории с целью повышения эффективности принятия и реализации управленческих решений;
- обеспечение структур управления, как на государственном, так и муниципальном уровнях, соответствующими специалистами в области обеспечения безопасности дорожного движения;
- обучение и аттестация руководителей органов исполнительной власти и местного самоуправления по вопросам безопасности и организации дорожного движения;
- совершенствование методов мониторинга дорожно-транспортного травматизма в Белгородской области;
- проведение аудита безопасности дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации и ремонта;
- совершенствование надзора за соблюдением скорости движения, использование ремней безопасности, режимов труда и отдыха водителей;
- совершенствование системы оказания доврачебной и квалифицированной медицинской помощи пострадавшим в ДТП;
- усиление контрольно-надзорной деятельности как основного фактора профилактики и тяжести последствия ДТП;
- комплекс мероприятий по снижению рисков смертных случаев и серьезных травм пешеходов;
- повышение надежности водительского состава как основного звена в обеспечении безопасности дорожного движения.

**Лахнов Андрей Андреевич**

Белгородский государственный университет, г. Белгород  
Аспирант кафедры «Организация и безопасность движения»  
Тел.: +7(909) 207-46-22  
e-mail: [Kor1987@yandex.ru](mailto:Kor1987@yandex.ru)

**Новиков Иван Алексеевич**

Белгородский государственный университет, г. Белгород  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация и безопасность движения»  
Тел.: +7(905) 878-35-32

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

*В статье говорится о необходимости использования интеллектуальных транспортных систем для оценки экологической обстановки в городах и приводится пример организации экомониторинга.*

**Ключевые слова:** экомониторинг, ресурсосбережение, интеллектуальная транспортная система.

V.V. VASILIEVA

## ECOLOGICAL ASPECT OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

*The article refers to the need for intelligent transport systems to evaluate the urban environment and is an example of the organization of environmental monitoring.*

**Keywords:** environmental monitoring, resource conservation, intelligent transportation system.

Дорожное движение в настоящее время следует рассматривать как одну из самых сложных составляющих социально-экономического развития городов и регионов. В данной области должны использоваться самые современные технологии сбора и обработки информации о параметрах транспортных потоков с целью обеспечения безопасности, ресурсосбережения и экологичности. В настоящее время в России ведется разработка и внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) разного масштаба. Это наиболее очевидный путь развития автомобилизации, учитывая высокие темпы внедрения инновационных технологий и насущную потребность для страны в более эффективном использовании транспортного ресурса при одновременном снижении отрицательных последствий автомобилизации и сокращении людских потерь.

Математические и имитационные модели для определения параметров транспортного потока и показателей состояния экологической среды рекомендуются для использования в автоматических системах экологического мониторинга ИТС, функционирующих в зоне влияния автодорог. Одной из важнейших составляющих таких систем является стационарные экопосты (СЭП), которые должны располагаться на выявленных опасных участках города. СЭП в автоматическом режиме регистрируют параметры транспортного потока и показатели состояния среды. Оператором СЭП могут эффективно использоваться различные модели для определения качества окружающей среды в зоне влияния опасного участка.

Математические модели и электронные карты могут стать основой для регулирования техногенного воздействия автотранспортных потоков.

СЭП является структурным подразделением Центра определения качества окружающей среды. Данные с СЭП (а так же данные передвижной лаборатории, если она используется в системе мониторинга) будут передаваться в региональный Центр определения качества окружающей среды (ЦОКОС), в котором анализируется общая ситуация по городу.

Специалисты ЦОКОС используют эти данные для составления электронных карт экологической обстановки, разрабатывают рекомендации по улучшению качества городской среды, информируют население и всех заинтересованных лиц. Схема взаимодействия СЭП и ЦОКОС показана на рисунке 1.



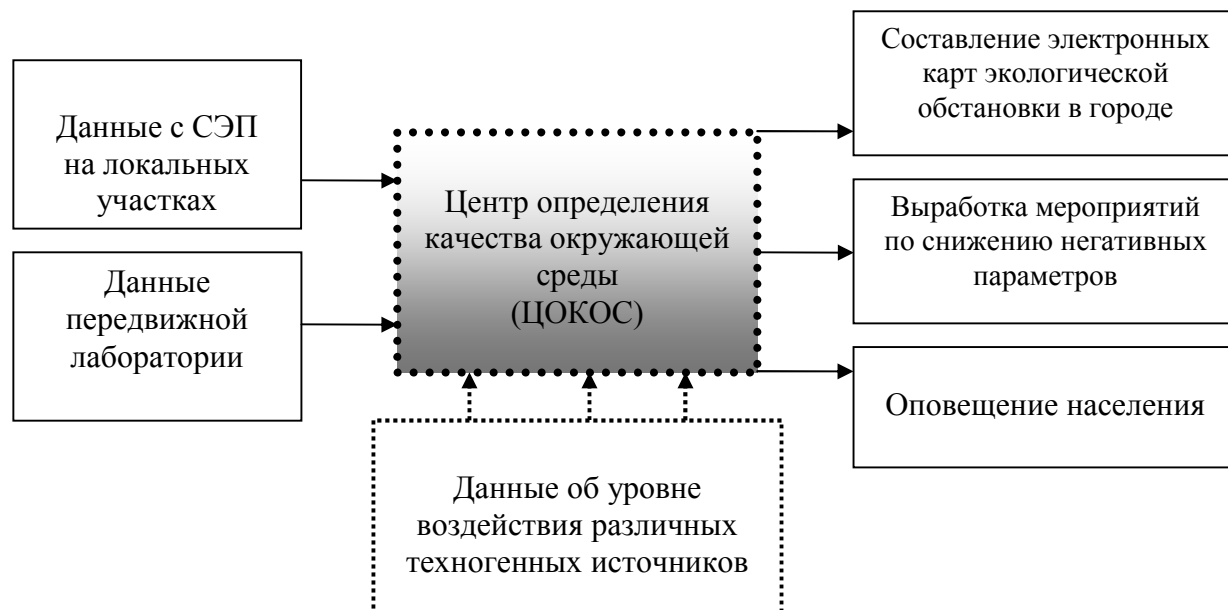


Рисунок 1 - Структурная схема взаимодействия СЭП и ЦОКОС

Эффективность использования имитационного моделирования заключается в относительной простоте использования моделирующих программ, возможности оценить и спрогнозировать состояние городской среды в зоне влияния автодорог в любой период времени года, суток и т.д.

В настоящее время особенно важно заложить основы организационно-управленческих процессов, цель которых создание и развитие интеллектуальных транспортных систем в интересах населения и общества.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильева, В.В. Оценка воздействия автотранспортных потоков на акустическую среду городской территории : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Васильева, Виктория Владимировна. - Орел, 2008. - 126 с. / утверждена 10.04.2009.
2. Васильева В.В. Практические рекомендации по внедрению математического моделирования в мониторинговый анализ состояния акустической среды города / В.В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №1(28) 2010, 89-91 с.
3. Васильева В.В. Автотранспортный шум в городах и его влияние на окружающую среду / В.В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №3(30) 2010, 101-108 с.
4. Васильева В.В. Анализ техногенного воздействия автотранспорта на акустическую среду города / В.В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №4(31) 2010, 93-98 с.
5. Васильева В. В. Управление качеством акустической среды города на основе нейросетевого моделирования / В. В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №1(32) 2011, 80-83 с.

**Васильева Виктория Владимировна**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орёл

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел.: +7 (4862) 73-43-50

E-mail: [sirm@ostu.ru](mailto:sirm@ostu.ru); [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ДОСТАВКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ С НЕФТЕБАЗ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫЕ СТАНЦИИ

*В данной статье приведены результаты экспериментальных исследований процесса доставки нефтепродуктов на автозаправочные станции на примере компании «РОСНЕФТЬ-Пенза». Выявлены недостатки этого процесса. Приведены методы устранения выявленных недостатков. Дана оценка эффективности предложенных решений*

**Ключевые слова:** нефтепродукты, нефтебазы, автозаправочные станции, перевозки, маршрутные схемы, исследования, эффективность

S.A.ZHESTKOVA, E.R.DOMKE, V.YU.AKIMOVA

## EXPERIMENTAL STUDY OF OF PETROLEUM PRODUCTS SUPPLIES FROM OIL DEPOTS AT GAS STATIONS

*This article presents the results of experimental studies of the process of delivery of petroleum products to gas stations as an example of "Rosneft-Penza." Identified deficiencies in this process. The methods address the identified deficiencies. The efficacy of the proposed solutions*

**Keywords:** oil, oil depots, gas stations, transportation, routing schemes, research efficiency

Экспериментальные исследования и анализ функционирования процесса доставки нефтепродуктов на автозаправочные станции (АЗС) с нефтебаз проведены на примере компании «РОСНЕФТЬ-Пенза».

Установлено, что АЗС компании «РОСНЕФТЬ-Пенза» в пределах Пензенской области разбиты на две зоны обслуживания – Пензенскую и Каменскую. Каждая зона имеет свою нефтебазу и работает автономно. По сложившейся практике Каменская нефтебаза (г. Каменка Пензенской области) обслуживает 16 АЗС области, а Пензенская – 34 АЗС г. Пензы и Пензенской области.

При временной нехватке нефтепродуктов на Пензенской нефтебазе их доставляют арендуемыми автомобилями – бензовозами из г. Сызрани (Самарской области), причем нефтепродукты доставляются непосредственно на Пензенскую нефтебазу, находящейся от Сызрани на расстоянии 260 км, а не развозятся на АЗС.

Для доставки нефтепродуктов на АЗС компания использует бензовозы грузоподъемностью 24, 26 и 30 т. В составе поставляемых нефтепродуктов дизельное топливо составляет 22-26%, бензин марок 98, 95, 92 – 74-78%.

Нефтебазы и грузовые терминалы работают круглосуточно в 2 смены (по 12 часов в смену). Каждая нефтебаза имеет свою диспетчерскую службу, осуществляющую планирование доставки нефтепродуктов на АЗС по комбинированной схеме – помашинно и партионно. Диспетчерские службы при планирование перевозок работают по опыту «от достигнутого».

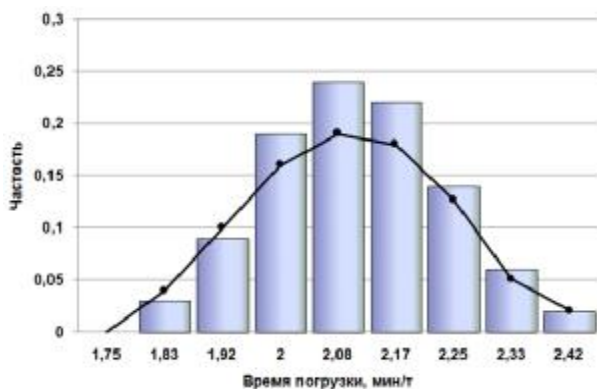
В результате исследований изучены виды технологических операций процесса развозки нефтепродуктов. В целом затраты времени  $t$ -ого автомобиля ( $t_i$ ) на  $j$ -ом маршруте складываются из пяти составляющих:

$$t_i = t_j^{дв} + t_j^n + t_j^{ан} + t_j^{зп} + t_j^p, \quad (1)$$

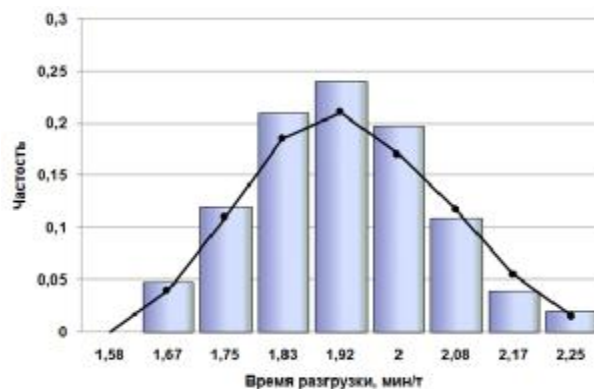
где  $t_j^{дв}$  – время движения на маршруте;

$t_j^n, t_j^p$  – соответственно время погрузки и разгрузки нефтепродукта;

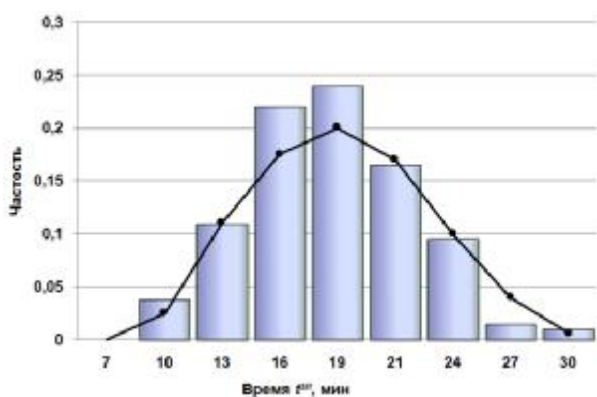
$t_j^{ЭП}, t_j^{ЭР}$  – соответственно время заезда бензовоза на погрузку и разгрузку.



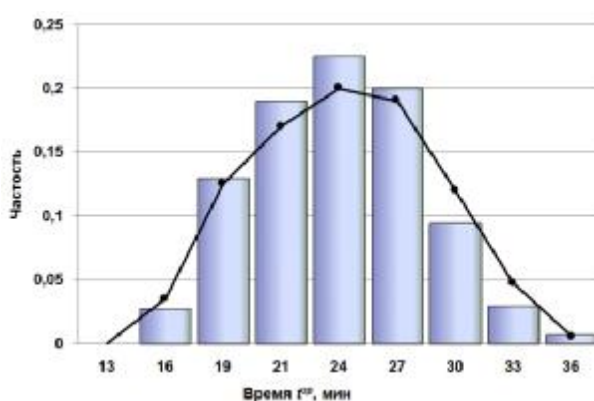
а) График распределения величины  $t^П$



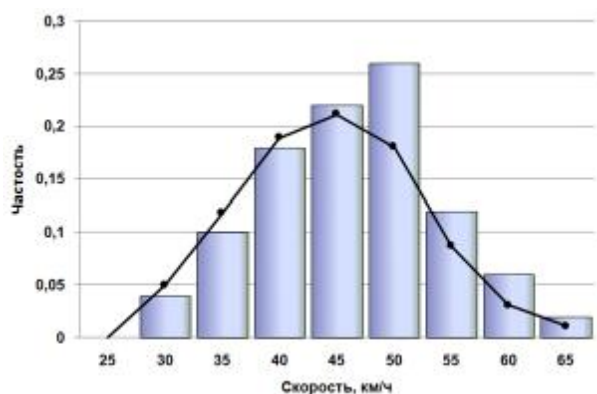
б) График распределения времени  $t^Р$ .



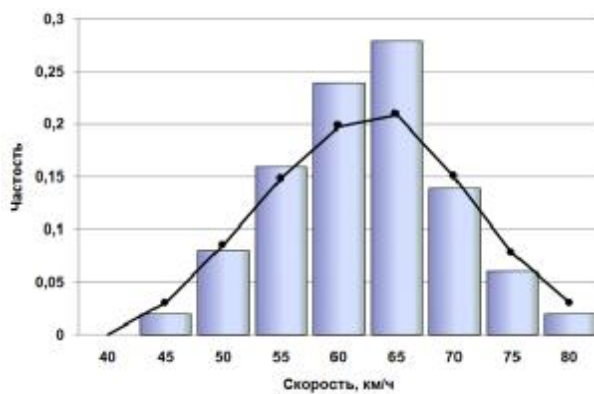
в) График распределения времени  $t^ЭП$ .



г) График распределения времени  $t^ЭР$ .



д) График распределения технической скорости  $V_T$  в населенном пункте.



е) График распределения технической скорости  $V_T$  вне населенного пункта.

Рисунок 1 – Сравнение гистограмм распределения с законом нормального распределения

В отличие от перевозок других видов грузов, в перевозке нефтепродуктов значительную часть времени работы бензовоза на маршруте занимает время заезда на погрузку и разгрузку, включающая ряд дополнительных операций, которые выполняются при перевозке опасных грузов. В частности, времена заезда на погрузку включает: оформление путевки; опломбирование бензовоза; маневрирование на нефтебазе; проверка уровня налива нефтепродукта в цистерне; оформление документов и заполнение путевого

листа при выезде с нефтебазы. Время заезда на разгрузку включает: маневрирование при заезде на АЗС; заполнение путевого листа; передача путевого листа оператору АЗС; проверка уровня нефтепродукта в цистернах бензовоза; проверка плотности и температуры нефтепродукта; забор проб нефтепродукта из бензовоза на хранение; проверка уровня нефтепродуктов в резервуарах на АЗС до слива в него нефтепродуктов из бензовоза; проверка цистерн бензовоза на наличие в них нефтепродукта после слива; проверка уровня нефтепродуктов в резервуарах АЗС после слива из бензовоза; оформление документов о приемке нефтепродуктов; заполнение путевого листа при выезде из АЗС; маневрирование при выезде с АЗС; заполнение путевого листа по прибытию на нефтебазу[3].

С целью определения статистических характеристик перевозочного процесса и принадлежности генеральной совокупности данных определенному закону распределения, были проведены натурные исследования десяти реальных маршрутов доставки нефтепродуктов на АЗС.

Статистическую обработку установленных параметров выполняли с использованием метода прямого счета. Результаты статистической обработки сравнивали с законом нормального распределения (рис. 1). Статистические характеристики рассмотренных величин приведены в табл.1. Приведенные гистограммы распределения рассматриваемых характеристик описываются законом нормального распределения[2].

С целью установления основных показателей транспортного процесса поставки нефтепродуктов на АЗС, были проведены натурные исследования восьми смен работы каждой нефтебазы.

Таблица 1 – Статистические характеристики  $t^{3П}$ ,  $t^П$ ,  $t^{ДВ}$ ,  $t^{3Р}$ ,  $t^Р$ ,  $V_1$ ,  $V_2$

Исследуемая величина	Математическое ожидание	Среднее квадратическое отклонение	Критерий Пирсона
Время погрузки $t^П$ , мин/т	$M(t^П) = 2,034$	$\sigma(t^П) = 10,46$	$\chi^2(t^П) = 5,15$
Время разгрузки $t^Р$ , мин/т	$M(t^Р) = 1,83$	$\sigma(t^Р) = 9,58$	$\chi^2(t^Р) = 4,18$
Время заезда в пункт погрузки $t^{3П}$ , мин	$M(t^{3П}) = 18$	$\sigma(t^{3П}) = 12,06$	$\chi^2(t^{3П}) = 4,78$
Время заезда в пункт разгрузки $t^{3Р}$ , мин	$M(t^{3Р}) = 24,01$	$\sigma(t^{3Р}) = 11,92$	$\chi^2(t^{3Р}) = 3,84$
Техническая скорость вне населенного пункта $V_1$ , км/час	$M(V_1) = 59,5$	$\sigma(V_1) = 8,83$	$\chi^2(V_1) = 3,48$
Техническая скорость в населенном пункте $V_2$ , км/час	$M(V_2) = 39,5$	$\sigma(V_2) = 7,86$	$\chi^2(V_2) = 9,16$

При исследовании устанавливались:

$Q_{ij}$  – масса нефтепродуктов, перевезенных  $i$  – ым бензовозом по  $j$  – ому маршруту;

$t_{ij}$  – время нахождения  $i$  – ого бензовоза на  $j$  – ом маршруте;

$\sum l_j^g$  – суммарная длина грузовых звеньев на  $j$  – ом маршруте;

$\sum l_j^x$  – суммарная длина холостых пробегов на  $j$  – ом маршруте;

$l_j$  – длина  $j$  – го маршрута;

$q$  – масса нефтепродукта доставляемого в  $j$  – ом маршруте на каждую АЗС;

$t_{ij}^{пр}$  – время простоя бензовоза.

По этим исходным данным были определены:

1. Транспортная работа, выполненная на  $j$  – ом маршруте:

$$P_{ij} = \sum_1^n M_{\xi j} \times l_{\xi j}^{г}, \text{ т} \cdot \text{км} \quad (2)$$

где  $n$  – количество грузовых звеньев на  $j$  – ом маршруте;

$l_{\xi j}^{г}$  – длина грузового звена за езду;

$M_{\xi j}$  – масса нефтепродуктов в бензовозе на  $t$  – ом грузовом звене  $j$  – го маршрута;

маршрута;

2. Выработка  $t$  – го бензовоза на  $j$  – ом маршруте:

$$\text{а) } U_{ij} = Q_{ij} / t_{ij}, \text{ т/час;} \quad (3)$$

$$\text{б) } W_{ij} = P_{ij} / t_{ij}, \text{ т} \cdot \text{км/час;} \quad (4)$$

3. Коэффициент грузового пробега на  $j$  – ом маршруте:

$$\beta = \sum l_j^{г} / l_j. \quad (5)$$

Основные показатели одной из обследованных смен работы компании «РОСНЕФТЬ-Пенза» по доставке нефтепродуктов на АЗС представлены в табл.2.

Таблица 2 - Основные показатели одной смены работы компании «РОСНЕФТЬ-Пенза»

$Q, \text{ т}$	$l, \text{ км}$	$t, \text{ ч}$	$t^{пр}, \text{ ч}$	$l^x, \text{ км}$	$l^{г}, \text{ км}$	$\beta$	$P, \text{ т} \cdot \text{ км}$	$U, \text{ т/ч}$	$W, \text{ ткм/ч}$
432,3	2513	90,3	53,6	1202	1311	0,52	31375	4,78	348

В результате проведенных исследований установлено:

- планирование перевозок нефтепродуктов на АЗС с нефтебаз осуществляется на основе интуиции;
- нефтебазы работают автономно, обслуживая АЗС своей зоны;
- осуществляется не эффективная доставка нефтепродуктов бензовозами из Сызрани в Пензу;
- не эффективно используются бензовозы на Каменской нефтебазе;
- средняя выработка автотранспортных средств составляет: 4,78 т/ч и 348 ткм/ч.

Для повышения эффективности доставки нефтепродуктов на АЗС разработана интегрированная схема развозки нефтепродуктов (ИСРН) с трех нефтебаз, а также блок-схема и программа решения задачи маршрутизации транспорта (ЗМТ) при ИСРН. Схема маршрутов ИСРН из трех нефтебаз приведена на рис.2, а расчетные показатели сменной работы компании при ИСРН – в табл.3. Для сравнения взята та же смена, для которой в табл.1 приведены показатели, полученные натурными исследованиями.



$\sum P$  – транспортная работа всех бензовозов за смену,  $T \cdot \text{км}$ ;

$t^{\text{пр}}$  – простой бензовозов за смену, ч;

$C^{\text{ч}}$  – стоимость одного часа нахождения бензовоза в наряде, руб./ч;

$\sum t$  – время нахождения бензовоза в наряде, ч;

$C^{\text{в}}$  – стоимость одного часа работы водителя, руб./ч.

По данным компании «Роснефть-Пенза»:  $C^{\text{г}} = 4,48 \text{ руб./} T \cdot \text{км}$ ;  $C^{\text{ч}} = 958 \text{ руб./ч}$ ;  $C^{\text{в}} = 143 \text{ руб./ч}$ ;  $C^{\text{л}} = 958 \text{ руб./км}$ .

Величина эколого-экономического ущерба от работы бензовозов (по методике, разработанной в Липецком ГТУ), [4]:

$$Y = \gamma \delta f M \cdot 10^{-3}, \quad \text{усл. ед.} \quad (8)$$

где  $\gamma$  – стоимостная оценка вреда от единицы приведенной массы выбросов загрязняющих веществ, руб./усл.т;

$\delta$  – коэффициент учитывающий относительную опасность загрязнений различных территорий;

$f$  – коэффициент, учитывающий характер рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере;

$M$  – приведенная масса выбросов загрязняющих веществ;

$$M = \sum_{i=1}^n m_i A_i, \quad \text{усл. кг;} \quad (9)$$

где  $n$  – количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в окружающую среду с отработанными газами;

$A_i$  – коэффициент агрессивности загрязняющих веществ;

$m_i$  – масса выбросов  $i$ -го загрязняющего вещества:

$$m_i = q_i K_{\text{тс}} K_r \cdot 10^{-3}, \quad \text{кг;} \quad (9)$$

где  $q_i$  – пробеговый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества, г/км;

$K_{\text{тс}}$  – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автомобиля на токсичность отработанных газов;

$K_r$  – коэффициент, учитывающий изменения выбросов загрязняющих веществ от условий движения автомобиля;

Результаты расчётов, проведенных по формулам (7), (8) для одной и той же смены работы компании «Роснефть – Пенза»:

- при существующей организации работ:

$$Z_{\text{н}} = 2604899 \text{ руб.}, \quad Y = 8834 \text{ усл. ед.};$$

- при внедрении предложенной схемы:

$$Z_{\text{н}} = 2388557 \text{ руб.}, \quad Y = 8074 \text{ усл. ед.};$$

Следовательно, за смену затраты на развозку нефтепродуктов уменьшатся на 9,0%, и величина эколого-экономического ущерба - на 8,6%.

#### Выводы

- Проведены исследования и анализ существующих методов управления и организации перевозок нефтепродуктов с нефтебаз на АЗС.
- Разработана модель функционирования интегрированной схемы развозки нефтепродуктов, позволяющая формировать наиболее рациональные маршруты их доставки.
- Разработанные алгоритмы, модели и методики позволили создать рациональные маршруты движения автомобилей, при доставке нефтепродуктов компанией

«РОСНЕФТЬ-Пенза», на АЗС с нескольких нефтебаз. Установлено, что в результате применения предложенных решений общий пробег автомобилей сокращается на 7,4%; увеличивается часовая выработка автомобилей на 6,4%; сокращается транспортная работа на 28,3% и время простоев бензовозов на 18,4%.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Витвицкий, Е.Е. Развозочно-сборные автотранспортные системы перевозки грузов Текст.: монография / Е.Е. Витвицкий Омск: Изд-во «Вариант-Сибирь», 2003. - С. 18-56.
2. Клепик, Н.К. Статистическая обработка эксперимента в задачах автомобильного транспорта Текст.: учеб. пособие / Н.К. Клепик. - Волгоград: ВГТУ, 1995. - С.56-96.
3. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. Э. Горев. — 5-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. —С. 47.
4. Ушаков, Д.И. Оценка эколого-экономического ущерба от воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду Текст.: методические рекомендации / Д.И.Ушаков. Липецк: ЛГТУ, 2001.- 28 с.; 20 см. - ISBN 5-88247-569-8.
5. Домке Э.Р. Использование методов классификационного анализа для определения задержки транспортных средств в реальном времени / Э.Р. Домке, О.В. Сорокина // Мир транспорта и технологических машин: Орел, ОрёлГТУ, №2(29) 2010, 17-23 с.
6. Жесткова С. А. Использование метода «ветвей и границ» при решении задач маршрутизации транспорта / С. А. Жесткова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №1(36) 2012, 94-100 с.
7. Домке Э. Р. Особенности модели функционирования интегрированной системы развозки грузов/ Э. Р. Домке, С. А. Жесткова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №3(38) 2012, 94-99 с.

### **Жесткова Светлана Анатольевна**

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза  
Аспирант, ассистент кафедры «Организация и безопасность движения»  
Тел. (841-2) 44-62-69, +7-937-40-62-010  
E-mail: [s.zhestkova@yandex.ru](mailto:s.zhestkova@yandex.ru)

### **Домке Эдуард Райнгольдович**

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза  
Кандидат технических наук, профессор, зав.кафедрой «Организация и безопасность движения»  
E-mail: [obd@pguas.ru](mailto:obd@pguas.ru)

### **Акимова Валентина Юрьевна**

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза  
Доцент кафедры «Организация и безопасность движения»  
E-mail: [obd@pguas.ru](mailto:obd@pguas.ru)



## СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛОНАСС/GPS И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 656.13

Л.Е. ГАЙ, И.А. НОВИКОВ, С.В. КУЩЕНКО, А.Н. КОТУХОВ

### ЗАТОРЫ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗАТОРОВ

*С ростом автомобилизации на улично-дорожной сети городов возникают большие проблемы, одной из которых являются заторы. Предотвращение заторов - нелегкая задача. Улучшить дорожную ситуацию, т.е. предотвратить образование заторов или снизить их количество, возможно при помощи моделирования транспортных потоков. Применение электродинамической модели, основанной на законах электрического тока, рассматривая характер движения по улично-дорожной сети, позволяет снизить уровень загруженности автомобильных дорог.*

**Ключевые слова:** затор, транспортный поток, электродинамическая модель, транспортное средство, динамический габарит.

L.E. GAY, I.A. NOVIKOV, S.V. KUSHCHENKO, A.N. KOTUKHOV

### TRAFFIC BLOCKS. TRAFFIC FLOWS MODELLING FOR THE PURPOSE OF TRAFFIC BLOCKS DECREASE

*With automobilization growth on the road network of the cities there are the big problems including traffic blocks. Traffic blocks prevention is the hard task. To improve a road situation, that is to prevent formation of traffic blocks or to reduce their quantity, it is possible by means of traffic flows modeling. Application of the electrodynamic model based on laws of an electric current, counting nature of movement on a road network, allows to reducing highways load level.*

**Keywords:** traffic block, traffic flow, electrodynamic model, the vehicle, dynamic dimension.

Каждый автомобилист, пассажир частного и общественного транспорта, а также пешеход хорошо знает такое явление как дорожный затор. Он возникает по различным причинам, влияет на жизнь города и формирует определенный жизненный ритм человека. В свою очередь, человек сам становится инициатором заторов, и весь процесс превращается в замкнутый круг. Чтобы разомкнуть его, необходимо проводить комплексные исследования транспортных потоков.

Дорожный затор - скопление на дороге транспортных средств, движущихся со средней скоростью, значительно меньшей, чем нормальная скорость для данного участка дороги. При образовании затора значительно снижается пропускная способность участка дороги. Если прибывающий поток транспорта превышает пропускную способность участка дороги, затор растет лавинообразно. Во избежание создания лавинообразных заторов для всех направлений движения, выезд на перекресток в такой ситуации запрещен, независимо от сигналов светофора[4].

Автомобили, как правило, скапливаются перед светофором, и часть из них мешает движению транспорта, совершающего маневр поворотов направо или налево. Такую обстановку трудно назвать затором, так как скопление транспортных средств в этом случае локально и непродолжительно по времени, хотя и обладает определенной частотой возникновения. Также заторы возникают из-за скопления припаркованных на обочине машин. Следовательно, в определении понятия «затор» должны присутствовать критерии, характеризующие это явление необходимо и достаточно.

В целом, можно говорить о некотором образовании, которое способствует возникновению определенного рода явлений. При этом известно, что такое образование происходит не само по себе, а обязательно по каким-то причинам.

С увеличением интенсивности движения начинает ощущаться взаимное влияние автомобилей. Увеличение скорости сходу перед обгоном на свободной дороге приводит к некоторому возрастанию скорости транспортного потока. По мере роста интенсивности условия движения постепенно усложняются. Дальнейший рост интенсивности движения связан с увеличением плотности транспортного потока. Автомобили в плотном транспортном потоке движутся друг за другом в режиме следования за лидером, при этом формируются группы автомобилей, которые на участках со сложными дорожными условиями объединяются в колонну. Особенно интенсивно формируются очереди транспортных средств на участках автомобильных дорог в пределах населенных пунктов, со сложным сочетанием элементов плана и продольного профиля, кривых малого радиуса, подъемов и спусков, пересечений и примыканий в одном уровне, узких мостах, на участках с ограниченной видимостью, с разметочными линиями, запрещающими обгон, сужения проезжей части[2].

В плотном транспортном потоке условия движения неудовлетворительны с точки зрения безопасности, возможности маневрирования и выбора скорости движения. Даже незначительное снижение скорости из-за какой-либо помехи движению может привести к полной его остановке (затору).

Транспортный поток - это множество транспортных средств, где каждое движется под управлением отдельно взятого человека, который согласовывает движение своего транспортного средства с движением остальных участников транспортного потока посредством соблюдения Правил дорожного движения и контроля дорожной ситуации. Водитель с помощью транспортного средства решает свою собственную задачу - быстро (скорость) и наикратчайшим путем (расстояние) достигнуть пункта назначения. При решении этой задачи в пути постоянно возникают не зависящие от водителя ситуации - вынужденное снижение скорости потока, потеря запланированного на поездку времени, компенсация потерянного времени увеличением скорости. Такие проблемы решаются несколькими способами - объездом проблемного участка дороги или следованием транспортному потоку без потери расстояния, но с потерей времени. Так или иначе, поиск способов решений возникшей проблемы подразумевает предварительную оценку самой дорожной ситуации - насколько она сложна или продолжительна. Оценка сложности или продолжительности основывается на личном опыте каждого водителя (поэтому оценку отдельно взятого водителя можно считать субъективной, но, если оценки всех водителей очень схожи для одной и той же дорожной ситуации, то общую оценку можно принять как объективную)[1].

Во время движения в транспортном потоке водитель постоянно фиксирует различные состояния потока. Часть характеристик, таких как «много машин», «не перестроиться», «совсем мало машин», «дорога свободна» - относятся к описанию плотности потока, а «низкая», «высокая», «поток стоит», «еле двигается», «автотрасса летит» - к описанию скорости. Основываясь на вышеприведенном, можно предположить, что плотность потока и его скорость - это те основные критерии оценки существования «затора», которыми пользуется любой и каждый водитель в повседневной жизни. Есть несколько «но», которые необходимо учесть - увеличение плотности потока не всегда подразумевает затор. Скопление транспортных средств, как правило, происходит на светофорах перед перекрестками, причем это состояние потока локально, впрочем, как и у затора, кратковременно и периодически (что тоже является одним из признаков «заторов») - но такую ситуацию нельзя назвать затором.

Надо заметить, что не всегда снижению скорости потока предшествует увеличение плотности потока. Возникают ситуации, когда сначала снижается скорость, а уплотнение потока становится следствием. Такая зависимость факторов заметна, когда водители

вынуждены снижать скорость в условиях плохого состояния проезжей части, т.е. после или во время сильного дождя или снегопада. Но главное, что увеличение плотности потока, что уменьшение скорости, и в какой бы последовательности не проявлялись бы эти факторы, причиной их возникновения всегда является какая-либо преграда, препятствие. Под преградой можно понимать не только физический объект, который мешает движению транспортного потока, но и какое-либо мероприятие, действие, а также степень восприятия (психическое состояние) окружающего мира водителем[5].

Исходя из всего вышеприведенного, с точки зрения водителя, затор – это состояние транспортного потока, по мере продвижения в котором наблюдается увеличение плотности самого потока, где увеличенная плотность потока не меняется во времени. При этом увеличение плотности транспортного потока совпадает с началом затора, увеличенная и остающаяся постоянной плотность транспортного потока соответствует затору, а уменьшение плотности транспортного потока – окончанию затора.

Структуру причин возникновения заторов можно представить в виде основных блоков: естественные, искусственные, прочие причины.

### СТРУКТУРА ПРИЧИН ЗАТОРОВ

*Естественные причины* - это причины, которые возникают независимо от воли человека. Такие причины в большинстве случаев имеют природное происхождение (не зависят человека) и только лишь часть из них проявляется «благодаря» косвенному влиянию самого человека. Примером таких причин можно считать существующую низкую пропускную способность современных городских дорог, что явилось следствием неверного (недалновидного) прогноза о приросте городского населения и, соответственно - городского транспорта.

*Искусственные причины* - это причины, которые возникают по воле человека. Причиной может быть сам человек - его преднамеренное или непреднамеренное действие или бездействие, так и созданный по воле человека объект (средство). В первом случае человек, оставаясь участником или организатором дорожного движения, всегда выполняет функции в зависимости от выбранных им целей. Во втором - объекты, средства, созданные по воле человека для применения их в качестве посредников в дорожном движении - строительные или ремонтно-эксплуатационные организации, транспортные средства или правила дорожного движения.

*Прочие причины* - это остальные, не попавшие в классификацию причины. Например, не контролируемое присутствие на проезжей части или около нее животных, как домашних, так и диких. Каждый из приведенных блоков имеет свою внутреннюю структуру. В целом структурированность дерева дает возможность системно увидеть проблематику (природу) заторов. Представленные в дереве причины существуют в «природе» заторов как отдельно образующие фактор-причины, так и работающие в совокупности. Количество совокупных фактор-причин однозначно много больше отдельно взятых, что лишний раз доказывает многофакторность рассматриваемого в статье явления, тем сложнее осознание механизмов развития цепей причинно-следственных связей событий, предваряющих явление заторов.

Одной из существенных причин возникновения заторов является неправильный выбор дистанции между автомобилями. Каждое транспортное средство во время движения имеет свой собственный динамический габарит, и очень важным является соответствие динамического габарита конкретным условиям на отдельном участке улично-дорожной сети (УДС)[6].

Расчеты отражают зависимость динамического габарита от скорости движения. Для расчетов были выбраны транспортные средства, часто встречающиеся на УДС, с различными геометрическими параметрами. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Зависимость динамического габарита от скорости движения

Скорость автомобиля V, км/ч	Динамический габарит автомобиля Лд, м			
	Toyota Camry	Lada Priora	BA3-2107	Daewoo Matiz
15	10,5442	9,9642	9,8742	9,2242
20	12,3558	11,7758	11,6858	11,0358
25	14,285	13,705	13,615	12,965
30	16,3318	15,7518	15,6618	15,0118
35	18,4962	17,9162	17,8262	17,1762
40	20,7782	20,1982	20,1082	19,4582
45	23,1778	22,5978	22,5078	21,8578
50	25,695	25,115	25,025	24,375
55	28,3298	27,7498	27,6598	27,0098
60	31,0822	30,5022	30,4122	29,7622
65	33,9522	33,3722	33,2822	32,6322
70	36,9398	36,3598	36,2698	35,6198
75	40,045	39,465	39,375	38,725
80	43,2678	42,6878	42,5978	41,9478
85	46,6082	46,0282	45,9382	45,2882
90	50,0662	49,4862	49,3962	48,7462
95	53,6418	53,0618	52,9718	52,3218
100	57,335	56,755	56,665	56,015
105	61,1458	60,5658	60,4758	59,8258
110	65,0742	64,4942	64,4042	63,7542

Из приведенной таблицы видно, что при увеличении скорости динамический габарит увеличивается. Для снижения заторов необходимо соблюдать дистанцию между транспортными средствами, чтобы не возникали дорожно-транспортные происшествия, и не уменьшалась пропускная способность участка УДС города.

Уменьшение числа заторов можно осуществить при помощи моделирования транспортной сети. Наиболее точной и простой с точки зрения математического аппарата является электродинамическая модель транспортно-дорожной сети.

В отличие от локальных моделей и моделей, связанных с течением жидкостей и газов, электродинамическая модель позволяет описать с помощью известных электрических законов любые явления и связи транспортных потоков, позволяет рассчитать интенсивности материального потока, емкости городской стоянки, средние скорости движения, массы подвижного состава, режимы работы транспорта.

Использование методов совершенствования организации дорожного движения без предварительной проработки с помощью моделирования таких как: «зеленая волна», локальные схемы УДС, сегодня уже не приводит к долгосрочному положительному эффекту. Поэтому использование математического моделирования в совершенствовании УДС, и в частности сведения к минимуму заторовых явлений является обязательным. При этом

модели должны учитывать максимум возможных факторов, влияющих на заторовые явления и дорожное движение, и быть доступными в их описании. Одной из наиболее прогрессивной является электродинамическая модель, разработанная сотрудниками кафедры «Организация и безопасность движения» Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова.

На основе проведенных исследований кафедрой «Организация и безопасность движения» БГТУ им. В.Г. Шухова составлена таблица научно-обоснованной аналогии параметров транспортного (материального) потока и электрического тока (табл. 2).

Таблица 2 - Аналогии параметров транспортного (материального) потока и электрического тока

Электрический ток	Транспортный (материальный) поток
$I_3$ - сила тока	$I$ - интенсивность материального потока $I = m \frac{N}{l} v$
$U_3$ - напряжение	$U$ - напряжение материального потока $U = mg(\psi \pm i)$
$R_3$ - сопротивление	$R$ - сопротивление движению материального потока $R = \frac{g(\psi)l}{qv}$

Установленные аналогии позволяют в дальнейшем использовать принципы Кирхгофа для расчета транспортных сетей любого объема и сложности [3].

Электродинамическое моделирование может быть применено к решению весьма актуальных проблем заторовых явлений. Рассматривая УДС в виде разветвленной системы проводников и полупроводников посредством электродинамического моделирования, представляется возможным, учитывая особенности технических средств организации движения, определять интенсивность транспортного потока на определенном участке дороги, среднюю скорость движения транспортных средств, а также спрогнозировать режимы движения транспорта в разные отрезки времени.

Таким образом, необходимо проводить поиск новых подходов повышения эффективности организации дорожного движения, которые будут способствовать улучшению дорожно-транспортной ситуации на УДС. Основываясь на разработанной теории электродинамического моделирования транспортных потоков, представляется возможным более точно и качественно прогнозировать вероятность образования транспортных заторов, что приведет к снижению последствий от их образования и позволит использовать УДС с наибольшей эффективностью.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов А.А. Моделирование дорожного движения.- М.: Транспорт, 1980.-189 с.
2. Клиновштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1997.-231 с.
3. Кущенко С.В. Возможный принцип моделирования транспортных потоков и прилегающих к проезжей части автомобильных стоянок / А.И. Шутов, Н.А.Загородний // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. № 1. - С.88-94.
4. Петридис А.В., Новиков И.А., Воля П.А. Организация движения: Учеб. пособие.– Курск: Изд-во Планета, 2011. – 287 с.
5. Пугачев И.Н. Организация и безопасность движения: Учеб. пособие - Хабаровск. Изд. по Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. - 232 с.

6. Чванов В.В., Живописцев И.Ф. Влияние загрузки дорог на уровень безопасности движения. //Наука и техника в дорожной отрасли. - №1.-2004.- С. 10-13

7. Гай Л. Е. Моделирование транспортных потоков / Л. Е. Гай, А. И. Шутов, С. В. Кущенко, П. А. Воля // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №1(40) 2013, 72-76 с.

**Гай Лилия Евгеньевна**

Белгородский государственный университет, г. Белгород  
Аспирант кафедры «Организация и безопасность движения»

E-mail: [lily-041288@mail.ru](mailto:lily-041288@mail.ru)

Тел.: 8(908) 782-15-03

**Новиков Иван Алексеевич**

Белгородский государственный университет, г. Белгород

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация и безопасность движения»

Тел.: 8(905) 878-35-32

**Кущенко Сергей Викторович**

Белгородский государственный университет, г. Белгород

Кандидат технических наук

Тел.: 8(910) 320-30-37

**Котухов Андрей Николаевич**

Белгородский государственный университет, г. Белгород

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация и безопасность движения»

Тел.: 8(908) 782-02-46

УДК 629.3

Д.Д. МАТНАЗАРОВ, А.А. КАТУНИН, С.А. БЕЗГИН, А.С. МИНАЕВ

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ

*Автомобильный парк с каждым годом все больше насыщается. Многие владельцы имеют по два и более транспортных средства. Соответственно каждый обладатель транспортного средства сталкивается с неудобствами, касающимися документов, необходимых для обладания и распоряжения им. Для многих также является проблемой получение информации и оплата штрафов. Со стороны государственных служб также присутствуют неудобства при проверке автомобильных документов, а также документов водителя. Все эти неудобства могут быть решены путем объединения всей информации в единую автомобильную карту.*

**Ключевые слова:** автомобильная электронная карта.

D.D. MATNAZAROV, A.A. KATUNIN, S.A. BEZGIN, A.S. MINAEV

## PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF MOTOR VEHICLE ELECTRONIC INTERACTIVE MAP

*Car park every year more and more saturated. Many owners have two or more vehicles. Accordingly, each holder of the vehicle facing inconveniences related documents necessary for the enjoyment and disposal thereof. For many, is also a problem getting information and payment of fines. In public services are also present inconvenience when checking vehicle documents and the documents of the driver. All these disadvantages can be solved by combining all the information into a single car card.*

**Keywords:** automotive electronic map.

Данная карта является микропроцессорной, что позволяет хранить на ней информацию как статическую, так и динамическую.

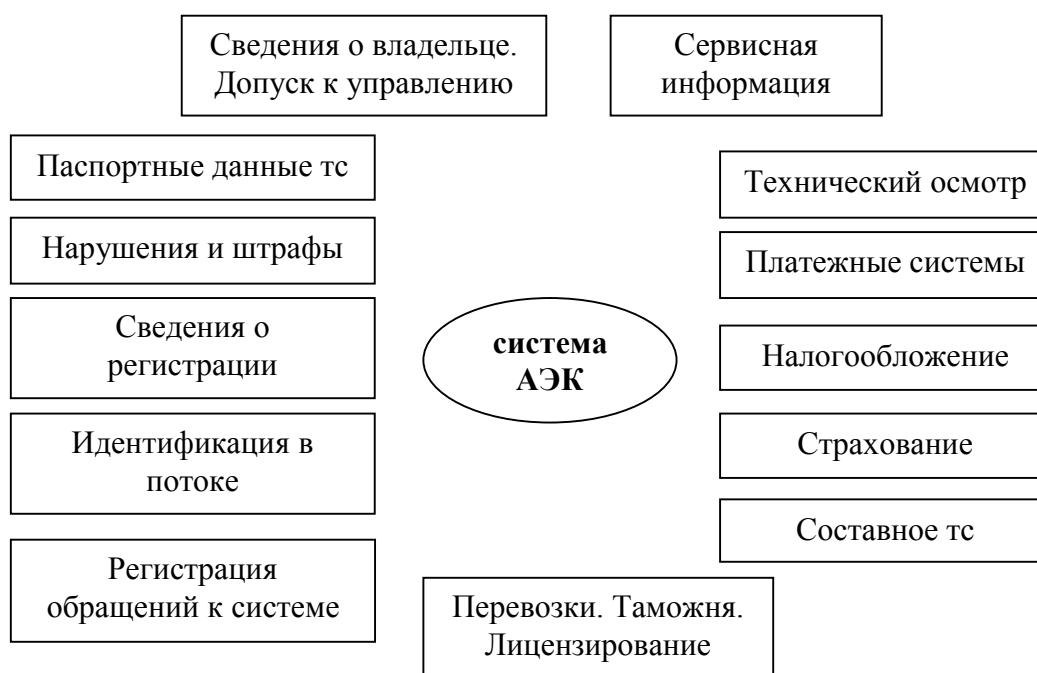
К статической информации можно отнести данные об автомобиле, о регистрации, заводская информация (комплектация). Страховая информация, штрафы, технический осмотр все это динамическая информация, соответственно изменяемая в течении определенного времени.

*Производство и использование карты.* Основным направлением на внедрение данной системы является укомплектование новых транспортных средств электронными автомобильными картами. Статическая информация, касающаяся транспортного средства, заносится в память карты и базу системы непосредственно при производстве. Карте присваивается индивидуальный номер согласно VIN транспортного средства. Дальнейшее внесение данных возможно в дистанционном режиме. При покупке автомобиля и предпродажной подготовке информация о владельце вносится в базу участников данной программы. При этом ему предлагается застраховать транспортное средство, записаться на тех. осмотр и регистрацию. Далее владелец может дистанционно вносить изменения в любом из ниже перечисленных разделов. При осуществлении любых операций связанных с внесением, удалением или изменением любой информации на карте, защита данных может осуществляться путем электронной подписи, смс-подтверждением или другим способом идентификации. Если к внесению изменений или распоряжению допускаются иные лица помимо владельца, действия также подкрепляются электронной подписью владельца или допущенным лицом, за подписью владельца. К управлению не допускаются лица, если не удовлетворяется хотя бы одно условие по допуску к управлению.

Также возможно оснащение транспортных средств электронными картами по желанию владельцев (послепродажно). При этом данные вносятся согласно имеющимся документам и информации содержащейся в государственных базах.

Внесение любых изменений на карте производится в специализированном терминале на борту транспортного средства, или при наличии компьютера и считывающего устройства. Возможна работа непосредственно с базой. При работе с внешними базами (динамическая информация) требуется наличие интернета. Информация хранится как на карте, так и на сервере системы. При любой возможности происходит её синхронизация согласно последним изменениям в любой из баз системы. Это позволяет без препятствий вносить изменения в любое время с любого электронного устройства.

Все сервисы, используемые в системе электронных карт, направлены на исключение структур посредников между владельцем и необходимой ему структурой. Также данная система позволяет полностью синхронизировать все данные касающиеся транспортного средства, его владельца и лиц, допущенных к управлению.



**Рисунок 1 – Функции интерактивной системы автомобильных электронных карт**

*Паспортные данные транспортного средства.* В данном разделе содержится основная необходимая информация о транспортном средстве. Это: идентификационный номер (VIN), марка и модель тс, тип, категория, год изготовления, модель и номер двигателя, шасси, кузов, цвет кузова, мощность двигателя, рабочий объем двигателя, тип двигателя, экологический класс, разрешенная максимальная масса, масса без нагрузки, организация изготовитель ТС (страна), одобрение типа ТС, страна вывоза ТС, серия и номер ТД и ТПО, таможенные ограничения, наименование и адрес организации выдавшей ПТС, дату выдачи. Данная информация может изменяться только с разрешения уполномоченных органов с занесением изменений в базу данных и является статической. Помимо выше перечисленных данных могут фиксироваться изображения транспортного средства с фиксацией номерных узлов и агрегатов, а также особенностей конструкции.

*Регистрация транспортного средства.* При регистрации транспортного средства, ему присваивается индивидуальный регистрационный номер, согласно которому оно идентифицируется в транспортном потоке. Регистрационный номерной знак содержит информацию о серии и порядковом номере регистрации, а также информацию о территориальном нахождении.



*Нарушения и штрафы.* Данный раздел содержит информацию о нарушениях и штрафах, зафиксированных при управлении данным транспортным средством. Информация синхронизируется с базой данных ГИБДД. Это позволяет в кратчайшие сроки проинформировать владельца о нарушении, исключить задолженности по уплате, а также посредством данной системы дистанционно и своевременно их оплатить.

*Сведения о владельце и лицах допущенных к управлению транспортным средством.* Данный раздел содержит необходимую информацию о владельце, такую как: фотографию владельца, наименование (ФИО) собственника, адрес, телефон, прочую информацию. Соответственно хранится полная информация о всех предыдущих владельцах. Что касается лиц, допущенных к управлению, вносится информация о водительском удостоверении. ФИО, год рождения, место рождения, место проживания, дата выдачи ВУ, дата окончания действия ВУ, стаж вождения, категории ТС, место выдачи ВУ. Включены все биометрические данные. Информация синхронизируется с базами государственных структур.

*Технический осмотр.* В данном разделе хранится полная информация о техническом состоянии транспортного средства. Составляется диагностическая карта, в которой делаются отметки о состоянии основных систем транспортного средства, таких как: тормозные системы, рулевое управление, внешние световые приборы, стеклоочистители и стеклоомыватели, шины и колеса, системы двигателя, прочие элементы конструкции. Результаты диагностирования заносятся в базу. Производится фоторегистрация транспортного средства.

Карта предоставляет непосредственный доступ к базе технического осмотра, что позволяет сотрудникам государственных органов при наличии специализированного оборудования удостовериться о техническом состоянии транспортного средства.

*Страхование.* Раздел страхования включает в себя полную информацию как о ОСАГО, так и о КАСКО. Он содержит электронные варианты страховых полисов и договоров. Полис ОСАГО включает в себя: серию, номер, наименование страховой компании, наименование страхователя, сроки действия договора страхования, условия оказания услуги, список лиц на которые распространяется договор, территориальные ограничения, сумму страховой премии, а также дату заключения договора. Полис КАСКО помимо данной информации, включает прочие условия и дополнения согласно которым заключается договор.

Также карта предоставляет доступ к страховой базе, что позволяет оперативно получить информацию о ДТП, а также другую информацию, связанную с страховой деятельностью. Это значительно облегчит работу сотрудникам страховых компаний и государственных структур.

Система позволяет дистанционно (без обращения в страховую компанию) заключать, расторгать, оплачивать договора, а также вносить любые изменения согласно страховому законодательству. Кроме того есть возможность заблаговременного информирования владельца о необходимости обращения к сервисам страхования.

*Налогообложение.* Данный сервис в составе карты позволяет реализовать полный контроль по уплате налоговых взносов за содержание транспортного средства. Причем данные действия также производятся дистанционно, без непосредственного присутствия владельца в налоговой службе. Также действует система информирования владельца.

*Сервисная информация.* В данном разделе содержится максимальная информация о комплектации транспортного средства, установленных комплектующих автомобиля, завод их изготовления, партию, личный номер сборщика, дату и время установки на транспортное средство. Что значительно упрощает вычисление брака и поиск замены запасных частей и комплектующих. Также возможно внесение изменений согласно техническому переоснащению или переоборудованию. Включена информация о техническом обслуживании, ремонте, диагностике, пробеге и техническом состоянии транспортного

средства. Из данного раздела осуществляется работа с базой сервисных станций. Данное введение позволяет проследить эксплуатацию с момента выпуска до утилизации.

*Составное транспортное средство.* В данном разделе возможно внесение транспортных средств (прицеп, полуприцеп) в составе автопоезда. При эксплуатации транспортных средств в режиме автопоезд необходимо ввести идентификационный номер прицепа, и система произведет синхронизацию информации с картой головного транспортного средства. Так же данные можно ввести вручную.

*Перевозки. Накладные. Таможенное оформление. Перемещение с ограничениями.* Система может хранить и обрабатывать любые электронные документы, связанные с перевозками и перемещением транспортных средств. Что позволяет при необходимости мгновенно получать и изменять информацию о перевозках товаров, пересечении государственных границ, заполнение транзитных деклараций и многое другое.

*Идентификация в транспортном потоке.* При идентификации транспортных средств в транспортном потоке посредством государственных регистрационных номеров, велика вероятность ошибки или не чтения соответствующих средствами фото и видео фиксации. При оборудовании транспортных средств приемопередающими устройствами с сопутствующим использованием антенн ИТС, а также системой ГЛОНАСС, GPS, идентификацию можно производить посредством радио сигнала. Код передаваемый с карты содержит информацию о транспортном средстве. При необходимости можно определить, кто в данный момент находится за рулем, какой товар на борту, пункт отправления, назначения, техническое состояние автомобиля и даже пристегнут ремень безопасности или нет.

*Платежная система.* Данная система позволяет дистанционно, оперативно и беспрепятственно оплачивать государственные услуги, штрафы, страхование транспортного средства и другие. Она работает по принципу интернет-банка. По желанию владельца к карте привязывается любой банковский счет или несколько счетов, с которых впоследствии происходит списание денежных средств. При получении оповещения о необходимости оплаты какой либо услуги, пользователю предлагается подтвердить действие. Данная функция упрощает все действия непосредственно связанные с оплатой штрафов или государственных услуг. Защита данных производится также электронной подписью, смс-подтверждением или любыми способами согласно банковской политике.

*Регистрация обращений к системе.* Карта предусматривает фиксацию всех обращений к системе. Регистрируются пользователи и все производимые действия. При обращении сотрудников государственных структур фиксируется их личный номер, звание, должность. Фиксируется устройство, с которого производился вход. Производится синхронизация с сервером системы. При оказании услуг, должностное лицо подкрепляет реализованные действия своей электронной подписью, личным номером, а также электронной печатью организации.

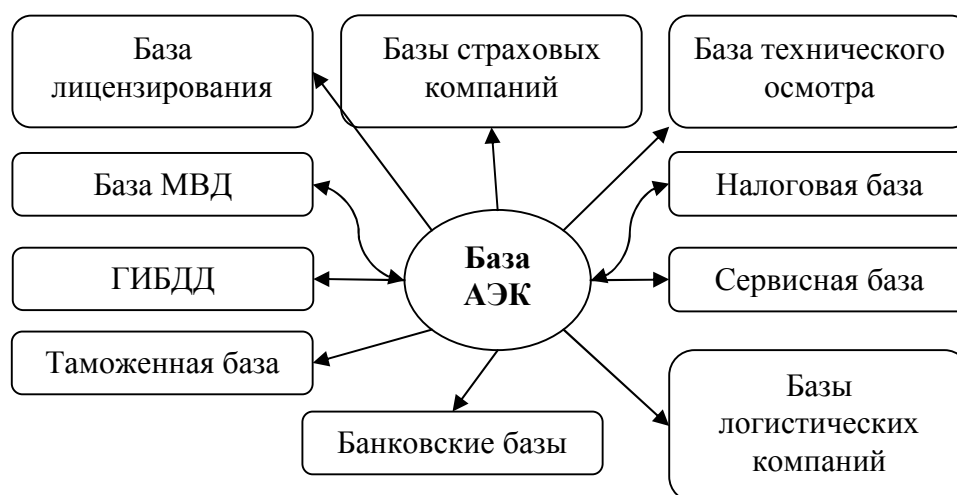


Рисунок 2 – Структура межбазового взаимодействия

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [www.gosuslugi.ru](http://www.gosuslugi.ru) – Портал государственных услуг Российской Федерации.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 12.11.2012 №1156 г. Москва «О государственной регистрации автотранспортных средств и других видов самоходной техники на территории Российской Федерации»
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 июля 2011 г. N 613 г. Москва "О разработке, подключении и функционировании федеральных электронных приложений, за исключением электронного банковского приложения", определяющее правила и нормы разработки, подключения и функционирования федеральных электронных приложений (кроме банковских) для универсальной электронной карты.

**Матназаров Дмитрий Дамирович**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орёл  
Аспирант кафедры «Сервис и ремонт машин»  
E-mail: [m.dmitriy.d@gmail.com](mailto:m.dmitriy.d@gmail.com)

**Катунин Андрей Александрович**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орёл  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»  
Тел. +7(915) 508 0508  
E-mail: [katunin57@gmail.com](mailto:katunin57@gmail.com)

**Безгин Сергей Анатольевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орёл  
Студент кафедры «Сервис и ремонт машин»  
E-mail: [seregabezgin@yandex.ru](mailto:seregabezgin@yandex.ru)

**Минаев Александр Сергеевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орёл  
Студент кафедры «Сервис и ремонт машин»  
E-mail: [alex21019292@mail.ru](mailto:alex21019292@mail.ru)

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ (ИТС) НА ГОРОДСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ

*Материал статьи посвящен перспективам применения интеллектуальных транспортных систем (ИТС) для повышения эффективности функционирования городского пассажирского транспорта. Рассмотрены перспективы применения систем автоматического определения положения транспортного средства, систем прогнозирования их прибытия на остановку и информационных табло на остановках, спутниковых навигационных систем.*

**Ключевые слова:** интеллектуальные транспортные системы, городской общественный транспорт, навигация, телематика.

A.V. KULEV, A.N. NOVIKOV, A.A. KATUNIN

## APPLICATION OF INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS (ITS) TO ENHANCE THE OPERATION OF URBAN PUBLIC TRANSPORT

*The material deals with the use of intelligent transport systems (ITS) to improve the efficiency of the urban passenger transport. The prospects for the application of automatic determination of the position of the vehicle, prediction of their arrival at the stop, and bulletin boards at bus stops, satellite navigation systems.*

**Keywords:** intelligent transport systems, urban public transport, navigation, telematics.

Огромное значение городского пассажирского транспорта общего пользования для поддержки мобильности населения в городах является очевидным. Однако в последние годы наметилась тенденция снижения популярности городского пассажирского транспорта общего пользования. Все большее предпочтение отдается индивидуальным транспортным средствам, что приводит к дополнительной нагрузке на дороги [4]. Так по результатам обследования пассажиропотоков в г. Орле было установлено, что степень загрузки транспортной сети города высокая и превышает расчетное на 66.6 %, что привело к высоким нагрузкам на улично-дорожную сеть города, выраженное в создании заторов на остановочных пунктах вследствие их невысокой пропускной способности [1].

Одной из основных задач транспортной политики администрации города является повышение привлекательности городского пассажирского транспорта общего пользования. Для достижения данной цели могут применяться системы управления, использующие телематические технологии, которые должны обеспечивать [2]:

- регулярность работы городского пассажирского общественного транспорта, т.е. минимизацию задержек и опозданий в работе общественного транспорта на каждом маршруте;
- приоритет развития городского общественного транспорта;
- высокий уровень информированности населения о расписании движения и о возможности пересадки на другой вид транспорта;
- обеспечение оперативной текущей информацией на остановках и в транспортных средствах городского общественного транспорта.

Предоставление пассажирам достаточного объема информации о маршрутах движения различного вида общественного транспорта, соблюдении водителями автобусов расписания движения, предоставление рекомендаций при выборе маршрута поездки возможно осуществить посредством использования систем автоматического определения положения транспортного средства, систем прогнозирования их прибытия на остановку и информационных табло на остановках. С точки зрения технологии речь идет о питаемых от электробатарей маяках, расположенных вдоль автобусных маршрутов и обеспечивающих

связь с блоком в автобусе. Транспортные средства оснащены датчиками для измерения направления и положения при движении для того, чтобы можно было определять их положение и вне зоны действия маяка [2].



Рисунок 1 – Пример информационного табло, предоставляющего фактическую информацию о движении автобуса

Данная система позволяет пассажирам точно узнавать время прибытия нужного им автобуса на остановочный пункт и продолжительность поездки с учетом реальной дорожной ситуации. Перемещение всех автобусов пассажиры смогут увидеть на интерактивной карте в интернете. А на остановочных пунктах о движении транспорта будут сообщать электронные табло [5].

Внедрение ИТС делает пассажирские перевозки более безопасными, потому что диспетчеры имеют возможность в реальном времени следить за каждым водителем и смотреть, не превышает ли он скорость и не нарушает ли правила дорожного движения.

Отдельное внимание следует уделить применению спутниковых навигационных систем для повышения эффективности функционирования пассажирского общественного транспорта. Данные системы являются основой для решения приоритетной задачи муниципалитета – своевременного и качественного транспортного обслуживания населения, обеспечивающего социальные, производственные и досуговые перемещения граждан и гостей. [3] В основе системы, предполагается функционирование единого диспетчерского центра управления пассажирскими перевозками региона (ЕДЦУ) (рис 2.).

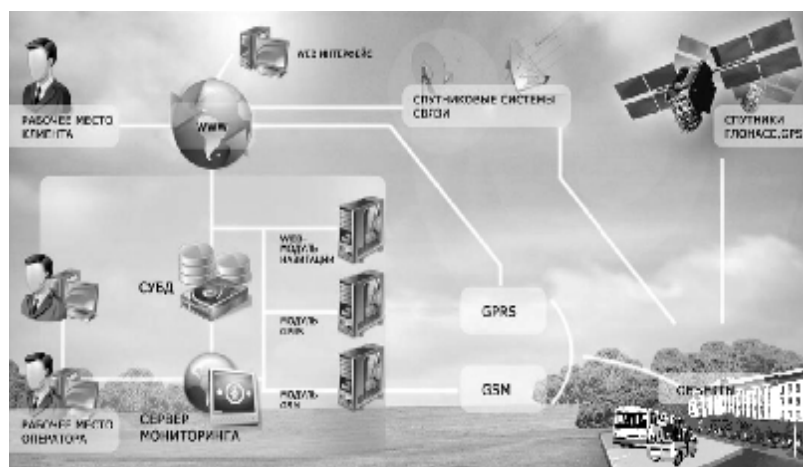


Рисунок 2 – Система контроля за движением пассажирского транспорта, посредством спутниковых навигационных систем

Система предназначена для комплексной оптимизации пассажирских перевозок в задачах среднесрочного и долгосрочного планирования и автоматизирует следующие процессы [3]:

1. Планирование работы предприятий наземного автомобильного и электрического транспорта;
2. Планирование расписания движения на основе данных автоматизированной системы изучения пассажиропотоков (рисунок 3);
3. Анализ выполнения плана перевозок;
4. Составление путевого листа.

Дополнительные возможности системы:

*Для муниципалитета:*

1. Мониторинг, контроль и анализ выполнения муниципальных контрактов в сфере пассажирских перевозок;
2. Учет транспортной работы;
3. Получение и формирование отчетов по работе предприятий транспортного комплекса;
4. Контроль и анализ пассажиропотоков.

*Для дорожной полиции:*

1. Контроль безопасности эксплуатации пассажирского транспорта;
2. Экстренное реагирование в случаях незаконного вмешательства на объекты транспортной инфраструктуры, согласно федеральному закону «О транспортной безопасности»;
3. Выявление на рейсах незаконных (нелегальных) маршрутов и транспортных средств, пресечение незаконной коммерческой деятельности на наземном автомобильном и электрическом транспорте.

*Для предприятий наземного автомобильного и электрического транспорта:*

1. Автоматизация составления расписания движения в соответствии и требованиями трудового законодательства в России;
2. Контроль и анализ оплаты проезда в транспорте;
3. Накопление, анализ и обобщение информации о движении и состоянии пассажирского транспорта в режиме реального времени;
4. Контроль технического состояния маршрутного транспортного средства и скорости движения на маршруте;
5. Контроль расхода топлива.

Структурная схема автоматизированной подсистемы изучения пассажиропотоков представлена на рисунке 3 [3].



**Рисунок 3 – Автоматизированная подсистема изучения пассажиропотоков**

В основе автоматизированной системы лежат технологии автоматического сбора информации о пассажиропотоках на маршрутной сети города/пригорода и оперативное получение характеристик пассажиропотока в формате данных табличного обследования.

Подсистема позволяет осуществлять [3]:

1. Контроль объемов перевозки для задания суточных план-нарядов по сбору выручки;

2. Оптимизацию маршрутной сети на уровне пассажирского предприятия и города на основании информации об остановочном пассажиропотоке каждого обследованного маршрута;

3. Расчет доходности маршрута с учетом зонности оплаты проезда (в том числе с использованием данных матрицы межостановочных корреспонденций);

4. Ведение актуальных паспортов маршрутов при помощи современных средств геоинформатики, адаптированных к задачам городского пассажирского транспорта;

5. Инструментальное определение норм на пробег по периодам суток на любом перегоне маршрута для составления актуального расписания движения;

6. Оперативное перераспределение подвижного состава в режиме реального времени исходя из динамики загрузки салона (коэффициента вместимости).

Внедрение автоматизированных подсистем изучения пассажиропотоков обеспечит своевременное и качественное транспортное обслуживание населения, социальные, производственные и досуговые перемещения граждан и гостей города, позволит отслеживать пассажиропотоки в «реальном времени».

Интеллектуальные транспортные системы создают интегральную среду, которая может несколькими разными способами повысить привлекательность транспортных средств городского общественного транспорта. Результаты международных проектов показывают, что комбинация хорошей информации пассажиров перед и в процессе поездки вместе с технологиями спутниковой навигации имеет перспективное значение.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обследование пассажиропотока на автотранспорте общего пользования в городе Орле, оценка перспектив развития маршрутной сети на 2011 г. и плановый до 2015 гг., анализ эффективности работы и взаимодействия различных видов транспорта общего пользования: Отчет о НИР (заключительный); «ФГБОУ ВПО Госуниверситет – УНПК»; Руководитель А.Н. Новиков; А.Л. Севостьянов, А.П. Трясцин, А.А. Катунин, А.С. Бодров и др. - ГР № 01201257245; Инв. № 7996.- Орел, 2011.- 62 с.

2. Пржибыл П., Свитек М. Телематика на транспорте: перевод с чешского О. Бузека и В. Бузковой. Под редакцией проф В. В. Сильянова – М.: МАДИ (ГТУ), 2003 – 540с.

3. Новиков А.Н. Анализ степени загрузки маршрутной транспортной сети города Орла / А.Н. Новиков, А.Л. Севостьянов, А.А. Катунин, А.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет – УНПК, 2012. 35- 37 с.

4. Новиков А.Н. Применение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) для повышения эффективности функционирования городского общественного транспорта / А.Н. Новиков, А.Л. Севостьянов, А.А. Катунин, А.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет – УНПК, 2013- 85- 90 с.

5. Определение степени использования общественного транспорта различными категориями граждан в городе Орле (транспортной подвижности граждан) [Текст]: Статистический сборник. «Транспорт в Орловской области (2000, 2005 – 2010 гг.)» № 2104. 2011 г.; Т.П. А.Н. Новиков, А.Л.Севостьянов, А.А. Катунин, М.В. Кулев и др. – Орел, 2011. 92 с.

### **Кулев Андрей Владимирович**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орёл  
Ассистент кафедры сервис и ремонт машин  
Тел. +7(8462)734350  
E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

### **Новиков Александр Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г. Орёл  
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сервис и ремонт машин»  
Тел. +7(8462)734350  
E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

### **Катунин Андрей Александрович**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орёл  
Кандидат технических наук, доцент кафедры « Сервис и ремонт машин»  
Тел. +7(915) 508 0508  
E-mail: [katunin57@gmail.com](mailto:katunin57@gmail.com)

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛОНАСС НА ПАССАЖИРСКОМ И СОЦИАЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Разработан комплекс рекомендаций по развитию и реализации социально значимых проектов на основе инновационных технологий ГЛОНАСС, предложен механизм оптимизации управления автотранспортом социальных служб*

**Ключевые слова:** социальные инновации, навигационные технологии, экономика региона, транспортная инфраструктура, оптимизация управления

D.N. TORGACHEV

## PROBLEMS AND PROSPECTS OF INNOVATIVE GLONASS TECHNOLOGIES ON SOCIAL AND PASSENGER TRANSPORT

*The complex of recommendations about development and realization of socially significant projects on the basis of innovative technologies ГЛОНАСС is developed, the mechanism of optimization of management is offered by motor transport of social services*

**Keywords:** social innovations, navigating technologies, region economy, a transport infrastructure, management optimization

В Российской Федерации, как и в других развитых странах, транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей хозяйства, важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры. Транспортная система обеспечивает условия экономического роста, повышения конкурентоспособности национальной экономики и качества жизни населения.

Реалии третьего тысячелетия требуют новых концепций социального развития, отражающих современные тенденции. При этом нельзя недооценивать роль социального транспорта, являющегося частью инфраструктуры экономики.

Глобальные навигационные системы, находят все более широкое применение в повседневной жизни. Это вызвало бурное развитие сегмента экономики связанного с навигационными технологиями. В России его становление обусловлено созданием и активным развитием ГЛОбальной НАвигационной Спутниковой Системы (ГЛОНАСС).

Глобальные навигационные спутниковые системы являются в настоящее время важным и неотъемлемым звеном окружающей человечество техносферы, без которой невозможно функционирование современной экономики, а также информационные коммуникации между отдельными гражданами и социальными группами.

Все большее количество потребителей использует возможности, предоставляемые навигационной системой ГЛОНАСС, и сегодня уже трудно представить автотранспортные предприятия, аварийно-спасательные службы, службы скорой помощи и системы ЖКХ без навигационного оборудования. Использование данных, получаемых от глобальных навигационных систем, позволяет точно определить местоположение автобусов, специальной техники, найти заблудившихся или оказавшихся в чрезвычайной ситуации людей.

В 2010 году объемы поставок систем мониторинга транспорта выросли более, чем в 4 раза, в 2011 году эта тенденция сохранилась. Рост объясняется исполнением постановления Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 № 641 «Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS», а также Федерального закона Российской Федерации от 14



февраля 2009 г. № 22-ФЗ «О навигационной деятельности», которые регламентируют с 1 января 2011 года оснащение навигационными технологиями транспортных средств, перечень которых должны подготовить соответствующие ФОИВ [3].

Возможности системы управления транспортом не безграничны, но те проблемы, которые они позволяют решать, давно стоят перед многими организациями и предприятиями: контроль транспорта и работы различных служб и ведомств, координированная работа транспорта и техники города, управление грузоперевозками и пассажирским транспортом, обеспечение безопасности груза и пассажиров. Все эти проблемы легко решаются с помощью спутникового слежения. Многие городские службы, такие, как милиция, скорая, пожарная служба, МЧС с использованием GPS мониторинга получили бы возможность повысить эффективность своей работы в разы, а когда речь идет о жизни людей, это существенно. Вовремя определить место трагедии и вызвать ближайшую бригаду помощи, выбрать оптимальный маршрут к месту, откуда поступил тревожный сигнал – все это направлено на скорейшее предоставление помощи и спасение человеческих жизней. И все это возможно благодаря системе спутникового мониторинга.

Для транспортных компаний ГЛОНАС-мониторинг является настоящей находкой [2]. Во-первых, он позволяет следить за передвижениями транспорта, всегда знать, где находится в данный момент авто. Во-вторых, он предоставляет неограниченный контроль над деятельностью водителя, что в условиях российской действительности помогает избежать кражи бензина, левых рейсов, неплановых остановок и повысить, таким образом, прибыли компании. В-третьих, позволяет быть в курсе состояния авто, начиная от количества и качества используемого топлива, и заканчивая работой двигателя. В-четвертых, спутниковый мониторинг позволяет не только определить место нахождения авто в пробке, во время аварии, например, но и оперативно предоставить водителю информацию о наиболее оптимальном маршруте. Что повышает прибыли компании. В-пятых, система помогает упростить бухгалтерские расчеты, за счет данных о потребляемом топливе и доставленном грузе. Это дает возможность сократить штат и получить прибыль, экономя на заработной плате.

Современные приборы на базе спутниковой системы позволяют не только снимать параметры движения автотранспорта (маршрут, скорость, расход топлива), но и контролировать состояние водителя за рулем (химический состав крови, давление, ритмы сердца). Это не фантастика. Сегодня достаточно успешно ведутся пилотные проекты по стыковке навигатора с телеметрическими медицинскими приборами.

Внедрение навигационно-информационных систем на базе ГЛОНАСС направлено, с одной стороны, на оптимизацию управления автотранспортом, в том числе социальных служб, а с другой - на повышение безопасности перевозок инвалидов и социально незащищенных граждан, оказание им информационной поддержки и экстренной помощи.

По данным статистики, ежегодные потери российской экономики от дорожных аварий достигают 2,5% ВВП или почти 500 миллиардов рублей. Но экономические убытки здесь не самое главное, куда существеннее – человеческие потери.

Цифры поистине ужасают. Особенно на фоне того, что в США или Западной Европе, где уровень автомобилизации выше российского, смертность от ДТП существенно ниже. Так, у нас число погибших на 100 пострадавших в ДТП составляет 10%, а в Европе, Японии и США тот же показатель не превышает 2%. За последний год количество ДТП в Орловской области на 10 тыс. единиц транспортных средств составило 52,9 единиц, что на 48% больше, чем в среднем по России. И главная причина здесь кроется не только в огромных российских расстояниях, тяжелом климате, плохих дорогах, но и в неоперативности оказания первой помощи пострадавшим на дороге.

У медиков существует понятие «золотого часа», в течение которого медицинская помощь пострадавшему наиболее эффективна. То есть, чем больше времени ушло на вызов

служб реагирования, их прибытие к месту аварии (а его еще надо найти!), тем тяжелее последствия травмы и тем меньше шансов на выживание у пострадавших.

В результате развития технологий ГЛОНАСС на пассажирском и социальном транспорте достигнуты существенные результаты. Например, в Барнауле по результатам оснащения карет скорой помощи телематическими терминалами время приезда бригад скорой помощи сократилось с 21 до 10 минут и на 20% сократилось количество смертных случаев реанимационных пациентов, расход ГСМ сократился на 20%. В Ленинградской области за счет повышения контроля над работой бригад скорой помощи число выездов до 4-х минут увеличилось на 14,8 %. Среднее время ожидания «неотложки» уменьшилось в целом на 11,8%. Расход топлива сократился более, чем на 25 тысяч литров.

В Рязани на остановках города установлены уникальные информационные табло с Комплексным Маршрутным Указателем (КМУ). Комплексный Маршрутный Указатель использует данные, предоставляемые системой мониторинга городского транспорта на базе ГЛОНАСС/GPS, и способен с точностью до одной минуты прогнозировать и выводить на информационные табло время прибытия транспорта на остановку с учетом скорости движения пассажирского транспорта, остановок на светофорах, «пробок» и т.д. По результатам внедрения элементов ИТС в Рязани регулярность движения пассажирского транспорта достигла 99,9%.

Согласно «Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2020 года» Минпромторга России, автомобильный рынок будет расти и к 2020 году должен составить, только легковых автомобилей, более 50 млн. единиц.

Безусловно, имеются компании из числа потребителей навигационных технологий, которые идут в ногу со временем по пути оптимизации бизнеса. Они, прежде всего, определяют задачу, которую необходимо решить в рамках предприятия (логистические задачи; задачи контроля объектов/субъектов; мониторинг состояния агрегатов транспорта и состояния водителя и т.д.) и в качестве инструмента выбирают навигационные технологии, которые интегратор адаптирует под нужды заказчика.

Однако, в большинстве своем, потребитель (речь идет в том числе и о госзаказчике) принимает решение об оснащении своего транспорта только после того, как его соответствующим образом проинформировал интегратор, предоставив в виде аргументов перспективу отслеживания транспорта и показатели эффективности: экономия топлива – в среднем 20%; сокращение простоев – 5%; сокращение пробега - 10%; окупаемость системы за 3-5 месяцев и т.д.

Однако малый и средний бизнес, в основной своей массе, не ощущают потребностей в системах мониторинга потому, что:

– не возникает таких задач/проблем (или задачи/проблемы не существенны), которые могли бы быть решены с помощью навигационных технологий (в частности, систем мониторинга);

– «серые» схемы ведения бизнеса не предполагают отслеживания активов и формирования по ним отчетностей и др.

Поэтому, для полномасштабного внедрения технологий ГЛОНАСС очень важны инициативы региональных властей. Введение санкций за отсутствие на коммерческом и спецтранспорте оборудования ГЛОНАСС является мощным стимулом для увеличения спроса. Исходя из потенциала рынка коммерческого автотранспорта Орловской области, можно спрогнозировать, что спрос на ГЛОНАСС-системы в ближайшее время может увеличиться до 100 раз.

Но для полномасштабного внедрения ГЛОНАСС только законодательных инициатив и штрафов недостаточно. Необходимы рыночные меры стимулирования спроса, в первую очередь – конкурентоспособная цена на оборудование.

С точки зрения региональных приоритетов существует несколько направлений использования ГЛОНАСС. В первую очередь, это федеральный проект «Эра ГЛОНАСС», цель которого - повышение безопасности на дорогах России за счет максимально оперативного реагирования на дорожно-транспортные происшествия. Еще одно направление

- создание интеллектуальных транспортных систем. В этой связи навигационное оборудование, которым будут оснащаться транспортные средства, открывает возможности для решения главной проблемы больших городов – снижения нагрузки на транспортные артерии и уменьшения количества ДТП. И третье – это системы управления силами и средствами в интересах органов власти и экстренных служб [1].

В заключении необходимо отметить, что ускорение реализации социально значимых проектов по внедрению ГЛОНАСС-технологий невозможно без консолидации усилий бизнеса и государства. Долгосрочные инвестиции в социальную сферу со стороны бизнеса – это возможность укрепить репутацию, сформировать позитивное мнение о компании и доверительное отношение к ней общественности. Вместе с тем спонсорская поддержка инновационных технологий в социальной сфере – это кратчайший путь повышения качества жизни миллионов людей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 11.07.2009 N 549 «О федеральном сетевом операторе в сфере навигационной деятельности».
2. ГЛОНАСС: принципы построения и функционирования /Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова – 3-е изд., перераб. – М.: Радиотехника, 2005. – 688 с.
3. Официальное техническое описание параметров и сигнала ГЛОНАСС /интерфейсный контрольный документ (редакция 5.1). – Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения, 2008.– 160 с.
4. Торгачев Д. Н. Управление инновационным развитием социального транспорта на региональном уровне / Д. Н. Торгачев, О. И. Морозова // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №2(37) 2012, 107-112 с.

**Торгачёв Дмитрий Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет–УНПК», г. Орел

Кандидат экономических наук, доцент зав. кафедрой «Предпринимательство и маркетинг»

Тел.: +7 (4862) 76-22-49, +7 (4862) 41-95-26

E-mail: [market@ostu.ru](mailto:market@ostu.ru)

## РАЗРАБОТКА ДИСЛАКАЦИИ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ И РАЗМЕТКИ НА ОСНОВЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

*Предлагаемая методика, основанная на географическом исследовании, позволяет снизить финансовые затраты на выполнение данного вида работ. Кроме того, метод создания дислокации с использованием географических координат позволяет значительно ускорить процесс построения схемы пересечения или отдельного участка улично-дорожной сети. При этом снижается вероятность влияния человеческого фактора на результаты работы, так как предусмотрена возможность выполнения измерений с заданной точностью.*

**Ключевые слова:** *геодезические приемники, геометрическая характеристика, продольный уклон проезжей части, географические координаты.*

M.V. MEDVEDEVA, S.I. SOKOREV, A.E. BOROVSKOY

## DEVELOPMENT OF DISLOCATION ROAD SIGNS AND MARKINGS BASED ON OF GEODESIC RESEARCHES

*The proposed method based on geographic research reduces the financial cost of this type of work effectuation. In addition, the method of creating a deployment using geographic coordinates can significantly speed up creating a scheme of individual cross sections or any sector of road network. This reduces the probability of human factor influence on the work, because there is provided the ability to perform measurements with the required accuracy.*

**Keywords:** *geodetic receivers, geometry, longitudinal slope of the roadway, geographic coordinates.*

Главная задача реконструкции дорог состоит в том, чтобы с минимальными затратами, в максимальной степени удовлетворить запросы пользователей дорог, обеспечив им возможность непрерывного, удобного и безопасного движения с высокими скоростями и установленными нагрузками. На сегодняшний момент самым актуальным способом задания геометрических характеристик пересечений, является их геодезическая привязка.

Геодезические приемники, занимают сегодня достойное место в работе со сверхточного определения координат точечных объектов. Наличие таких качеств, как быстрота выполнения работ, широкий диапазон рабочих температур, точность, высочайшая степень защиты от внешних воздействий сделали геодезические приемники незаменимыми при выполнении многих геодезических работ.

Новая GPS-система Trimble R3 является одночастотным решением от компании-лидера в производстве GPS-технологий.

Программное обеспечение (ПО) Trimble Digital Fieldbook управляет работой системы Trimble® R3. Офисное программное обеспечение Trimble Digital Fieldbook обеспечивает выполнение съёмочных работ, сгущение сетей и привязку районов работ с субсантиметровой точностью. ПО Trimble Digital Fieldbook управляется при помощи активного дисплея в реальном времени. Используя цветной дисплей контроллера Trimble Recon вы можете управлять работой программы, получать доступ к любой информации в кратчайшие сроки, что ускорит работу. Программа позволяет сохранять данные съёмочных работ в отдельный job-файл для более удобной передачи данных для постобработки в ПК.

Для более наглядного примера рассмотрим работу приемника на Гражданском проспекте г. Белгород (см. рис. 1).

В настоящее время в мире могут уверенно приниматься сигналы от спутников двух систем GPS(США) и GLONASS(Россия). В современных геодезических приемниках предусмотрена не только возможность приема сигналов спутников GLONASS, но и сигналов GALILEO/COMPASS.



Рисунок 1 – Спутниковый снимок Гражданского проспекта г. Белгород

Геодезическое GPS оборудование применяется при развитии геодезических сетей, дорожном строительстве, крупномасштабной топографической съёмке, землеустройстве, наблюдениями за деформациями. В геодезических GPS приемниках высокая точность получения координат точек обеспечивается наличием качественной платы приема сигналов и специальной антенной.

Для геодезических работ требуется наличие комплекта из двух приемников: базового и подвижного (ровер). Базовый приемник устанавливается на точке с известными координатами, а подвижный приемник устанавливается на точке, координаты которой необходимо получить [1].

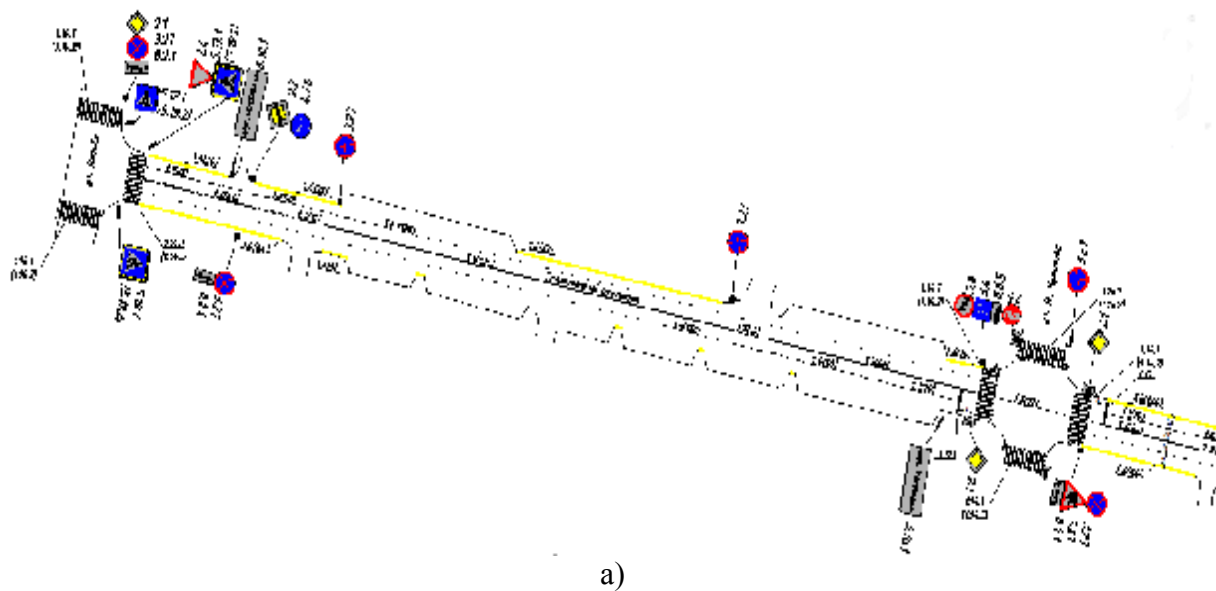
Измерения данных производятся на Гражданского проспекта начиная с улицы Попова. Последовательность геодезической съемки всех знаков проводится по правой стороне Гражданского проспекта продвигаясь к ж-д вокзалу и в обратную сторону. Замеряются и края проезжей части для более точного построения проезжей части. После завершения съемки, полученные данные загружаем в программу Trimble Digital Fieldbook.

Совместная обработка данных с двух геодезических приемников позволяет получать прекрасную точность при определении координат точек.

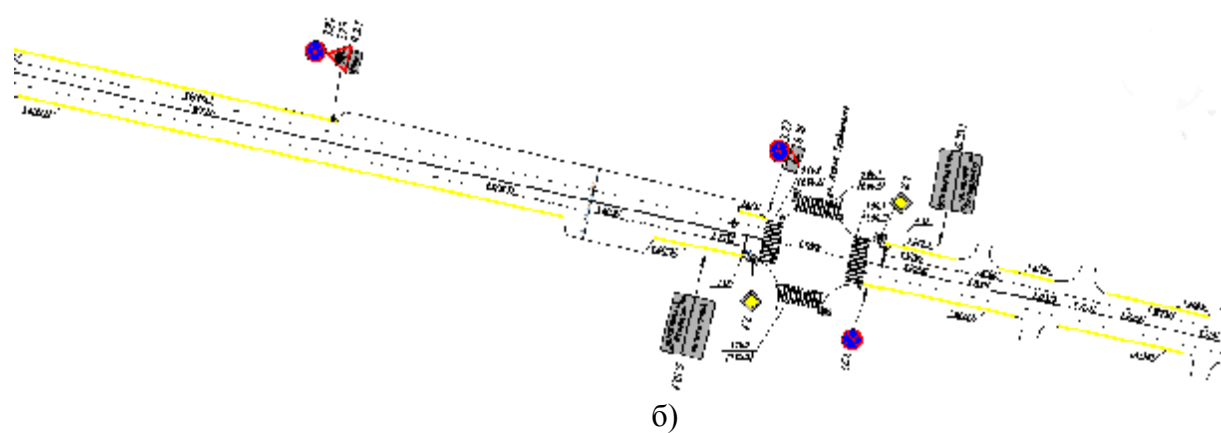
После выбора экспортируемых параметров, данные о координатах станций хода, высотах станций в виде отдельных ведомостей передаются в Microsoft Excel. В ведомостях координат и высот станций рассчитываются допустимые невязки. Можно экспортировать только результаты обработки одного хода или всех ходов журнала в общую ведомость (см. табл. 1).

Таблица 1 – Ведомость географического положения точек

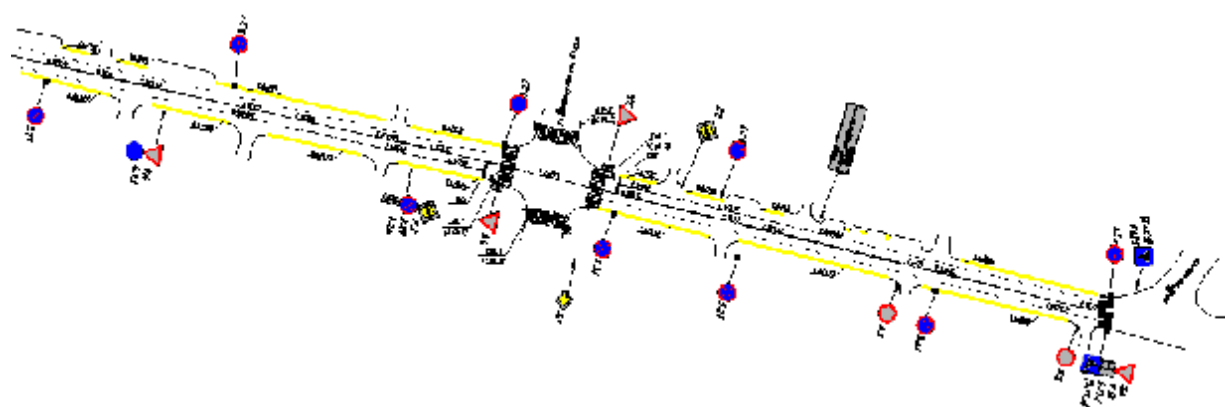
№	№ по ГОСТ 52290-2004	Долгота	Широта
1	2	3	4
1	5.19.1;5.19.2	50,59519	36,58835
2	3.27;8.2.4	50,59512	36,58885



a)



б)



в)

*Рисунок 2 (а, б, в) – Расстановка средств организации движения на Гражданском проспекте*

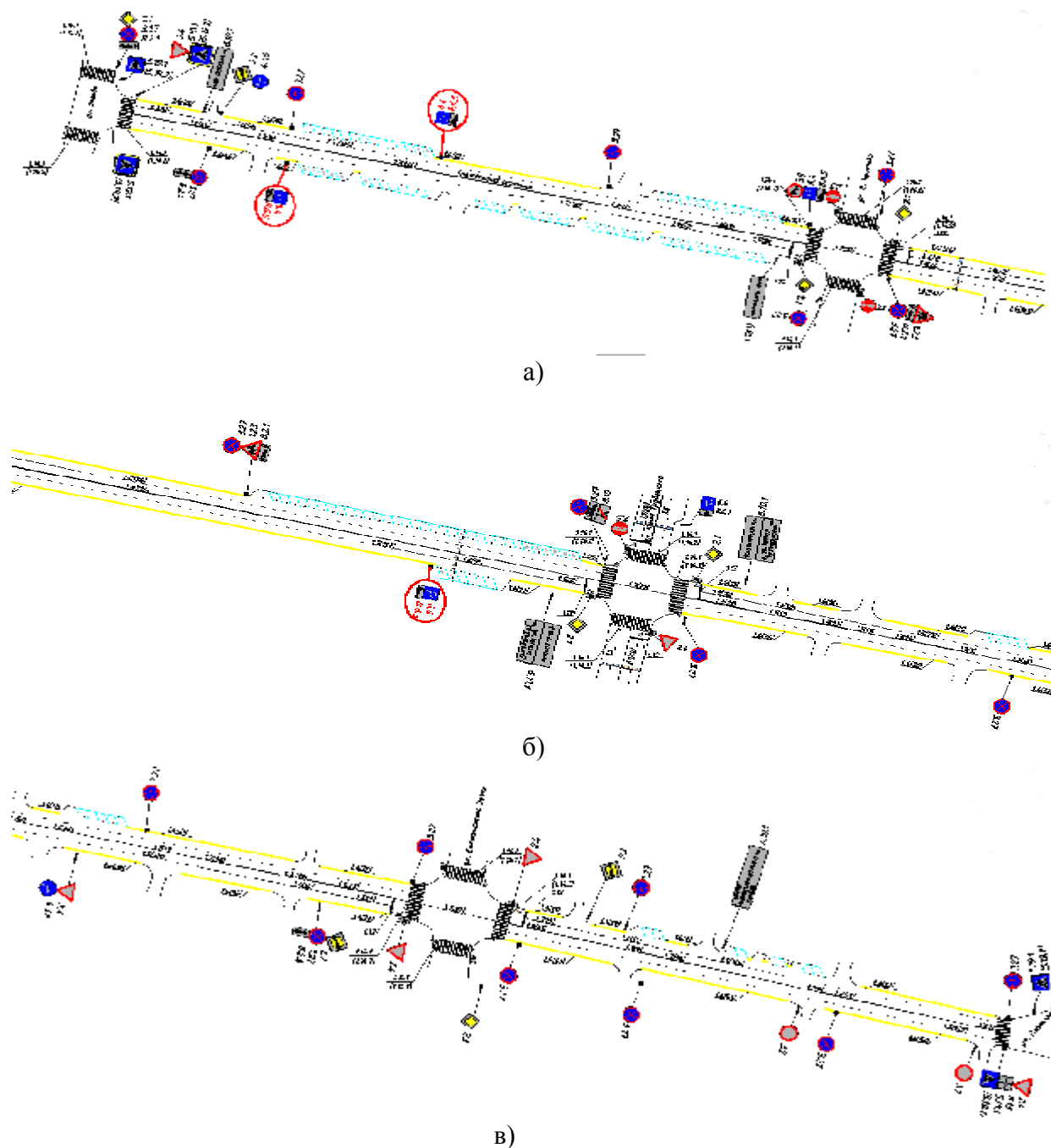


Рисунок 3 (а, б, в) – Построение парковочных мест на Гражданском проспекте помощью ПО ParkCAD

Чтобы реализовать геометрию существующего объекта на основе географических координат мы используем решения от фирмы Autodesk, как наиболее распространенного пакета обладающего необходимым для реализации поставленных задач функционалом.

К необходимым функциям следует отнести:

1. Возможность работы с точками, представленными географическими координатами.
2. Наличие специализированных решений в области дорожного строительства.
3. Возможность импорта разрабатываемых решений в системы имитационного моделирования.

AutoCADCivil 3D – это решение для проектирования объектов инфраструктуры и выпуска документации, основанное на технологии информационного моделирования. Civil 3D предназначен для инженеров, работающих над проектами транспортных сооружений,

транспортных сетей, и др.. Пользователи получают возможность координировать проекты, исследовать проектные альтернативы, моделировать процесс эксплуатации объектов и выпускать высококачественную документацию. Все это происходит в привычной программной среде AutoCAD.

На основе полученных географических координат в AutoCADCivil 3D возможна работа с точками, позволяющая на их основе реализовать построение пересечения. Он поддерживается более 4 тысяч реальных систем координат, что обеспечивает точную геопривязку проектных данных.

Большим плюсом в данном методе является использование в AutoCADCivil 3D атрибутов, которые перемещаются автоматически при выбранных настройках. Они содержат в себе координаты долготы, широты, северное и восточное положение, высоту над уровнем моря, номер точки, описание, слой. Использование атрибутики в несколько раз упрощает и ускоряет работу. Построение дислокации дорожных знаков проверяется на соответствие с ГОСТ Р 52290-2004[2].

На существующей территории Гражданского проспекта расположены парковочные зоны. Путем использования ParkCAD, предоставленного компанией TransoftSolutions, проектируются парковочные места (см. рис. 3). Использование программного продукта ParkCAD и российских стандартов позволило в минимальные сроки спланировать расположение стояночных мест, подобрать необходимые размеры машино-мест [3]. Данная процедура по времени занимает меньше одного человека-часа, при этом подсчет количества мест ведется автоматически, что значительно упрощает работу. При проведении данных действий без использования специализированных решений от TransoftSolutions уходит более 10 человека-часов.

Таким образом, при реализации представленной метода с помощью геодезического GPS оборудования и программных продуктов, значительно увеличивается точность данных, позволяют в короткие сроки реализовать построение как участка УДС, так и дислокацию знаков, построение парковочных мест. В дальнейшем планируется провести более детальное обследование центральной части г. Белгорода.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [www.geokontinent.ru](http://www.geokontinent.ru)
2. ГОСТ Р 52289-2004 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. [Текст] – Введ. 2006-01-01. – М.: Издательство стандартов, 2006, – 73с.
3. СНиП 21-02-99 Стоянки автомобилей [Текст] – Введ. 2000-07-01. – М.: Издательство стандартов, 2000, – 13с.

### **Медведева Марина Владимировна**

Белгородский Государственный Технологический Университет им. В. Г. Шухова (БГТУ им. В. Г. Шухова)

Студентка 5 курса кафедры "Организация и Безопасность Движения"

Тел. +7 951-135-25-61

E-mail: [Marina.-Medvedeva@mail.ru](mailto:Marina.-Medvedeva@mail.ru)

### **Боровской Алексей Евгеньевич**

Белгородский Государственный Технологический Университет им. В. Г. Шухова (БГТУ им. В. Г. Шухова)

Кандидат технических наук, доцент кафедры "Организация и Безопасность Движения"

### **Сокорев Сергей Иванович**

Белгородский Государственный Технологический Университет им. В. Г. Шухова (БГТУ им. В. Г. Шухова)

Аспирант кафедры "Организация и Безопасность Движения"



УДК 656.022

А. П. ТРЯСЦИН, А.Н. НОВИКОВ, А.Н. ГОЛЕНЬКОВ

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ ГЛОНАСС-GPS

*Рассмотрено назначение системы диспетчеризации, ее структура и состав. Внедрение систем диспетчеризации горнотранспортного комплекса в горнодобывающей промышленности России. Основные преимущества применения системы глобального позиционирования "GPS".*

**Ключевые слова:** диспетчеризация горнотранспортного комплекса, система глобального позиционирования "GPS"

A.P. TRYASTSYN, A.N. NOVIKOV, A.N. GOLENKOV

## IMPROVING MANAGEMENT OF TRANSPORTATION SYSTEM BASED ON GLONASS-GPS

*We consider the appointment scheduling system, its structure and composition. The introduction of the dispatching mining and transport complex in the Russian mining industry. The main advantages of using a global positioning system "GPS".*

**Keywords:** dispatch mining and transport complex, global positioning system "GPS"

Развитие диспетчеризации с использованием АСУ ТП, особенно на технологическом транспорте, происходило на протяжении последних 40–45 лет. Известны такие системы, как «Карат», «Пуск», «Томусинский», «Кварцит» и «Гранит», которые работают в «режиме советчика» по замкнутому циклу. Система «Карат» разработана Центральным научно-исследовательским институтом комплексной автоматизации (ЦНИИКА).

Система осуществляет ряд функций по управлению и контролю технологических процессов в карьере:

1. Распределение потока технологического транспорта по пунктам погрузки для выполнения сменного плана горных работ и обеспечения требуемого содержания полезного продукта в рудах, поставляемых на обогатительную фабрику;
2. Выбор пункта погрузки и маршрута следования каждого автосамосвала с целью уменьшения суммарных простоев погрузочного и транспортного оборудования;
3. Учет работы экскаваторов и автосамосвалов;
4. Учет объемов горной массы по пунктам разгрузки и со всего карьера в целом.

Она позволяет опознавать номера автосамосвалов на контрольных пунктах, взвешивать их по ходу, информировать о перевозимом объеме горной массы водителей автосамосвалов и оператора, контролировать автосамосвал при сходе его с линии. При резких изменениях производственной ситуации (например, выход из строя погрузочных экскаваторов, перегрузочных пунктов, обогатительных фабрик, изменение содержания руды в забоях и т.д.) производится перезакрепление автосамосвалов.

Внедрение этой системы позволило снизить простои автотранспорта в ожидании погрузки в среднем на 15–20%, простои экскаватора в ожидании транспорта – на 20%, повысить однородность качества руды, поступающей на обогатительную фабрику, увеличить коэффициент использования грузоподъемности автотранспорта на 17%, повысить культуру производства.

АСУ ГТК «КАРЬЕР» разработана с целью повышения качества оперативного управления работой большегрузных автосамосвалов. Это достигается благодаря непрерывному обеспечению диспетчерского и управленческого персонала полной информацией о текущем положении и техническом состоянии находящихся в рабочей зоне самосвалов (для этого последние оснащены бортовыми комплектами оборудования):

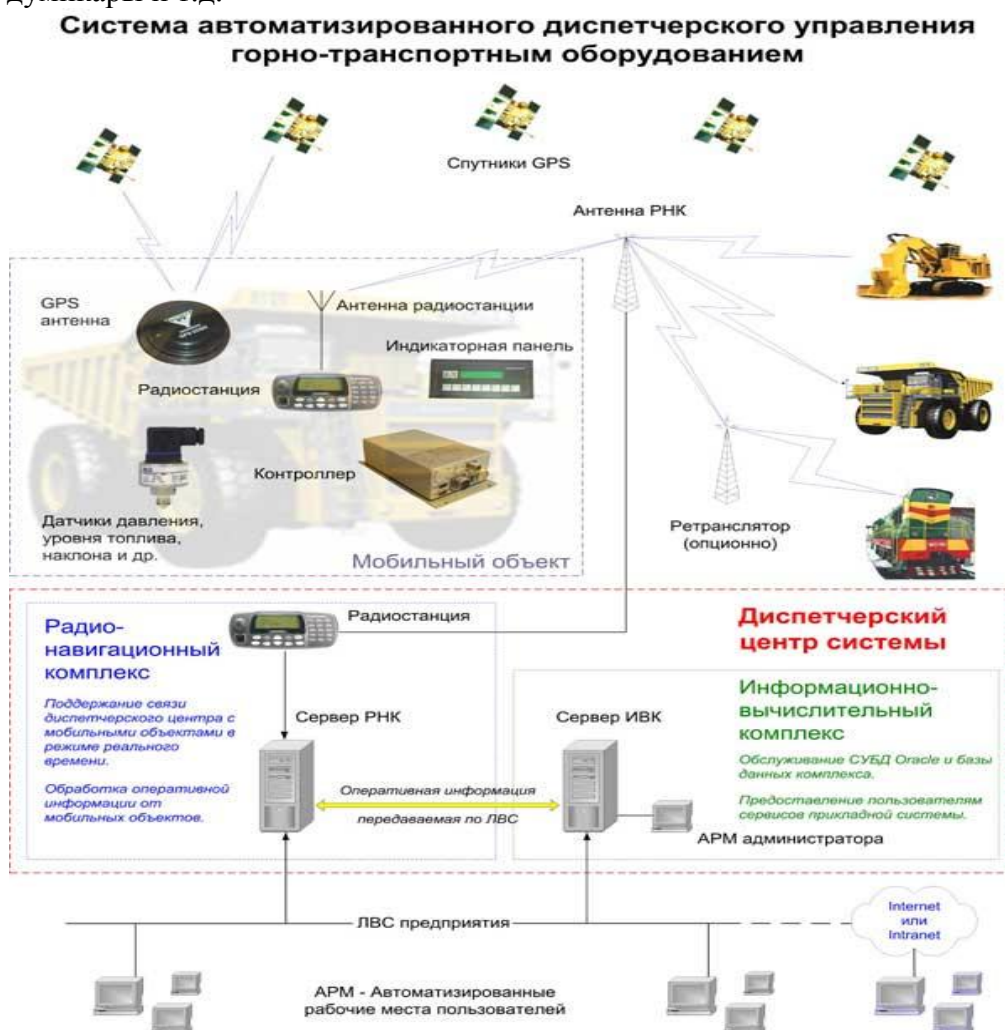
количество сделанных рейсов, масса перевезенных грузов, расход топлива и другие характеристики работы транспортных средств.

Для определения в реальном времени положения (а значит, направления движения, скорости и вида работы) мобильного объекта в системе «КАРЬЕР» используется спутниковое определение координат с применением приемников глобальной системы позиционирования GPS.

Система «Кварцит», внедренная на Ингулецком ГОКе (Украина), функционирует в «ручном режиме». Наряду с функциями учета работы экскаваторов и автосамосвалов она позволяет производить ручное адресование автосамосвалов на погрузку и разгрузку в соответствии с планом-графиком, рассчитанным в информационном вычислительном центре.

В ее состав входят автомобильные весы, датчик номера автосамосвала, устройство опознавания и диспетчерский пульт. На запоминающий регистр диспетчерского пульта информация о количестве горной массы поступает с автомобильных весов, о номере автосамосвала – с устройства опознавания, о номере погрузочного экскаватора и о месте разгрузки – с наборного поля диспетчерского пульта. Сформированная информация выводится на перфоленгу и на световое табло автомобильных весов. При въезде автосамосвала в карьер на световом табло высвечивается адрес погрузки и разгрузки, набираемый вручную диспетчером на наборном поле пульта.

Система диспетчеризации горнотранспортного комплекса (ГТК) предназначена для автоматизированного управления работой горного предприятия. Объектами управления являются мобильные объекты ГТК: буровые станки, автосамосвалы, экскаваторы, локомотивы, думпкары и т.д.



**Рисунок 1 – Система автоматизированного диспетчерского управления горнотранспортным оборудованием**

АСУ ГТК способно обеспечить эффективное решение прикладных задач, связанных не только непосредственно с диспетчерским управлением, но и инженерным надзором, а именно:

1. Управление объемом и качеством добычи полезных ископаемых, производством вскрышных работ.

2. Рациональное использование фонда рабочего времени и номинальной производительности машин и механизмов.

3. Контроль (мониторинг) выполнения технологических операций и норм эксплуатации машин и механизмов.

4. Контроль выполнения проектов и планов горных и буровзрывных работ.

5. Управление буровзрывными работами.

6. Организация планомерного ремонта и обслуживания горнотранспортным оборудованием и автомобильными дорогами.

В результате внедрения АСУ ГТК появляется возможность более эффективно решать задачи оперативного управления работой карьера, в том числе задачи оптимизации грузопотоков, поддержания требуемого содержания полезных компонентов в руде на складах, а также управление заправками. Кроме того, появляется возможность объективной оценки деятельности служб и участков предприятия, что положительно влияет на трудовую и технологическую дисциплину персонала.

Системы управления ГТК можно разделить на три типа:

1. Системы с «ручным режимом»

Это системы, предоставляющие всю необходимую информацию о технологических параметрах производимых работ и, возможно, о техническом состоянии объектов, на основе которой решение принимает диспетчер или соответствующий персонал.

2. Системы с «режимом советчика»

Не только снимают информацию с датчиков, но и обрабатывают ее для выдачи диспетчеру одного оптимального или нескольких вариантов решения на выбор.

3. Системы с «диалоговым режимом»

Имеют те же возможности, что и системы с «режимом советчика», но работают исходя из принципов заранее заданных критериев (условий), которые диспетчер может изменять в режиме реального времени в зависимости от обстановки.

Последнее поколение АСУ ГТК, как правило, содержит средства оптимизации процессов, которые имеют, кроме «режима советчика», полностью автоматический режим, допускаемый для тех или иных операций на основе заданных критериев оптимизации и весовых коэффициентов этих критериев. В этом режиме диспетчер только отслеживает результаты принятых системой решений, только при необходимости вмешиваясь в управление.

Все большее число руководителей компаний, ведущих деятельность по организации грузовых и пассажирских перевозок, понимают всю важность внедрения системы мониторинга автотранспорта на предприятии.

Многие клиенты компании неоднократно отмечали существенное повышение качества бизнеса, являющееся прямым следствием внедрения GPS мониторинга. А положительный экономический эффект от применения GPS системы навигации на предприятиях, специализирующихся на автоперевозках, ощущается спустя годы после внедрения.

1. Оценка реального положения дел на предприятии

Как правило, установка системы мониторинга автотранспорта вызывает неоднозначную реакцию водителей. Руководство фирмы должно подойти к организации

внедрения системы со всей тщательностью и провести профилактическую работу среди водителей предприятия, объяснить условия дальнейшей работы. Для того чтобы увидеть реальное положение дел, сложившихся в бизнесе, а также оценить качество работы персонала, руководители особенно крупных компаний предпочитают скрытную установку системы, без предварительного уведомления водителей. Такой способ установки позволяет оценить поведение водительского состава компании в обычных трудовых условиях и на основании сделанных выводов принять решение о том, насколько назрела необходимость в постоянном применении средств слежения за автотранспортом и обслуживающим его персоналом.

## 2. Существенное снижение пробега транспорта

Этот показатель достигается за счет более эффективного управления перевозками и транспортной логистики. Диспетчер всегда видит на экране монитора каждую машину, на которой установлен GPS трекер, видит исполнение работы водителем, состояние выполняемых водителем заказов, а также имеет возможность отправить на задание ближайший к пункту назначения автомобиль. За счет исключения необоснованных простоев и «левых рейсов» также существенно уменьшаются средние показатели пробега автотранспорта предприятий.

## 3. Снижение расхода топлива

Достигается как за счет уменьшения пробега, так и за счет возможности подключения датчиков слежения за уровнем топлива в баке. Датчик расхода топлива, при подключении его к системе, с высокой точностью отражает всю информацию о количестве заправленного или слитого топлива, точных координат о времени и месте заправки или слива. Незаметно слить топливо и затем накрутить спидометр становится практически невозможно. Именно это обстоятельство принесло наиболее ощутимую экономию средств большинству транспортных предприятий, внедривших систему слежения за автотранспортом.

## 4. Эффективная работа водительского персонала

На самом деле этот процесс является ключевым в работе всего предприятия. Спутниковое слежение за автомобилем и постоянный контроль всего водительского состава позволяет провести максимально эффективную работу среди всего персонала. Руководство компании должно быть готовым к различным действиям, саботирующим внедрение системы вплоть до массовых увольнений и преднамеренных попыток вывести установленное оборудование из строя. Зафиксировано немало случаев, когда водители стараются любым путем избавиться от «слежки». Так, в Глонасс-GPS трекер, установленный на транспортном средстве, заливаются различные жидкости, что делает устройство непригодным для дальнейшей эксплуатации и не подлежащим ремонту. Руководству компании, принявшей решение об оснащении своего автопарка системой слежения, рекомендуется с самого начала работы в письменном виде закреплять материальную ответственность водительского состава за доверенное им оборудование (как и установленное на машине). Поэтому, в случае преднамеренной порчи GPS трекера, водитель должен оплатить стоимость GPS модуля, его ремонта и монтажа. А любое несогласованное с руководством действие водителя (слив топлива или необоснованное отклонение от маршрута) должно быть оправдано отчетом.

## 5. Повышение качества обслуживания клиентов

Естественно, достигается за счет снижения расхода топлива и уменьшения пробега автотранспорта предприятия, в результате чего происходит снижение цен на услуги (и их себестоимость). Результатом является выход компании на лидирующие позиции рынка в своем сегменте за счет резкого повышения конкурентоспособности и роста прибыли.

## 6. Быстрая окупаемость расходов по внедрению системы GPS мониторинга

Как отмечают клиенты компании по установке навигации, расходы по внедрению системы слежения окупаются очень быстро, от 3 месяцев до полугода, в зависимости от того, в какой сфере деятельности работает транспортная компания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. Ф. Клебанов, Д. Я. Владимиров, Л. В. Рыбак “ Система диспетчеризации большегрузных автосамосвалов “Карьер” на разрезе “Черниговский: структура, функциональность, экономическая эффективность” Горная промышленность № 1, 2003 г. с. 52-57.
2. Д. Я. Владимиров, А. Ф. Клебанов, С. Н. Кудин “Современный этап освоения информационных компьютерных технологий для автосамосвалов “БелАЗ”. Горная промышленность специальный выпуск, 2004 г. с. 24-28.
3. Б.Л. Тростянецкий Автомобильные перевозки / – М.: Транспорт, 1998. - 238с.
4. Л.Л. Афанасьев Единая транспортная система / С.М. Цукерберг. - М.: Транспорт, 1999. – 336с.
5. М.В. Васильев Автомобильный транспорт карьеров / З.Л. Сироткин, В.П. Смирнов. – М.: Издательство “Недра”, 1999. – 165с.
6. Трясцин А. П. Теоретические аспекты создания обучающих систем для подготовки водителей занятых перевозкой опасных грузов с использованием информационных систем на основе ГЛОНАСС/GPS / А. П. Трясцин // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет-УНПК, №4(39) 2012, 116-121 с.

### **Трясцин Антон Павлович**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК»

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел.: +7(4862)734350

E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

### **Новиков Александр Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г. Орёл

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7(8462)734350

E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

### **Голеньков Алексей Николаевич**

ФГБОУ ВПО “Госуниверситет – УНПК”, г. Орел

Аспирант кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7 (910) 747-70-72

E-mail: [Leshu\\_Golenkov@mail.ru](mailto:Leshu_Golenkov@mail.ru)

## СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ СЕРВИСА ДИСТАНЦИОННОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ В СОСТАВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

*Современная концепция развития ИТС предусматривает наличие систем надзора и контроля автопарка, диспетчерского сопровождения перевозок, организации и безопасности дорожного движения, информирования о дорожных условиях. Однако необходимо понимать, что с технической точки зрения ИТС предоставляют возможность внедрения в их структуру сервисов как для небольших частных предприятий, так и для индивидуальных автовладельцев. Каждый седьмой (13%) владелец автомобиля хотел бы иметь систему удалённой диагностики технического состояния транспортного средства. Включение услуг и подсистемы дистанционного диагностирования в структуру ИТС позволит шире охватить данный рынок и коммерциализировать его.*

**Ключевые слова:** дистанционное диагностирование, интеллектуальных транспортных систем.

M.V. PESHEKHONOV, A.A. KATUNIN

## CREATION AND DEVELOPMENT OF REMOTE DIAGNOSTICS SERVICE AS PART OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

*The modern concept of ITS provides for a system of supervision and control of fleet dispatching support traffic organizations and road safety awareness of road conditions. However, you must understand that from a technical point of view provide an opportunity to implement ITS in the structure of services for small private enterprises and individual car owners. One in seven (13%), the car owner would like to have a system for remote diagnostics of technical condition of the vehicle. The inclusion of services and remote diagnostics subsystem in the structure of the ITS will allow greater reach this market and commercialize it.*

**Keywords:** remote diagnosis, intelligent transportation systems.

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – это система, интегрирующая современные информационные, коммуникационные и телематические технологии, технологии управления и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортной системой региона (города, дороги), конкретным транспортным средством или группой транспортных средств, с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфорта для водителей и пользователей транспорта [1].

В составе ИТС выделяют следующие подсистемы:

- подсистема директивного управления транспортными потоками с реализацией управляющих воздействий через светофоры и знаки с изменяемой информацией;
- подсистема косвенного управления транспортными потоками и информирования участников дорожного движения;
- подсистемы обеспечения безопасности транспортного средства (предотвращение столкновения, уведомление о столкновении, помощь водителю);
- подсистема экстренного вызова помощи;
- интеллектуальная подсистема сбора метеоданных (температура и состояние дорожного покрытия, условия видимости и т.п.);
- подсистема принуждения к соблюдению правил дорожного движения;

- подсистема сбора платежей на платных участках дорог, иные подсистемы электронной оплаты транспортных услуг (парковка);
- подсистема информирования участников дорожного движения;
- подсистема управления при чрезвычайных ситуациях и при ликвидации последствий ДТП;
- подсистемы по видам транспортной деятельности: управление общественным транспортом, сопровождение и контроль коммерческих автоперевозок, управление коммунальным транспортом, специальным транспортом, сопровождение интермодальных грузовых перевозок, транспорта, осуществляющего перевозку опасных и особо опасных грузов (радиоактивные вещества и ядовитые материалы);
- подсистема управления состоянием дороги.

Развитие и внедрение данных подсистем в составе ИТС характеризуется её нацеленностью на реализацию государственной стратегии развития дорожного движения. Указанные направления бесспорно важны для такой страны как Российская Федерация. Развитие современной транспортной инфраструктуры в перспективе окажет влияние на такие области как экономика и экология.

Современная концепция развития ИТС предусматривает наличие систем надзора и контроля автопарка, диспетчерского сопровождения перевозок, организации и безопасности дорожного движения, информирования о дорожных условиях.

Можно заметить, что большинство из этих систем, так или иначе, направлены на удовлетворение потребностей государственных структур, крупных транспортных компаний, функционирование транспортной инфраструктуры государства в целом.

Однако необходимо понимать, что с технической точки зрения ИТС предоставляют возможность внедрения в их структуру сервисов как для небольших частных предприятий, так и для индивидуальных автовладельцев. Подобные системы принято объединять под общим термином – телематика под которой понимается соединение телекоммуникационных технологий с компьютерными устройствами для интегрированной обработки и передачи информации в автомобиле, включает следующие автомобильные системы, средства и технологии:

- системы навигации (Navigation Systems);
- системы «Комфорт» и информационно-командные системы (System of the "Comfort" and information-command systems);
- системы дистанционной диагностики (Remote Diagnostics);
- системы контроля трафика (Traffic Control Systems);
- системы коммуникации автомобилей друг с другом.

Согласно социологическому исследованию Стенфордского института бизнеса потребности потенциальных потребителей услуг телематики выглядят следующим образом (рисунок 1). [2]

На первом месте стоит интеграция автомобиля с мобильным телефоном – 25% (решается большинством современных автопроизводителей на этапе проектирования автомобиля); следующие услуги – «тревожная кнопка» и поиск угнанного автомобиля – 20% и 17% предоставляются большим количеством охранных предприятий и фирм по установке и сопровождению систем сигнализации об угоне. Каждый седьмой (13%) владелец автомобиля хотел бы иметь систему удалённой диагностики технического состояния транспортного средства, что превышает востребованность даже таких систем как навигация (9%) или получение информации о трафике на дорогах (8%).

Можно сделать вывод, что включение услуг и подсистемы дистанционного диагностирования в структуру ИТС позволит шире охватить данный рынок и коммерциализировать его. При этом необходимо понимать, что, например, в России нет

крупного оператора услуг дистанционного диагностирования, а имеющиеся на рынке системы предоставляются автопроизводителями и несут минимум функций.

Развитие подобной технологии является одним из перспективнейших направлений технической эксплуатации автомобиля, особенно в нашей стране, имеющей огромную территорию. В перспективе массовое внедрение данной услуги позволит оптимизировать работу как сервисных предприятий (контроль текущего состояния гарантийных и постгарантийных автомобилей), так и крупных автотранспортных предприятий (АТП). Система удаленной диагностики поможет снизить эксплуатационные затраты и повысить уровень безопасности. Например, она выявит низкое давление в шинах и оповестит водителя об экстренной ситуации. Нормальное давление в шинах очень важно для эффективного функционирования и безопасности автомобиля, поскольку это экономит топливо, увеличивает срок службы шин и снижает тормозной путь.



Рисунок 1 – Потребности потенциальных потребителей телематических услуг

Необходимо так же отметить, что использование систем дистанционной диагностики предъявляет более низкие требования к квалификации специалистов, непосредственно работающих с автомобилем за счёт того, что анализ информации и принятие решений происходит в удалённом центре обработки данных. Фактически, инициировать сеанс дистанционной диагностики может сам водитель неисправного транспортного средства или диспетчер, зафиксировавший отклонение от нормы того или иного показателя работы автомобиля. Данный аспект особо важен при эксплуатации системы в удалённых районах, где зачастую вообще отсутствуют сервисные центры с необходимым оборудованием. [3]

При этом с технической точки зрения внедрение подобной технологии не требует сверхзатрат. Все современные автомобили как грузовые, так и легковые имеют встроенные системы самодиагностики. В составе электронных систем управления транспортных средств автопроизводителями предусмотрено наличие разнообразных диагностических датчиков, информация с которых собирается в режиме online и обрабатывается электронным блоком управления (ЭБУ) с микроконтроллером. При этом зафиксированные отклонения параметра технического состояния той или иной системы транспортного средства фиксируются в памяти ЭБУ, что позволяет использовать данную информацию для определения возможной причины неисправности. С технологической точки зрения важно, что системы самодиагностики автомобилей создаются по единым стандартам, что облегчает проектирование и производство универсальных диагностических комплексов, которые можно адекватно интегрировать в бортовую сеть ТС с минимальными трудовыми и



экономическими затратами. Данная процедура ещё сильнее упрощается в современных автомобилях, имеющих мультиплексную проводку на основе применения последовательного протокола передачи данных «CAN – шина». Она сводится к монтажу диагностического шлюза и терминала в любое место «CAN – шины».

В текущий момент своего развития процедура диагностирования электронных систем управления автомобилями осуществляется на предприятиях автомобильного сервиса при непосредственном контакте транспортного средства и диагностического устройства, что в определённом смысле не всегда удобно, особенно при возникновении неисправности вдали от крупных городов и специализированных станций технического обслуживания. В подобных ситуациях возникает необходимость доставки транспортного средства на СТО, что, в свою очередь, ведёт к значительным экономическим потерям, особенно, если неисправность появилась на транспортном средстве, осуществляющем коммерческие перевозки.

Из вышесказанного видно, что интеграция в единый комплекс системы мониторинга передвижения транспорта и системы диагностирования электронных систем управления автомобилем на основе применения технологий спутниковой связи и навигации ГЛОНАСС и в частности системы «ЭРА ГЛОНАСС» является перспективным направлением развития отечественных систем телематики (рисунок 2) в рамках ИТС.

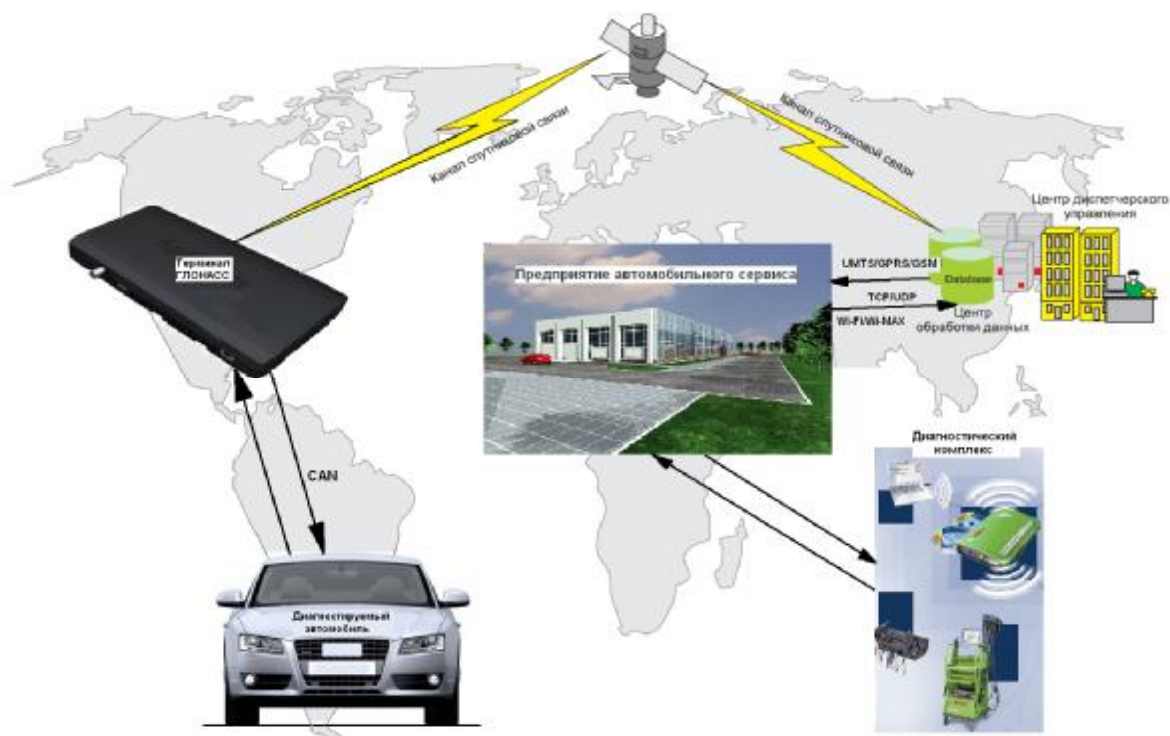


Рисунок 2 – Принципиальная схема оказания услуг дистанционной диагностики с применением спутниковых технологий

Таким образом, можно говорить, что сервис дистанционного диагностирования электронных систем автомобиля в перспективе является востребованным на рынке как автосервисных услуг, так и для индивидуальных пользователей. При этом развитие его предлагается осуществлять в рамках ИТС, так как интеграция в единую систему сервисов дорожной инфраструктуры, управления транспортными потоками, эксплуатации подвижного состава и т.п. является наиболее оптимальным с точки зрения удобства потребителей и учёта взаимовлияния отдельных факторов и подсистем такой сложной и разветвленной структуры как ИТС.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет по государственному контракту № УД-47/261 «Разработка концепции создания интеллектуальной транспортной системы на автомобильных дорогах федерального значения». М.: МАДИ, 2009, 90 с.
2. Koudal P. OnStar: Connecting to Customers Through Telematics. / Peter Koudal, Hau L. Lee, Seungjin Whang, Barchi Peleg, Paresh Rajwat. – Stanford, 2004
3. Катунин А.А. О перспективах использования ГЛОНАСС для дистанционного диагностирования электронных систем автомобилей. / А.А.Катунин, М.В. Пешехонов, А.Н. Новиков // Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции «ГЛОНАСС- регионам, 2012». – Орел, 2013, 88 - 92 с.

**Пешехонов Михаил Владимирович**

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК», г. Орёл

Аспирант кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7(953) 615 6155

E-mail: [peshekhonov.m@gmail.com](mailto:peshekhonov.m@gmail.com)

**Катунин Андрей Александрович**

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК», г. Орёл

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7(915) 508 0508

E-mail: [katunin57@gmail.com](mailto:katunin57@gmail.com)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

<i>Е.А. Власова, А.В. Манжула, А.И.Савлук</i> Актуальные проблемы российского автопрома	3
<i>А.С. Бодров, А.Н. Новиков</i> Анализ факторов, оказывающих влияние на нарушение лакокрасочных покрытий автомобилей	7
<i>Ю.А. Власов, Н.Т. Тищенко, Р.Ю. Таньков, С.А. Земляной</i> Диагностика агрегатов машин по параметрам работающего масла методом колебательного контура	12
<i>Э.И. Удлер, Н.Н. Шевченко, П.В. Шевченко, А.В. Давыдов</i> Заправочный фильтр повышенной эффективности для автотранспортных средств	19
<i>Л.А. Савин</i> Интеллектуальные технологии в роторных агрегатах транспортных средств	25
<i>В.И. Костенко</i> Использование бально-рейтинговой системы при оценке знаний студентов	29
<i>А.Н. Новиков</i> Кадровое обеспечение инновационного развития транспортного комплекса	33
<i>Е.В. Бондаренко, А.А. Филиппов, Р.Т. Шайлин</i> К вопросу о разработке и реализации программы «расширение парка техники, работающей на природном газе и региональной заправочной сети до 2015 года и на перспективу до 2020 года»	41
<i>Г. О. Мельников, Е. С. Ларин, А. А. Ревин, В. Г. Дыгало</i> Компьютерный метод диагностики систем активной безопасности автомобиля. диагностика ABS и ESP	46
<i>А.М. Белоковильский, Д.А. Искоркин</i> Методический подход к разработке алгоритма поиска неисправности в системах впрыска легкого топлива	51
<i>А.В. Мавлюбердинова, О.А. Рублева, А.Н. Новиков</i> Методы и методики проведения внутрифирменного обучения персонала	59
<i>И.В. Стародубцева</i> Методы контроля тормозного сопротивления гибридного электромобиля	63
<i>М. Демич, Дж. Делиженски, М. Демич, И. Демич</i> Некоторые аспекты исследования тепловых нагрузок полуактивной системы подвески автомобильного транспорта	69
<i>С.Ю. Радченко, Д.О. Дорохов, И.М. Грядунов</i> Новая технология упрочнения вкладышей подшипников скольжения	84
<i>В.М. Власов, И.В. Конин</i> Новые инновационные направления подготовки кадров для автомобильного транспорта – эксплуатация транспортно-телематических систем и построение ИТС	89
<i>Г.В. Букалова, А.Н. Новиков</i> Нормирование результата образования технического профиля	94
<i>А.А. Катунин, С.А. Серёгин</i> Основные принципы организации дистанционного диагностирования автомобилей	99
<i>Ю.Н. Баранов, С.В.Баранова</i> Основные тенденции инновационного развития автомобилестроения России, на примере ооо «автоваз»: политика и эффективность функционирования	107
<i>Ю.Н. Баранов, А.А. Катунин, П.А. Пантюхин</i> Оценка технического уровня безопасности производственного оборудования автомобильного сервиса	114
<i>Т.В.Бровман, П.В.Панков</i> Очистка воды технологической системы автосервисных предприятий	117

<i>Д.О. Базлов, Р.Н. Поляков</i> Перспективы применения адаптивных подшипниковых узлов в агрегатах транспортных средств	120
<i>Д. Г. Кузьмин, Т. В. Бровман</i> Повышение пассивной безопасности кузова транспортного средства, за счёт внедрения модуля усиления	124
<i>Э.И. Удлер, В.Р. Фукс, В.В. Медведев, А.Е. Козич</i> Повышение ресурса рабочих жидкостей гидросистем мобильных машин	127
<i>И.В. Михалевский, А.А. Катунин, А.Н. Новиков</i> Повышение эффективности диагностики современных систем бензинового впрыска на основе технологий компании BOSCH	132
<i>А.В. Коломейченко</i> Проблемы повышения надежности деталей и узлов из алюминиевых сплавов микродуговым оксидированием	137
<i>В.С. Шатерников</i> Проблемы совершенствования организации ремонтного обслуживания двигателей карьерных большегрузных автомобилей-самосвалов	144
<i>Э.И. Удлер, В.Д. Исаенко, П.В. Исаенко, Д.В. Халтурин</i> Способ снижения загрязнения топлива путем его подогрева при эксплуатации машин в районах холодного климата	153
<i>М.В. Майоров, В.В. Мишин</i> Стенд диагностики ступичного подшипника автомобиля	160
<i>Н.В. Лобов, Д.В. Мальцев, Е.М. Генсон</i> Термодинамическая модель гидросистемы мусоровоза мк-20 для определения массы груза поднимаемого манипулятором	164
<i>Т.В.Бровман, С.Л. Алимов, Н.Е. Бабенко</i> Энергетические методы определения верхних оценок момента и мощности при навивке пружин	169

## MODERN TECHNOLOGY OF TECHNICAL EXPLOITATION AND REPAIR OF VEHICLES

<i>E.A. Vlasova, A.V. Mangula, A.I. Savluc</i> Actual problems of the russian automotive industry	3
<i>A.S. Bodrov, A.N. Novikov</i> Analysis of factors affecting the violation paintwork of the vehicle	7
<i>Y.A. Vlasov, N.T. Tishchenko, R.Y. Tankov, S.A. Zemlyanoy</i> Diagnosis of units machines operating parameters by oil oscillatory circuit	12
<i>E.I.Udler, N.N.Shevtchenko, P.V.Shevtchenko, A.V.Davydov</i> Petrol filter of high efficiency for vehicle	19
<i>L.A. Savin</i> Intellectual technologies in the rotor units of vehicles	25
<i>V. I. Kostenko</i> Use the point-rating system in the assessment of students ' knowledge	29
<i>A.N. Novikov</i> Staffing of innovation development of transport complex	33
<i>E.V.Bondarenko, A.A.Filippov, R.T.Shaylin</i> To the question of development and implementation of the program "expansion of park of the equipment working at natural gas and the regional filling network till 2015 and on prospect till 2020"	41
<i>G. O. Melnikov, E. S. Larin, A.A. Revin, V.G. Dygalo</i> Computer method for diagnosis of active safety car. diagnosis of ABS and ESP	46
<i>A.M. Belokovylsky, D.A. Iskorkin</i> Systematic approach to the development of fault finding in systems light fuel injection	51
<i>A.V. Mavlyuberdinova, O.A. Rubleva, A.N. Novikov</i> Principles and techniques of in-house training of staff	59
<i>I.V. Starodubtseva</i> Control methods of brake resistance of hybrid electric vehicle	63
<i>M. Demić, DJ. Diligenski, M. Demić, I. Demić</i> Some aspect of the investigation of heat load of semi-active suspension system of motor vehicle	69
<i>S.Y. Radchenko, D.O. Dorohov, I.M. Gryadunov</i> New technology for hardening plain bearings	84

<i>V.M. Vlasov, I.V. Konin</i> The new innovative directions of training staff for automobile transport - exploitation transportation telematics systems and building the ITS	89
<i>G.V. Bukalova, A.N. Novikov</i> Rationing result of technical education profile	94
<i>A.A. Katunin, S.A. Seregin</i> Main principles of organization of remote diagnosis hire	99
<i>Y.N. Baranov, S.V. Baranova</i> The main trends of innovative development of the automotive industry of Russia, on the example of JSC «AvtoVAZ»: politics and the effectiveness	107
<i>Y.N. Baranov, A.A. Katunin P.A. Pantyshin</i> Assessment of the technical level of security industrial equipment transport service	114
<i>T.V. Brovman, P.V. Pankov</i> Water treatment of technology system in car service station	117
<i>D.O. Bazlov, R.N. Polyakov</i> Prospects of adaptive bearing units in aggregates of vehicles	120
<i>D.G. Kuzmin, T.V. Brovman</i> Increase of passive safety of the vehicle body through the introduction of protection module	124
<i>E.I. Udler, A.YE. Kozich, V.V. Medvedev, V.R. Fuks</i> Increase of the hydraulic fluids resource in mobile transport	127
<i>I.V. Mikhalevsky, A.A. Katunin, A.N. Novikov</i> Improving the diagnostic efficiency of modern petrol injection systems based on BOSCH technologies	132
<i>A.V. Kolomeichenko</i> Problems of reliability of parts and components aluminum alloy micro arc oxidation	137
<i>V. S. Shaternikov</i> Problems of improvement of the organization of corrective maintenance of engines of career heavy-load cars dump trucks	144
<i>E.I. Udler, V.D. Isaenko, P.V. Isaenko, D.V. Khalturin</i> Method of reducing pollution by its fuel heater operation of machines in areas of a cold climate	153
<i>M.V. Majorov, V.V. Mishin</i> Stand for diagnosis of wheel bearing of vehicle	160
<i>N.W. Lobov, D.V. Maltsev, E.M. Genson</i> The thermodynamic model of hydraulic garbage truck mk-20 for determination of the solid waste weight	164
<i>T.V. Brovman, S.L. Alimov, N.E. Babenko</i> Energy methods of determining the upper estimates of power and torque in spring coiling	169

## ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК, БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА

<i>P.A. Egorova, B.M. Пономарев</i> Автомобиль как источник шума	175
<i>A.M. Ишков, А.Л. Бояришинов, С.Ю. Ларионов</i> Анализ дорожно - транспортных происшествий в г. Якутске РС(Я)	180
<i>М. Е. Елисейев, В. В. Константинов</i> Анализ ДТП с участием автобусов при разработке интерактивной карты аварийности для Нижнего Новгорода	184
<i>А.В. Липенков, Н.А. Кузьмин</i> Анализ состояния и функционирования остановочных пунктов городского пассажирского транспорта г. Нижнего Новгорода	188
<i>К.С. Есин, А.Л. Севостьянов</i> Анализ транспортного обеспечения зерновой логистики (на примере Орловской области)	193
<i>О.Н. Рожко, Р.А. Яковлев, М.В. Котенкова</i> Инновационные аспекты внедрения аутсорсинга в транспортную логистику региона	199
<i>С.Н. Глаголев, Н.С. Севрюгина, А.А. Конев</i> Кластерный анализ и его использование в вопросах развития придорожного сервиса на примере Белгородской области	206
<i>М. Е. Елисейев, Е. Г. Дегтерёв</i> Об аннотировании очагов интерактивной карты аварийности	211

<b>Л. Э. Еремеева</b> Оптимизация транспортно-логистической системы региона в условиях конкурентной среды	216
<b>П. Пржибил, О. Пржибил</b> Опыт города прага по организации дорожного движения	220
<b>Е.А. Волков, Т.В. Кочкина</b> Оценка эффективности систем управления спецтехники и психофизические возможности оператора	232
<b>В.А. Корчагин, В.А. Суворов, Е.А. Чекрыжов</b> Повышение надёжности и эффективности транспортного обслуживания особой экономической зоны	236
<b>Л.Б. Миротин, Е.А.Лебедев</b> Повышение эффективности транспортного обслуживания логистики агрокомплекса	244
<b>А.Л. Севостьянов</b> Развитие транспортно-логистической инфраструктуры для перевозки зерна элеваторы	248
<b>А.Е. Боровской, А.Г. Шевцова</b> Разработка метода сбора информации по интенсивности дорожного движения	253
<b>В.А. Корчагин, Ю.Н. Ризаева, М.В. Горбань, О.Ю. Гончаров</b> Сравнительная оценка уровня экологической опасности автотранспортных средств	261
<b>А.А.Ляхнов, И.А. Новиков</b> Сравнительный анализ аварийности по белгородской области и по российской федерации за период 2008-2012годы	266
<b>В.В. Васильева</b> Экологический аспект использования интеллектуальных транспортных систем	272
<b>С.А.Жесткова, Э.Р.Домке, В.Ю.Акимова</b> Экспериментальные исследования процесса доставки нефтепродуктов с нефтебаз на автозаправочные станции	274

## ORGANIZATION OF ROAD TRANSPORT ROAD SAFETY AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF TRANSPORT

<b>R.A. Egorova, V.M. Ponomarev</b> Car as a source of noise	175
<b>A.M.Ishkov, A.L.Boyarshinov, C.Y. Larionov</b> Analysis traffic accidents in Yakutsk	180
<b>M.E. Eliseev, V.V. Konstantinov</b> The analysis of road accidents with participation of buses for development of interactive accidents map for Nizhny Novgorod	184
<b>A.V. Lipenkov, N.A. Kuzmin</b> The analysis and operation of bus stops of Nizhny Novgorod city transport	188
<b>K.S. Yesin, A.L. Sevostyanov</b> Analysis of transport maintenance of grain logistics (for example of the Orel region)	193
<b>O.N. Rozhko, R.A. Yakovlev, M.V. Kotenkova</b> Innovative aspects of implementation of outsourcing in transport logistics of region	199
<b>S.N. Glagolev, N.S. Sevryugina, A.A. Konev</b> Cluster analysis and its use in matters of roadside service on the example of Belgorod region	206
<b>M.E. Eliseev, E.G. Degteryov</b> About annotation of road accidents centers of interactive accidents map	211
<b>L.E. Eremeeva</b> Optimization of transportation and logistics system of region in conditions of competitive environment	216
<b>P. Přibyl O. Přibyl</b> Experience the city of Prague for the organization of traffic	220
<b>E.A. Volkov, T.V. Kochkina</b> Estimation of efficiency of control systems by special equipment and operator's psychophysical capabilities	232
<b>V.A. Korchagin, V.A. Suvorov, E.A. Chekryzhev</b> Increase reliability and overall vehicle maintenance of special economic zones	236
<b>L.B. Mirotin, E.A. Lebedev</b> Rising of logistic transport service effectiveness of agrocomplex	244
<b>A.L. Sevostianov</b> Development of transportation and logistics infrastructure of grain elevators	248

<i>A.E. Borovskoy, A.G. Shevtsova</i> Development of methods for collecting information on intensity road traffic	253
<i>V.A. Korchagin, Yu.N. Rizaeva, M.V. Gorban, O. Yu. Goncharov</i> Comparison of level of environmental hazards of motor vehicles	261
<i>A.A.Lachnov, I.A.Novikov</i> Comparative analysis of accidents in the Belgorod region and the Russian Federation for the period 2008-2012	266
<i>V.V. Vasilieva</i> Ecological aspect of intelligent transport systems	272
<i>S.A.Zhestkova, E.R.Domke, V.YU.Akimova</i> Experimental study of of petroleum products supplies from oil depots at gas stations	274

## СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛОНАСС/GPS И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

<i>Л.Е. Гай, И.А. Новиков, С.В. Кущенко, А.Н. Котухов</i> Заторы. Моделирование транспортных потоков с целью снижения дорожных заторов	281
<i>Д.Д. Матназаров, А.А. Катунин, С.А. Безгин, А.С. Минаев</i> Перспективы внедрения интерактивной системы автомобильных электронных карт	287
<i>А.В. Кулев, А.Н. Новиков, А.А. Катунин</i> Перспективы применения интеллектуальных транспортных систем (ИТС) на городском общественном транспорте	292
<i>Д.Н. Торгачев</i> Проблемы и перспективы использования инновационных технологий глонасс на пассажирском и социальном транспорте	296
<i>М.В. Медведева, С.И. Соколев, А.Е. Боровской</i> Разработка дислакации дорожных знаков и разметки на основе геодезических изысканий	300
<i>А. П. Трящин, А.Н. Новиков, А.Н. Голенков</i> Совершенствование управления автотранспортными системами на основе ГЛОНАСС-GPS	305
<i>М.В. Пешехонов, А.А. Катунин</i> Создание и развитие сервиса дистанционного диагностирования в составе интеллектуальных транспортных систем	310

## SATELLITE TECHNOLOGY GLONASS / GPS AND INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

<i>L.E. Gay, I.A.Novikov, S.V. Kushchenko, A.N. Kotukhov</i> Traffic blocks. Traffic flows modelling for the purpose of traffic blocks decrease	281
<i>D.D. Matnazarov, A.A. Katunin, S.A. Bezgin, A.S. Minaev</i> Prospects for the implementation of motor vehicle electronic interactive map	287
<i>A.V. Kulev, A.N. Novikov, A.A. Katunin</i> Application of intelligent transportation systems (ITS) to enhance the operation of urban public transport	292
<i>D.N. Torgachev</i> Problems and prospects of innovative glonass technologies on social and passenger transport	296
<i>M.V. Medvedeva, S.I. Sokorev, A.E. Borovskoy</i> Development of dislocation road signs and markings based on of geodesic researches	300
<i>A.P. Tryastsyn, A.N. Novikov, A.N. Golenkov</i> Improving management of transportation system based on GLONASS-GPS	305
<i>M.V. Peshekhonov, A.A. Katunin</i> Creation and development of remote diagnostics service as part of intelligent transport systems	310

Научное издание

# **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА**

МАТЕРИАЛЫ

Международной научно-практической конференции  
21 - 23 мая 2013 г.

Печатается в авторской редакции

Технический редактор М.В. Пешехонов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»

Почтовый адрес: г. Орел, Наугорское шоссе, 29.  
[www.gu-unpk.ru](http://www.gu-unpk.ru)

Подписано в печать 28.06.2013 Формат 70 x 108/16.

Усл. печ.л. 20 Тираж 100 экз.

Заказ № \_\_\_\_\_

Отпечатано с готового оригинала-макета  
на полиграфической базе ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»,  
302030, г. Орел, ул. Московская, 65